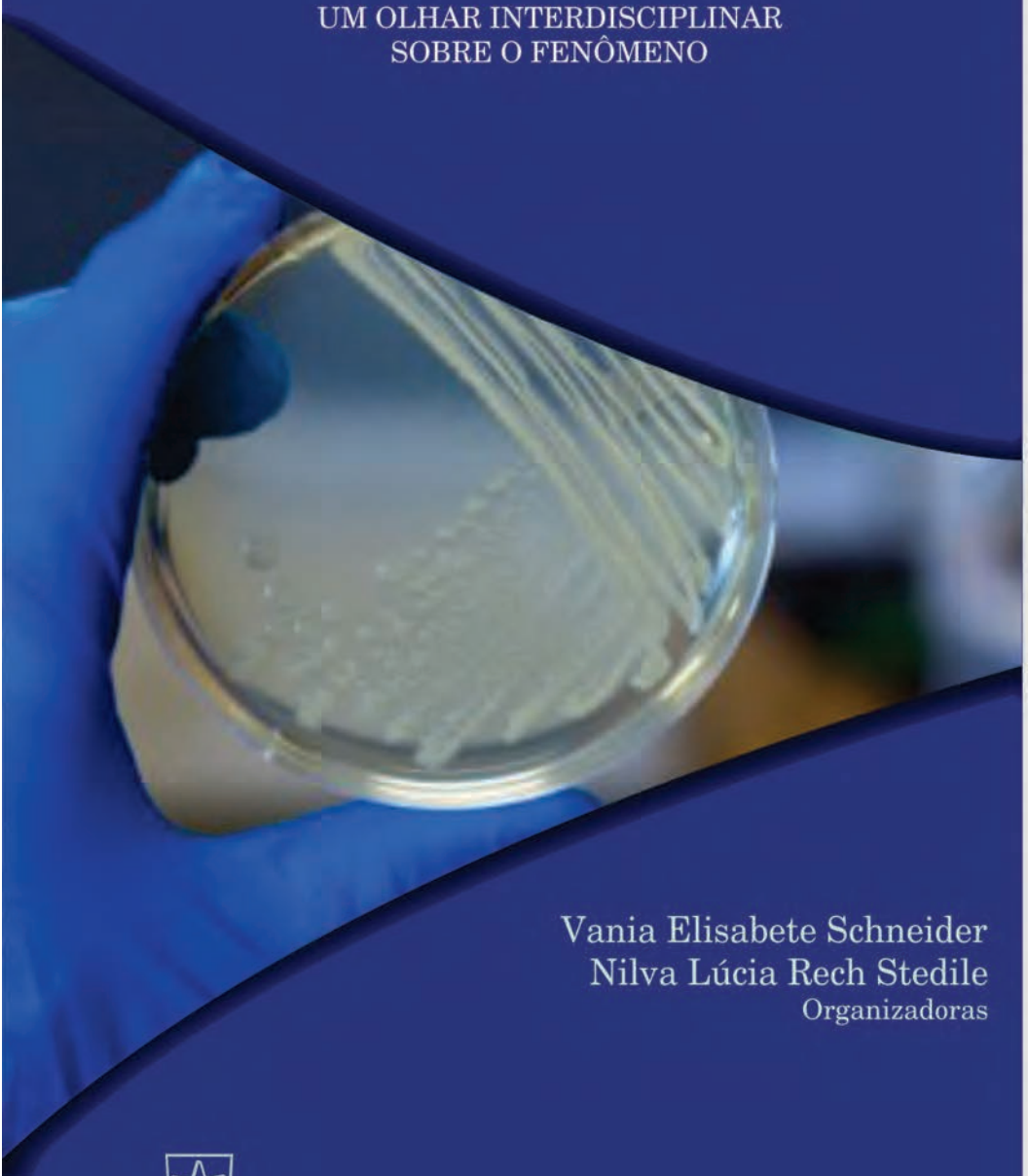
Resíduos de Serviços de Saúde:

UM OLHAR INTERDISCIPLINAR SOBRE O FENÔMENO



Vania Elisabete Schneider
Nilva Lúcia Rech Stedile
Organizadoras

EDUCS

Resíduos de serviços de saúde:
um olhar interdisciplinar
sobre o fenômeno

FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

Presidente:
Ambrósio Luiz Bonalume

Vice-presidente:
Carlos Heinen

UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL

Reitor:
Evaldo Antonio Kuiava

Vice-Reitor e Pró-Reitor de Inovação e Desenvolvimento Tecnológico:
Odacir Deonisio Graciolli

Pró-Reitor de Pesquisa e Pós-Graduação:
José Carlos Köche

Pró-Reitor Acadêmico:
Marcelo Rossato

Diretor Administrativo:
Cesar Augusto Bernardi

Chefe de Gabinete:
Gelson Leonardo Rech

Coordenador da Educs:
Renato Henrichs

CONSELHO EDITORIAL DA EDUCS

Adir Ubaldo Rech (UCS)
Gilberto Henrique Chissini (UCS)
Israel Jacob Rabin Baumvol (UCS)
Jayme Paviani (UCS)
José Carlos Köche (UCS) – presidente
José Mauro Madi (UCS)
Luiz Carlos Bombassaro (UFRGS)
Paulo Fernando Pinto Barcellos (UCS)

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais:
Lademir Luiz Beal

Coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências e Matemática:
Francisco Catelli

Vania Elisabete Schneider
Nilva Lúcia Rech Stedile
Organizadoras

Resíduos de serviços de saúde:
um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno

EDUCS

© das organizadoras

Revisão: Izabete Polidoro Lima
Revisão técnica: Elis Marina Tonet
Capa: Vania Elisabete Schneider

Editoração: Traço Diferencial

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Universidade de Caxias do Sul
UCS – BICE – Processamento Técnico

R433 Resíduos de serviços de saúde : um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno : organizadores Vania Elisabete Schneider, Nilva Lúcia Rech Stedile. 3. ed., ampl. e atual. – Caxias do Sul, Educs, 2015.
584 p.; 24,5 cm.

ISBN 978-85-7061-790-3

1. Resíduos de serviços de saúde. 2. Lixo – Eliminação. 3. Saúde pública. 4. Educação ambiental. I. Schneider, Vania Elisabete. II. Stedile, Nilva Lúcia Rech.

CDU 2. ed.: 628.4.046

Índice para o catálogo sistemático:

1. Resíduos de serviços de saúde	628.4.046
2. Lixo – Eliminação	628.4
3. Saúde pública	614
4. Educação ambiental	504:37

Catalogação na fonte elaborada pela bibliotecária
Roberta da Silva Freitas – CRB 10/1730

Direitos reservados à:

EDUCS – Editora da Universidade de Caxias do Sul
Rua Francisco Getúlio Vargas, 1130 – CEP 95070-560 – Caxias do Sul – RS – Brasil
Ou: Caixa Postal 1352 – CEP 95020-972 – Caxias do Sul – RS – Brasil
Telefone / Telefax: (54) 3218 2100 – Ramais: 2197 e 2281 – DDR: (54) 3218 2197
www.ucs.br – *E-mail:* educs@ucs.br

CÓPIA NÃO AUTORIZADA É CRIME
ABDR
ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE DIREITOS REPROGRÁFICOS
RESPEITE O DIREITO AUTORAL
EDITORA AFILIADA

DEDICATÓRIAS

À UCS, escola de formação de múltiplos aspectos de minha existência;

Ao Pedro Henrique pela sabedoria infantil, que a cada dia redimensiona meu olhar sobre o mundo;

Aos meus filhos Alan e Alex pelo permanente exercício da convivência, da compreensão e da amorosidade;

À Luci: mãe, amiga, irmã, farol que me orienta na direção do bem e do amor maior (que eu nunca me perca de ti);

Aos amigos (tantos) que deixei pelo caminho e aos que sempre se fazem presentes em todas as horas, feito anjos da guarda, a gratidão pelos momentos vividos, pelas experiências trocadas, pela força que muitas vezes me pôs outra vez de pé, quando as agruras da caminhada me tombaram;

Aos mestres do dia a dia,que nos imputam o crescimento e a evolução por suas palavras, seus atos e suas experiências decorrentes;

Ao Plano Maior a quem devo tudo, em particular a proteção, a luz e a força que me permitem enfrentar as adversidades como experiências de vida e crescimento;

Aos essenciais monitores de pesquisa, no Instituto de Saneamento Ambiental, que, como verdadeiros profissionais, tornam nossas tarefas do dia a dia mais alegres e suaves.

Vania Elisabete Schneider

À minha Mãe e ao meu Pai pelo legado da existência;

À minha família, em especial ao meu esposo e os meus filhos Rafaela e Augusto, pela inspiração e por me proporcionarem a maior e mais emocionante experiência de vida;

Aos profissionais da saúde e alunos pelos questionamentos que aumentam a clareza sobre a temática;

À Vania, colega de obra, pela confiança demonstrada, pela cumplicidade de pensamentos e presença constante;

A Deus, pela fluidez das palavras e possibilidade infinita de crescimento.

Nilva Lúcia Rech Stedile

Organizadoras:
Profa. Dra. Vania Elisabete Schneider
Profa. Dra. Nilva Lúcia Rech Stedile

Autores

Adriane Carine Kappes
Airton Guilherme Berger Filho
Alexandra Rodrigues Finotti
Almir José Henkes
Ana Cláudia Picolo de Souza Maldotti
Ana Paula Steffens
Andréia Cristina Trentin
Bianca Peruchin
Camila Lazzaretti
Cláudia Echevenguá Teixeira
Cláudio Dilda
Denise Peresin
Eduardo Pierozan
Elis Marina Tonet
Geraldo Antônio Reichert
Gisele Bacarim
Gisele Cemin
Ilpo Penttinen
Irajá do Nascimento Filho
Isalmar Brustolin
Janini Cristina Paiz
Joice Cagliari
Juliano Rodrigues Gimenez
Jussara Kalil Pires
Kira Lusa Manfredini
Lademir Luiz Beal
Luciara Bilhalva Corrêa
Ludmilson Abritta Mendes
Luis Felipe Gomes
Maeli Estrela Borges
Marcio Bigolin
Matheus Poletto
Maurício D'Agostini Silva
Nathália Cristine Vieceli
Nilva Lúcia Rech Stedile
Odacir Deonisio Graciolli
Raquel Finkler
Rita de Cássia Paranhos Emmerich
Roberta Florian Santa Catharina
Samuel Lovizon
Sandra Maria Orlandin
Saulo Varela Della Giustina
Sofia Helena Zanella Carra
Suzana Maria De Conto
Taison Anderson Bortolin
Tiago Panizzon
Vania Elisabete Schneider
Verônica Casagrande
Viviane Caldart

APRESENTAÇÃO

A Universidade de Caxias do Sul apresenta a obra *Resíduos de Serviços de Saúde: um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno*, organizada pelas Dra. Vania Elisabete Schneider e Dra. Nilva Lúcia Rech Stedile, com a participação de outros 45 autores.

Para dar conta de todo o ciclo do gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde, desde a sua geração, segregação, seu armazenamento, transporte interno e externo, tratamento e sua disposição final, houve a necessidade de reunir, além do domínio do atual estado da arte, especialistas, pesquisadores e profissionais de diferentes áreas do conhecimento, formando uma competente equipe multidisciplinar que se debruçou, com uma abordagem interdisciplinar, sobre as questões pertinentes aos resíduos de serviços de saúde. Nela estiveram atuando desde pesquisadores, professores e profissionais de áreas correlatas, até bolsistas de doutorado, mestrado e iniciação científica de diversas universidades.

O resultado é esta obra que trata, em vinte e nove capítulos, desde a conceitualização, classificação, dimensão ambiental, potencial de risco e sistemas de tratamento e destinação final dos resíduos de serviços de saúde, até os planos, as metodologias e os processos a serem empregadospara o seu correto gerenciamento. Trata-se de uma indispensável obra para ser utilizada pelos profissionais e técnicos que atuam na área da saúde, e em outras correlatas ao tema, com fundamentos científicos e técnicos apresentados de forma interdisciplinar. Os temas objetivam subsidiar a tomada de decisão na implementação de soluções eficazes aos problemas decorrentes dos resíduos gerados pelas atividades de assistência à saúde.

A Universidade de Caxias do Sul sente-se orgulhosa em poder socializar essa obra, ciente de estar contribuindo significativamente para a solução de problemas e riscos potenciais à saúde e ao meio ambiente, decorrentes de atividades direta ou indiretamente relacionadas à assistência à saúde.

José Carlos Köche
Pró-reitor de Pesquisa e Pós-Graduação
da Universidade de Caxias do Sul

PREFÁCIO

Vivemos atualmente um momento de efervescência técnica e gerencial na área de resíduos sólidos no Brasil, em função da aprovação, no início desta década, da Política Nacional de Resíduos Sólidos. Esse tão esperado marco regulatório traz, entre uma série de princípios e diretrizes, a responsabilidade compartilhada entre todos os atores envolvidos: o fabricante ou distribuidor, o gerador (seja o cidadão ou outra pessoa jurídica) e a administração pública, com a titularidade dos serviços de limpeza urbana e gestão de resíduos.

Olhando para as formas de gerenciamento e de tratamento dos resíduos de serviços de saúde adotadas no passado, verifica-se que, até a década de 80, não havia nenhuma preocupação em relação a isso. No decorrer daquela, houve certa "demonização" desta categoria de resíduos, quando passou a ser obrigatória a incineração dos resíduos sépticos de saúde, portos e aeroportos. Em 1991, por meio de uma resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente, desobrigou-se a incineração desses resíduos. Passou-se uma década e meia sem que ocorressem mudanças no quadro do gerenciamento e do tratamento, até que normativas do Conselho Nacional do Meio Ambiente e da Agência Nacional de Vigilância Sanitária trouxeram uma clara e efetiva regulação para o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde.

As normativas atualmente existentes no Brasil, que podem ser consideradas boas e adequadas, primam pelo princípio geral da segregação dos resíduos na origem, por meio da separação pelo potencial de periculosidade e de reciclabilidade, bem como pela condução às distintas formas de reciclagem, de tratamento e de disposição final. Os resíduos de serviços de saúde representam, em massa, apenas cerca de 2% dos resíduos sólidos urbanos. Olhando mais de perto esta parcela, tem-se que uma fração menor que 15% apresenta potencial de periculosidade dada a presença de micro-organismos com potencial patogênico, de elementos ou compostos químicos ou de perfurocortantes. Tem-se ainda a presença de resíduos recicláveis e de resíduos comuns, com características similares aos resíduos domésticos.

Considerando o arcabouço legal, as características e a composição dos resíduos de serviços de saúde, tem-se que a gestão e o gerenciamento são fundamentais, iniciando no local da geração, passando pelo armazenamento e transporte internos, armazenamento e transporte externos, pela reciclagem, pelo tratamento e pela disposição final. Trata-se de um sistema complexo, que envolve múltiplas etapas e diferentes pessoas, desde profissionais da área da saúde, prestadores de serviços internos das unidades de saúde, até profissionais especializados em gerenciamento de resíduos.

É neste contexto e neste cenário que esta obra, sob o título *Resíduos de Serviços de Saúde: um olhar interdisciplinar sobre o fenômeno*, organizado por Vania Elisabete Schneider e Nilva Lúcia Rech Stedile, com a autoria de mais de quarenta profissionais de diferentes áreas do conhecimento, apresenta o assunto com uma visão ampla, holística, integrada e integradora. Em seus cerca de 29 capítulos, o livro leva o leitor a (re)visitar desde os conceitos fundamentais até as formas mais avançadas de tratamento e disposição final, passando pelas formas de planejamento, gestão e gerenciamento, fiscalização e educação permanente.

Certamente, em seu conteúdo profundo, mas de fácil leitura, esta obra vem para consolidar-se como referência no gerenciamento de resíduos de serviços de saúde, servindo como fonte de consulta para estudantes e profissionais, gestores de estabelecimentos da área da saúde, gestores públicos e privados de resíduos sólidos e para o público em geral interessado no tema.

Desejo uma ótima leitura a todos!

Geraldo Antônio Reichert

Coordenador da Câmara Temática de Resíduos Sólidos da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (Abes)

Professor na Universidade de Caxias do Sul (UCS)

Engenheiro no Departamento Municipal de Limpeza Urbana (DMLU) de Porto Alegre

INTRODUÇÃO

A geração de resíduos de serviços de saúde (RSS), embora seja relativamente pequena em relação aos resíduos sólidos urbanos, torna-se representativa quando considerado o potencial de risco que lhes é associado, devido à presença de organismos patogênicos e/ou de suas toxinas, produtos químicos de natureza diversa (fármacos, quimioterápicos, solventes, entre outros), bem como riscos radiológicos. A problemática dos RSS é decorrente ainda de outros fatores, tais como a mistura de resíduos de natureza diversa, descartados em via pública e/ou a disposição inadequada em aterros, nem sempre sanitários ou controlados. A disposição a céu aberto, por sua vez, é uma realidade em países subdesenvolvidos ou em desenvolvimento e ainda ocorre em muitos municípios brasileiros. Nessas condições, os resíduos ficam à mercê de vetores e de pessoas que se expõem, ou expõem a outros aos riscos atribuídos a eles. Esses são alguns dos aspectos que diferenciam os resíduos oriundos dos serviços de saúde dos de outras fontes geradoras.

Para uma melhor análise da problemática, diversos fatores devem ser considerados: a formação oferecida aos profissionais desta área, os quais não priorizam o manejo de RSS entre as inúmeras atividades profissionais que realizam; a diversidade e heterogeneidade dos resíduos decorrentes das ações de saúde; a multiplicidade de normas e resoluções e o desconhecimento sobre as mesmas; as características peculiares desses resíduos (patogenicidade, toxicidade e radioatividade); a mistura de resíduos de natureza diversa, descartados e dispostos de forma inadequada, dentre outros.

Os aspectos destacados remetem à pertinência de um sistema diferenciado de gerenciamento de RSS, frente àqueles de origem domiciliar e de outras fontes geradoras, considerando-se o potencial de risco à saúde individual, coletiva e ambiental, defendido por profissionais envolvidos com o tema. As proposições apontam para a necessidade de implantação de sistemas de gerenciamento diferenciados na fonte geradora para os resíduos provenientes de atividades relacionadas a assistência a saúde humana e animal, em particular os infectantes, perfurocortantes, químicos e radiológicos.

Embora no Brasil o regramento específico desta temática tenha tido início a partir de 1993 com a Resolução 05, do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama) e normatizações da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT), a temática ainda gera controvérsias, relativamente ao manejo, tratamento e à disposição final de algumas categorias de resíduos (infectantes, químicos, perfurocortantes e radiológicos). O gerenciamento, de maneira geral, vem evoluindo muito com o estreitamento das ações por parte da Anvisa e do Conama, por meio de suas resoluções, sua fiscalização e seu controle.

Considerando-se, no entanto, a complexidade e a polêmica da geração de RSS, a definição de um sistema de gerenciamento depende, sobretudo, do comprometimento e da devida importância dada à questão, tanto pelos gestores dos serviços quanto pelos profissionais da área. Isto implica não só no regramento por instrumentos legais e normativos, mas também um posicionamento consciente e, sobretudo, disponibilidade para colaborar na busca de soluções para esta problemática, por parte de todos os profissionais envolvidos direta ou indiretamente com a questão.

Os profissionais da área da saúde lidam com grande número de problemas e tendem a priorizar aqueles que dizem respeito à recuperação da saúde e ao atendimento das necessidades humanas afetadas. Disso resulta uma diminuição de visibilidade quanto aos problemas locais e ambientais decorrentes do gerenciamento inadequado dos resíduos por eles gerados, e faz com que os mesmos não se sintam responsáveis pelo estabelecimento de estratégias de solução aos problemas decorrentes do manejo. É comum, por exemplo, verificar, nos locais de trabalho em saúde, o comportamento de transferir a outros a responsabilidade com o manejo de RSS, mesmo que cada profissional seja um gerador e responsável direto (e esta responsabilidade é intransferível) pela segregação adequada, no momento em que está prestando cuidados em saúde.

Dentre as diferentes razões que apontam para a dificuldade das instituições em gerenciar adequadamente os resíduos gerados em serviços de saúde, destacam-se: o desconhecimento das normas existentes e disponíveis sobre o assunto; a falta de planejamento urbano e institucional; a falta de conhecimento acerca de tecnologias alternativas para o tratamento; as controvérsias existentes entre profissionais da área da saúde e do saneamento quanto ao potencial de risco destes resíduos, e outras de natureza legal; a falta de políticas claras de gestão que contemplem todas as etapas do gerenciamento; e o distanciamento dos profissionais da área da saúde, que acreditam que o lixo (como é comumente denominado), não faz parte do rol de suas competências profissionais.

A carência de estudos sistemáticos que apontem soluções ambientalmente seguras e economicamente viáveis e alternativas para tomadas de decisão, aliada ao desconhecimento, pela maioria dos profissionais que atuam na área da saúde, dos dispositivos legais e normativos, bem como das características físico-químicas e toxicológicas, que podem provocar riscos à saúde pública e ambiental, têm sido fatores limitantes à organização dos sistemas de gestão, tanto no âmbito intra quanto extramuros. Relativamente aos resíduos recicláveis, por exemplo, as informações são escassas e até inexistentes. Vale destacar também a necessidade de estudos que tornem mais claras e seguras as possibilidades de reuso de materiais nesta área.

A complexidade do gerenciamento dos RSS, por outro lado, exige uma análise inter e transdisciplinar, bem como o conhecimento sobre variáveis relacionadas com diferentes áreas do conhecimento. A instituição, ao definir suas políticas de gerenciamento, precisa analisar não apenas as variáveis internas que determinam a geração, mas o conjunto de relações das variáveis externas, que acaba por interferir nos resultados que podem ser obtidos. Isto, aliado a programas educativos que

envolvam a instituição como um todo, constitui-se fator fundamental para a efetivação de programas de gerenciamento. Estes aspectos apontam para a qualidade ambiental e a saúde humana, que podem ser direta ou indiretamente afetadas pelo manejo inadequado de tais resíduos.

Os custos ambientais decorrentes dos sistemas de gerenciamento de RSS, por outro lado, podem espelhar o desempenho das instituições nas diferentes etapas, bem como refletir a atuação dos gestores, servindo como instrumento para tomada de decisão e fornecendo indicadores de desempenho setorial e institucional. O estabelecimento de indicadores e seu monitoramento, por sua vez, permitem identificar variações em diferentes pontos do sistema e levar a ações que aperfeiçoem o seu desempenho ao longo do tempo.

O desenvolvimento de uma "cultura" de gerenciamento dos RSS, baseada na reflexão crítica e na ação repetida, fundamentada no conhecimento dos riscos e na consciência da necessidade de auto e heterocuidado é, no mínimo, essencial aos estabelecimentos que atuam na assistência à saúde humana e animal.

À parte a questão dos resíduos sólidos, é fundamental e urgente um olhar sobre os resíduos químicos e efluentes dos serviços de assistência à saúde humana e animal, que podem comprometer a qualidade sanitária dos corpos hídricos, contribuindo com a disseminação de doenças de veiculação hídrica e a contaminação química dos mananciais. Embora nos últimos anos a questão dos efluentes líquidos tenha ganhado destaque com o desenvolvimento de pesquisas e tecnologias para tratamento, o foco ainda está voltado para os de origem doméstica e industrial. Este tema é um novo desafio aos gestores, que cada vez mais buscam soluções que minimizem os impactos gerados pelas atividades na área da saúde.

A consciência ambiental, por sua vez, vem sendo exigida de todos, quer individual, quer coletivamente. Neste contexto, não podem ficar de fora as instituições, sejam elas de que natureza for. O papel das instituições de assistência à saúde, neste aspecto, é fundamental e imprescindível por tratar-se exatamente de promover a saúde. A questão ambiental está hoje (e nunca deveria ter sido diferente) intimamente associada à saúde. Partindo-se do pressuposto de que o indivíduo é resultado do meio em que vive, a saúde ambiental reflete-se na saúde coletiva e individual. Neste aspecto, o saneamento ambiental, contexto no qual está inserida a temática dos RSS, sejam estes sólidos ou líquidos, apresenta-se como ferramenta indispensável à melhoria da qualidade de vida, da saúde e do bem estar-social.

A presente obra é fruto de um esforço coletivo inter e transdisciplinar, no sentido de alcançar uma visão tanto mais abrangente quanto possível do fenômeno RSS. Objetiva contribuir com a reflexão e a ação que levem tanto ao amadurecimento da questão quanto à soluções, no sentido de otimizar o desempenho das instituições de assistência à saúde no gerenciamento desta temática.

Os capítulos discutem a problemática dos RSS e o contexto da geração destes em suas múltiplas variáveis. São apresentadas e discutidas, ainda, metodologias para o controle e monitoramento, passando pelas variáveis que interferem no sistema de gerenciamento e que, no final, definem os índices e percentuais de geração das

diferentes categorias que compõem este grupo de resíduos e que interferem na eficiência dos sistemas. São destacadas, ainda, as variáveis consideradas de maior importância para a segregação e o descarte pelos profissionais, a geração por tipo de atendimento ofertado e a geração setorial. Como forma de complementar ao máximo a análise sobre as várias dimensões que compõem o fenômeno, é enfocada a questão dos resíduos líquidos e efluentes, bem como os custos associados ao gerenciamento.

Objetiva-se, por meio desta obra, subsidiar estabelecimentos de assistência à saúde no processo de decisão para a implementação e o aperfeiçoamento dos sistemas de gerenciamento, na escolha de tecnologias e procedimentos ambientalmente seguros e economicamente viáveis, quanto aos sistemas de tratamento e à destinação final, de forma a subsidiar e influenciar a definição de políticas públicas voltadas a esta temática.

Informações dessa natureza, quando bem-utilizadas, podem contribuir para o desenvolvimento de novos olhares sobre a problemática dos RSS, bem como sobre as necessidades de formação profissional (quer em cursos de graduação e técnicos, quer na educação permanente de profissionais já atuantes), reduzindo o grau de incerteza e consolidando capacidades para tomar decisões e exibir novos comportamentos por parte dos profissionais que atuam no campo da saúde. Esperamos que a mescla de textos técnicos, de experiências vivenciadas e outros de natureza reflexiva atendam as expectativas e necessidades dos que, de forma direta ou indireta, se defrontam com os RSS.

Vania Elisabete Schneider
Nilva Lúcia Rech Stedile
Organizadoras

SUMÁRIO

1 **Resíduos sólidos: problemática e definições / 21**
Vania Elisabete Schneider
Jussara Kalil Pires

2 **Resíduos de serviços de saúde / 31**
Vania Elisabete Schneider
Rita de Cássia Paranhos Emmerich

3 **Classificação e segregação de resíduos de serviços de saúde como determinantes da eficácia do gerenciamento / 41**
Vania Elisabete Schneider

4 **Potencial de risco dos resíduos de serviços de saúde / 57**
Vania Elisabete Schneider
Nilva Lúcia Rech Stedile
Airton Guilherme Berger Filho

5 **Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / 79**
Vania Elisabete Schneider
Rita de Cássia Paranhos Emmerich
Viviane Caldart
Sandra Maria Orlandin

6 **Caracterização de resíduos de serviços de saúde: metodologia para o diagnóstico e a definição de índices, taxas e indicadores de geração / 115**
Vania Elisabete Schneider
Denise Peresin
Nilva Lúcia Rech Stedile
Janini Cristina Paiz
Marcio Bigolin

7 **O plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde como ferramenta de planejamento e gestão / 133**
Vania Elisabete Schneider
Raquel Finkler

8 **Educação permanente: estratégia de desenvolvimento de competências para o manejo de resíduos de serviços de saúde / 149**
Nilva Lúcia Rech Stedile
Vania Elisabete Schneider

9 **Biossegurança no manejo de resíduos de serviços de saúde / 161**
Ana Paula Steffens
Vania Elisabete Schneider
Nilva Lúcia Rech Stedile
Ana Cláudia Picolo de Souza Maldotti

10 **Resíduos químicos oriundos dos serviços de saúde / 175**
Vania Elisabete Schneider
Kira Lusa Manfredini
Isalmar Brustolin
Elis Marina Tonet
Irajá do Nascimento Filho

11 **Reciclagem de resíduos de serviços de saúde / 195**
Matheus Poletto
Vania Elisabete Schneider

12 **Sistemas de tratamento de resíduos de serviços de saúde / 213**
Vania Elisabete Schneider
Eduardo Pierozan
Tiago Panizzon
Verônica Casagrande
Rita de Cássia Paranhos Emmerich

13 **Disposição final dos resíduos de serviços de saúde / 237**
Vania Elisabete Schneider
Tiago Panizzon
Andréia Cristina Trentin
Geraldo Antônio Reichert
Cláudia Echevenguá Teixeira

14 **A ecoeficiência como ferramenta de gestão em estabelecimentos de assistência à saúde / 247**
Elis Marina Tonet
Vania Elisabete Schneider
Ilpo Penttinen

15 **Legislação relacionada à gestão dos resíduos de serviços de saúde: histórico, direitos, deveres e competências / 263**
Airton Guilherme Berger Filho
Vania Elisabete Schneider
Nilva Lúcia Rech Stedile

16 **Licenciamento de estabelecimentos de serviços de saúde / 297**
Vania Elisabete Schneider
Elis Marina Tonet
Sofia Helena Zanella Carra
Cláudio Dilda
Joice Cagliari

17 **Águas residuárias e efluentes líquidos de atividades de assistência à saúde / 311**
Saulo Varela Della Giustina
Maurício D'Agostini Silva
Taison Anderson Bortolin
Irajá do Nascimento Filho
Vania Elisabete Schneider

18 **Aspectos e impactos das atividades de assistência à saúde sobre o ambiente / 335**
Denise Peresin
Vania Elisabete Schneider
Alexandra Rodrigues Finotti

19 **Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em diferentes fontes geradoras: uma questão de saúde individual e coletiva / 351**
Nilva Lúcia Rech Stedile
Vania Elisabete Schneider
Suzana Maria De Conto
Almir José Henkes
Ana Cláudia Picolo de Souza Maldotti
Janini Cristina Paiz
Adriane Carine Kappes

20 **Resíduos farmacêuticos: reflexões acerca dos impactos ambientais e modelos de gerenciamento / 375**
Camila Lazzareti
Vania Elisabete Schneider
Nathália Cristine Viecelli
Roberta Florian Santa Catharina
Gisele Bacarim

21 **Resíduos de serviços de saúde na assistência veterinária / 395**
Bianca Peruchin
Luciara Bilhalva Corrêa
Nilva Lúcia Rech Stedile
Adriane Carine Kappes
Janini Cristina Paiz

22 **Gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos em estabelecimentos de assistência à saúde / 407**
Tiago Panizzon
Geraldo Antônio Reichert
Vania Elisabete Schneider

23 **Metodologias de otimização de roteiros de veículos coletores de resíduos de serviços de saúde / 419**
Odacir Deonisio Graciolli
Marcio Bigolin
Vania Elisabete Schneider
Gisele Cemin

24 **Responsabilidades no gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / 439**
Nilva Lúcia Rech Stedile
Vania Elisabete Schneider

25 **Impactos ambientais e resíduos decorrentes de sepultamento / 451**
Elis Marina Tonet
Vania Elisabete Schneider
Samuel Lovison

26 **Saúde e meio ambiente: uma relação interdependente / 475**
Raquel Finkler
Nilva Lúcia Rech Stedile
Vania Elisabete Schneider

27 **Aproveitamento da água de chuva em estabelecimentos de assistência à saúde / 505**
Ludmilson Abritta Mendes
Luís Felipe Gomes
Juliano Rodrigues Gimenez
Taison Anderson Bortolin
Lademir Luiz Beal
Vania Elisabete Schneider

28 **Indicadores de monitoramento, avaliação e controle de planos de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde / 523**
Maeli Estrela Borges

29 **Perspectivas para a gestão de resíduos de serviços de saúde no Brasil / 567**
Jussara Kalil Pires

Biodata / 577

1

Resíduos sólidos: problemática e definições

Vania Elisabete Schneider
Jussara Kalil Pires

Desde os primórdios de sua evolução, o ser humano intervém no ambiente, quer de forma direta quer de forma indireta. Inicialmente como coletor, posteriormente como agricultor e, modernamente, com a introdução da tecnologia, a intervenção humana tem provocado significativas modificações no meio, algumas com sérias consequências, pondo em risco a sua própria existência no planeta.

Em seu agir cotidiano, a humanidade sempre gerou resíduos como consequência das suas mais diversas atividades. A complexidade destes, no entanto, sofreu profundas modificações a partir da Revolução Industrial. A cada dia, novos produtos, compostos por novos materiais e com maior heterogeneidade de substâncias, desafiam a busca por tecnologias e por sistemas de gestão que deem conta de segregar, tratar e dispor os resíduos resultantes tanto dos processos produtivos quanto da própria obsolescência dos produtos. A tecnologia, por sua vez, determina os meios de produção, fomentando o consumo e, por consequência, o descarte.

A obsolescência e o descarte são palavras de ordem num sistema produtivo orientado pelo *mass media*,[1] bem como por um modelo econômico que, se não revisto, poderá levar ao esgotamento dos recursos naturais. Em contraponto, a sustentabilidade apela para o uso racional dos recursos, para a minimização da geração de resíduos e dos riscos a estes associados, para a gestão dos recursos hídricos, para a reciclabilidade, para a produção mais limpa, para as energias renováveis, dentre outros aspectos.

[1] Expressão inglesa para os meios de comunicação que atingem e influenciam grande número de pessoas, à exemplo de jornais, revistas, rádios e TV.

A civilização industrial perturbou o fluxo natural de energia e rompeu o ciclo da matéria, por meio da geração de quantidades sempre crescentes de resíduos com alto grau de descartabilidade. A sociedade do descarte, caracterizada pelo desperdício por parte dos países industrializados cujas estruturas sociais incitam a frequente renovação dos bens de consumo, concorre para a geração, cada vez mais acentuada, de produtos com os quais a natureza não tem condições de interagir, afetando e desestruturando os ciclos biogeoquímicos. Segundo Gallembach et al. (2003), o desgaste incorporado desde o processo produtivo industrial e a supressão frequente e antecipada dos modelos comercializados obrigam o consumidor à precoce renovação destes.

Ainda segundo Gallembach et al. (2003), o volume de resíduos descartados diariamente é aumentado de modo permanente pela obsolescência dos bens de consumo, levando a uma demanda cada vez maior de energia e matérias-primas, o que, em longo prazo, fatalmente levará a um déficit insuperável de produtos de base para as atividades industriais e agrícolas. Isto, aliado a outros fatores de natureza socioeconômica, a exemplo da urbanização acelerada e da industrialização anárquica, fatores por demais preocupantes, agrava sobremaneira o quadro já preocupante de degradação ambiental.

1.1 O surgimento da problemática dos resíduos sólidos (ou lixo)

Nos primórdios da civilização, o nomadismo era determinado pela oferta de alimentos. A escassez e a necessidade por mais recursos determinavam a migração; assim, os resíduos das atividades humanas acabavam ficando para trás. A geração destes, no entanto, era limitada, e sua degradação ocorria por meio do processo de autodepuração do ecossistema.

À medida que a civilização passa a dominar as técnicas produtivas e a domesticação de espécies animais de interesse, a densidade populacional aumenta e, por consequência, a geração de resíduos. À construção de moradias, à criação animal e ao cultivo de alimentos agregam-se outros hábitos culturais que, consequentemente, impactam quali-quantitativamente a geração de resíduos.

Os primeiros registros de que se tem notícia, acerca da existência de lixões e a consequente atração de vetores, ocorreram em Atenas, Grécia. Os gregos, com base nesta percepção, passaram a cobrir os resíduos com camadas de terra. Criaram assim, em 500 a.C., o que hoje denomina-se aterro controlado. Já na Idade Média, livrar-se dos resíduos continuava a ser responsabilidade de cada um, sendo este período da História marcado pelo surgimento de sérias doenças e epidemias (Castro et al., 1995).

Por volta de 1800, as grandes cidades sofriam com o crescimento populacional e o crescente acúmulo de resíduos. Londres, nesse período, segundo Johnson (2008), era uma cidade de "catadores de lixo", com uma diversidade de atividades que envolviam a catação e a coleta, desde dejetos até os mais diferentes tipos de materiais

e resíduos gerados na época. Segundo o autor "os catadores viviam em um mundo de excremento e morte".

Este período é marcado por uma sucessão de surtos epidemiológicos de cólera, os quais por mais de 20 anos levaram à morte milhares de londrinos, antes mesmo que se pudesse estabelecer a relação entre esta doença e os resíduos e dejetos gerados pelo acúmulo de pessoas, em um centro urbano sem condições sanitárias.

A este respeito, é importante compreender que o entendimento do processo saúde e doença passou por diferentes fases na História da humanidade. No que se refere às doenças infecciosas, sua origem foi explicada com base em diferentes teorias, as quais se sucedem ou coexistem, conforme Zanon e Eigenheer (2002): demoníaca (os demônios ou maus espíritos provocam as doenças); divina (Deus pune os pecadores com as doenças); astro miasmática (os astros e as emanações provocam as doenças); microbiana (cada doença é provocada por um micróbio específico); e ecológica (vários fatores contribuem para a emergência da doença). Cada uma destas explicações trouxe impactos na relação das sociedades com seus resíduos.

Naturalmente, o desenvolvimento cultural e tecnológico foi se acentuando com o passar dos anos, e a densidade populacional idem. O advento da Revolução Industrial, no entanto, possibilitou um salto na produção em série de bens de consumo, resultando no agravamento da problemática de geração e descarte de resíduos, a qual sofreu um impulso considerável em quantidade e diversidade. Esse fato, no entanto, não causou maiores preocupações: o que estava em alta era o desenvolvimento e não as suas consequências.

1.2 A percepção sobre a dimensão sanitária dos resíduos sólidos

Ao longo da História, diferentes percepções sobre os resíduos gerados pela espécie humana foram construídas. Até a emergência da *questão ambiental*, os resíduos eram associados à higiene e unicamente ao processo saúde e doença. A visão mais ecológica é recente.

A distinção entre resíduos sólidos oriundos de nossas atividades e dejetos sanitários só passou a ser feita a partir do século XIX. Até então, resíduos e dejetos eram tratados como sendo de mesma natureza, mesmo porque os resíduos eram, em sua maioria, também orgânicos. Segundo Eigenheer (1993, p. 17) "já em tempos remotos temos o início de uma dualidade que vai acompanhar o lixo e os dejetos: o necessário afastamento, e mesmo receio e rejeição, de um lado, e aceitação por sua utilidade, de outro".

Rodrigues (1995) afirma que o lixo, tal como o compreendemos hoje, foi *inventado* durante a Idade Média. Segundo ele, naquele período da História, natural e sobrenatural, espírito e matéria, corpo e alma não se separavam. Assim,

> a invenção dessa dicotomia é a condição preliminar para a suposição de que algo seja dejeto: algo do corpo ou algo do mundo passa a poder ser considerado resíduo. [...] O lixo é aquilo que sobra da vida dos objetos, assim como o cadáver é o que sobra da vida do espírito. (Rodrigues, 1995, p. 29).

É a partir desta divisão, que se cria uma nova sensibilidade que atribui aos resíduos aspectos negativos.

Rodrigues (1995) faz um esforço de estudo do lixo e de seus significados. Lembra que existiu um mundo anterior ao homem, e que a presença deste gerou modificações no mundo. No entanto,

> a característica fundamental do homem [...] não é propriamente ser um modificador de mundo, mas a de ser um inventor de mundos. Ele é um criador de mundo como "realidades concebidas", um idealizador. [...] Este mundo pensado, concebido, tem características aproximadas as de um mapa, orientando ou desorientando os passos dos homens neste mundo que é anterior ao homem. (Rodrigues, 1995, p. 29).

O mapa orientador, no entanto, nem sempre estará correto. Quando algo escapa às crenças que sustentam esta grade, é preciso "traduzir" o desconhecido, de forma a que se adeque ao pensado previamente. Algumas coisas, no entanto, permanecerão entre os limites de um território e outro deste mapa, desafiando este sistema de classificação. Para estes casos, as sociedades humanas criam estratégias culturais de enfrentamento dos perigos e das ameaças a seu sistema de crenças.

A sujeira seria um exemplo típico de "ameaça". É algo fora do lugar, algo misturado que deveria estar separado (orgânico e inorgânico, cru e cozido, útil e inútil). Classificar e colocar no lugar tornaria o lixo, então, menos ameaçador. Ao mesmo tempo, é preciso deixar muito claro o que é limpo e o que é sujo. Para isto, criam-se ritos de repetição, como higiene do corpo, trocas de roupa, faxinas e outros procedimentos que definem claramente quando um corpo ou ambiente deixa a categoria do sujo e entra na categoria do limpo.

Seguindo esta lógica,

> ao contrário do que estamos habituados a pensar em nossa cultura, o problema da poluição não é fundamentalmente uma questão de higiene. É questão de magia. O contágio e a contaminação que lhe estão associados são antes de caráter simbólico. [...] A higiene precedeu em muito a descoberta, muito recente, dos microrganismos, base de nossas concepções científicas. Na raiz, a higiene não é, portanto, uma questão de microbiologia: podemos fazer a desinfecção que quisermos, podemos aniquilar germes e bactérias, não eliminaremos o problema mágico da sujeira. (Rodrigues, 1995, p. 29).

Tais questões, de caráter simbólico, estão presentes no agir cotidiano de técnicos e gestores que definem novas rotinas, compras de equipamentos e procedimentos de limpeza na era moderna.

1.3 Os resíduos em sua dimensão ambiental

O processo de geração de resíduos de natureza diversa, massa heterogênea e altamente entrópica, que se convencionou chamar *lixo* é necessário e, indubitavelmente, parte integrante da atividade diária do homem em sociedade. O termo *lixo*, no entanto, refere-se à falta de organização dos sistemas e às ações irrefletidas de descarte.

À medida que as ações são racionalizadas e conscientes, as próprias características inerentes aos resíduos permitem distingui-los quanto às suas potencialidades: *tratabilidade*, *recuperabilidade*, *degradabilidade*, periculosidade, *descartabilidade*, entre outras. Sendo assim, o termo *resíduo* aplica-se melhor a este processo, pois por meio deste atribui-se uma identidade ao resíduo, permitindo sua recuperação, o tratamento ou a disposição, segundo critérios técnicos compatíveis com suas características.

Jamais o homem produziu tantos despejos como no século XX, e jamais teve tantos problemas diante dos quais precisa apresentar soluções. O volume de resíduos com que a humanidade tem de conviver é resultado de novos padrões culturais impostos pela sociedade industrial. O dia a dia das pessoas vem sendo marcado, notadamente na última metade do século XX, por padrões de consumo que apontam para uma situação extremamente grave. A quantidade de matérias-primas e de recursos naturais, que são carreados para o setor produtivo para dar conta da demanda de produtos, não encontra correlação proporcional na outra ponta do sistema: não se verificam, efetivamente, maiores ganhos em termos de conforto e bem-estar para os consumidores e tampouco a sociedade encontra maneiras adequadas de repor o equilíbrio ambiental. (Capra, 1991).

No meio urbano, são muitos os fatores que influenciam a geração de resíduos. Os mais significativos, porém, são: o número de habitantes, o crescimento populacional, os hábitos culturais, o nível educacional, o poder aquisitivo, as variações sazonais, as condições climáticas e o grau de industrialização. Ênfase especial deve ser dada ao componente econômico, um dos fatores mais importantes, sendo suas variações facilmente perceptíveis nos locais de tratamento e disposição final de resíduos. (Castro et al., 1995).

Neste contexto, os resíduos sólidos apresentam caráter antropogênico, pois são única e exclusivamente gerados pelo homem em suas atividades diárias em sociedade. Além disto, apresentam caráter inesgotável, uma vez que é também ilimitada a capacidade do ser humano de crescer numericamente ou em conhecimentos e inventividade, gerando a cada dia novos produtos, promovendo sempre novas transformações nas matérias-primas e gerando, cada vez mais, necessidades de conforto e bem-estar e, consequentemente, maior quantidade de resíduos.

Neste contexto, a geração de resíduos e seu posterior abandono no meio ambiente podem originar sérios problemas ambientais, favorecendo a incorporação de agentes contaminantes na cadeia trófica, interagindo em processos físico-químicos naturais, dando lugar à sua dispersão e, portanto, ao aumento do problema. Por outro lado, deve-se levar em conta que um aumento na geração de resíduos

implica um consumo paralelo de matérias-primas, as quais se encontram na natureza em quantidades limitadas. A natureza é capaz de renovar-se em seu curso natural; porém, à medida que os processos de acumulação antropogênica, particularmente de substâncias químicas, ultrapassam os limites de reciclagem do ambiente, ou se introduzem novos compostos não degradáveis, há um desequilíbrio nos sistemas biológicos.

Poucas são as sociedades, desenvolvidas ou não, que se preocupam em manejar, tratar ou destruir os resíduos que geram, o que, nas sociedades primitivas, os próprios ecossistemas naturais se encarregavam de fazer. A progressiva saturação dos mecanismos de degradação do ambiente tem tornado, no entanto, cada vez mais exígua a destruição ou a reciclagem desses pela natureza, ainda que, timidamente, o cenário da geração e disposição de resíduos sólidos venha sofrendo modificações.

A discussão sobre os processos de geração é indispensável, no sentido de buscar diminuir gradativamente o índice de materiais potencialmente perigosos, de difícil ou sem recuperação (descartáveis), em detrimento do aumento dos materiais recicláveis ou recuperáveis (para reuso ou reaproveitamento como matéria-prima secundária), na elaboração de novos produtos.

À medida que os depósitos de resíduos assumem dimensões que fogem do controle, faz-se necessária a utilização tanto de sistemas de gerenciamento quanto de métodos de tratamento e disposição final. Estes visam diminuir os impactos causados pelos resíduos no meio ambiente, utilizando-se da sua redução mássica e/ou volumétrica, além do controle das emissões líquidas e gasosas oriundas do processo destes materiais, restringido, desta forma, os impactos ambientais.

A sistematização do processo de geração, por meio da racionalização do uso e da segregação na fonte, segundo seu potencial de tratabilidade e periculosidade, associada a uma coleta diferenciada, pode levar a uma redução da entropia do processo ainda na fonte geradora, facilitando o tratamento e reduzindo, assim, a descarga ambiental. (Schneider, 2004).

Sistemas de gerenciamento integrados de resíduos, que contemplem métodos de gestão e tecnologias, devem ser pensados e aplicados mediante um sério planejamento, respeitando a característica dos componentes dos resíduos e das fontes geradoras. Uma ação concreta sobre os sistemas de gerenciamento, no entanto, requer um profundo conhecimento da realidade que se busca sanar. Neste sentido, o diagnóstico é parte essencial na definição do modelo gerencial a ser adotado e aponta os rumos para o planejamento das ações necessárias ao seu controle.

Levando-se em conta que cada comunidade tem características sociais, culturais e econômicas próprias, e que as atividades ali desenvolvidas refletem estas condições, uma "leitura" de contexto – tanto intra quanto extrainstitucional – pode revelar especificidades que diferenciem as fontes geradoras[2] e, portanto, exijam sistemas de gerenciamento particulares.

[2] Segundo a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), são geradores de resíduos "toda pessoa física ou jurídica, de direito público ou privado, que gera resíduos sólidos por meio de suas atividades, nelas incluído o consumo". (Brasil, 2010).

A organização das fontes geradoras tem por objetivo a redução da entropia do sistema, a partir da segregação dos componentes da massa de resíduos no local de geração, segundo seu potencial de tratabilidade. A coleta diferenciada e o sistema integrado de tratamento e disposição final, no qual todas as tecnologias disponíveis são contempladas, tornam-se indispensáveis à manutenção da saúde pública, além de minimizar a possibilidade de contaminação do solo, do ar e de águas superficiais e subterrâneas.

No meio urbano, geralmente, a população se preocupa em ter um sistema eficiente de coleta dos resíduos, afastando-os do seu meio de convivência e não se importa em saber qual é o tratamento e a disposição final dispensados aos resíduos por ela gerados. Como agravante, este é também o mesmo pensamento da administração pública, caso não possua consciência sanitária apurada. O resultado disso é que a maioria dos municípios brasileiros não trata nem dispõe adequadamente seus resíduos, os quais acabam em depósitos a céu aberto, atraindo não apenas vetores e animais como também seres humanos.

1.4 Resíduos sólidos: conceituação e contextualização

Informalmente, define-se *resíduo* ou *lixo* como tudo aquilo que não tem mais utilidade e que se joga fora. O sentimento que o homem tem em relação a esse é de algo que quer se desfazer rapidamente e que deve ser lançado o mais longe possível do alcance da visão e do olfato. Devido a esse entendimento é necessário que se contextualize o resíduo enquanto fator cultural, o qual é visto como algo desagradável, marginal e sujo, buscando uma nova imagem, na qual o resíduo é considerado como matéria desorganizada e disposta no momento e local impróprios. Para tanto, é necessária uma conscientização no sentido de "limpar o lixo", conferindo-lhe os valores sociais, econômicos e ecológicos a ele agregados. (Schneider, 2004).

Resíduo pode ser considerado tudo o que é gerado como consequência não desejada de uma atividade humana e, em geral, de qualquer ser vivo. Como qualquer processo natural, o gerenciamento dos resíduos está governado por um conjunto de leis, sendo que a primeira, segundo Doménech (1993), poderia resumir-se na seguinte frase: "Eu sou, portanto, eu contamino". Todos os seres vivos, para subsistir, devem transformar, de forma contínua, certos produtos em outros, o que leva necessariamente à geração de resíduos. Na realidade, esta lei se inspira na segunda Lei da termodinâmica, em que, ao converter energia em trabalho, sempre se transfere certa quantidade de energia residual para o entorno. Aplicando-se esta Lei à conversão de matéria-prima em produto, origina-se sempre um resíduo, que é devolvido ou descartado ao meio ambiente. Segundo esta mesma Lei, a reciclagem completa de um resíduo é impossível; entretanto, é possível a minimização do rejeito passível de aterramento e/ou disposição final.

A NBR 10.004, da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2004), define resíduo sólido e semissólido como "resultantes de atividades de origem industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição". A norma inclui ainda, nessa definição, os lodos provenientes de sistemas de tratamento

de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos, em corpos de água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis em face à melhor tecnologia disponível.

A questão dos resíduos sólidos recebeu atenção especial com a aprovação da Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010), denominada Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), a qual dispõe sobre princípios, objetivos, instrumentos e diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos. Segundo esta, são considerados resíduos sólidos, todo

> material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível. (Brasil, 2010).

A PNRS compartilha a responsabilidade pela gestão integrada dos resíduos sólidos gerados, envolvendo sociedade, empresas, cidadãos, governos – federal, estaduais e municipais – na gestão dos resíduos sólidos. Cabe aos cidadãos a responsabilidade de acondicionar os resíduos domésticos adequadamente, inclusive segregando onde houver coleta seletiva.

Esta lei inclui, em sua base, a obrigatoriedade de destinação final ambientalmente adequada, incluindo a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação, o aproveitamento energético e a distribuição ordenada de rejeitos em aterros. Fica proibida a criação de lixões, sendo que as prefeituras deverão construir aterros sanitários adequados, onde só poderão ser depositados os resíduos sem qualquer possibilidade de reaproveitamento ou compostagem.

O termo *rejeito*, por sua vez, é utilizado para tudo aquilo que não é reciclável ou reaproveitável, quer do ponto de vista tecnológico, quer por inviabilidade econômica. O conceito de rejeito foi trazido pela primeira vez na legislação brasileira, pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Outro ponto relevante deste instrumento legal é a chamada logística reversa, que obriga fabricantes e importadores de agrotóxicos, pilhas, baterias, pneus, lâmpadas e eletroeletrônicos a recolherem seus produtos, depois de utilizados, e proceder à destinação final ambientalmente adequada.

A busca de soluções integradas e compatíveis com os princípios básicos expressos nesta legislação (minimização de resíduos, reciclagem e reutilização, tratamento e disposição ambientalmente seguros, logística reversa, ciclo de vida do produto e

desenvolvimento de tecnologias limpas) deve nortear as ações dos governantes, das organizações e dos grupos setoriais responsáveis pela gestão de resíduos.

Estes mesmos princípios são referenciais importantes nas definições que envolvem o manejo de resíduos de serviços de saúde, os quais apresentam características específicas, exigindo formas de manejo exclusivas, conforme será abordado no próximo capítulo.

1.5 Considerações finais

Ainda que a problemática dos resíduos sólidos venha sendo discutida amplamente em países desenvolvidos e até mesmo no Brasil, e que políticas de gestão venham sendo propostas, muito há ainda a evoluir no sentido da concretização de ações que, efetivamente, levem a mudanças de cenários.

Dois aspectos gerais, porém, merecem ser destacados para que sejam alcançados os objetivos preconizados inclusive pela PNRS:

- o primeiro diz respeito à ciência dos materiais e aos processos produtivos, onde são tomadas as decisões acerca dos componentes, da tecnologia e do *design* do produto que, em última instância, tornar-se-á resíduo, agregando desde sua concepção as características que lhe serão inerentes: *reciclabilidade*, periculosidade, *descartabilidade* e *tratabilidade*;
- o segundo diz respeito à formação e à informação que levam ao desenvolvimento de uma consciência crítica pautada no conhecimento das características de cada resíduo, as quais subsidiam ou determinam a decisão pelo descarte de forma correta, de tal sorte que possam então ser aplicados métodos, técnicas e tecnologias apropriadas nos sistemas de gestão dos resíduos.

Pressupõe-se, portanto, que somente a partir do envolvimento da sociedade como um todo (processos produtivos, políticas e ações cidadãs) poder-se-á encontrar soluções ambientalmente corretas e economicamente viáveis, para solucionar e/ou minimizar os problemas decorrentes da geração de resíduos.

O papel de cada um, não importando em que cenário atua ou insere-se, é determinante para que se tenham resultados efetivos na busca da sustentabilidade. O meio ambiente equilibrado, a qualidade de vida, a saúde ambiental e o controle de impactos ambientais são metas que passam pelo individual e refletem-se no coletivo. E, quando o coletivo, consciente de sua identidade como espécie, desperta, é chegado o momento de construir um novo tempo para as gerações futuras em que, minimamente, lhes seja garantida a sobrevivência.

Gerar resíduos é inerente à condição humana, gerenciá-los de forma correta é inerente à racionalidade humana. A ciência e a técnica, postas a serviço da consciência ambiental, fornecem os elementos para a solução dos problemas. Antes, porém, torna-se necessário percebê-las, identificá-las, qualificá-las e quantificá-las. E, neste sentido, gerenciar resíduos pode ser até mesmo uma arte, a arte do que, do como e do quando

fazer, fazendo-o da melhor forma possível e buscando o resultado mais razoável e satisfatório.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:2004 – Resíduos sólidos – Classificação*. ABNT, 2004.

BRASIL. *Lei Federal 12.305,* de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 2010.

CAPRA, F. *O ponto de mutação:* a crença, a sociedade e a cultura emergente. 12. ed. São Paulo, 1991.

CASTRO, V. L. F. L. et al. *Resíduos sólidos de serviços de saúde do município de Campinas/SP.* Santiago do Chile: Cepal, 1995.

DOMÉNECH, X. *Química ambiental:* el impacto ambiental de los residuos. 2. ed. Madrid: Miraguano, 1993.

EIGENHEER, E. M. *A história do lixo:* a limpeza urbana através dos tempos. Rio de Janeiro: Campus, 1993.

GALLEMBACH, R. et al. *Gerenciamento ecológico:* ecomanagement. Guia do Instituto Elmwood de Auditoria Ecológica e Negócios Sustentáveis. São Paulo: Cultrix, 2003.

JOHNSON, S. *O mapa fantasma:* como a luta de dois homens contra a cólera mudou o destino de nossas metrópoles. Rio de Janeiro: J. Zahar, 2008.

RODRIGUES, J. C. *Higiene e ilusão:* o lixo como invento social. Rio de Janeiro: NAU, 1995.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde:* contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. 2004. 242 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

ZANON, A. S. M.; EIGENHEER, E. *Lixo hospitalar:* ficção legal ou realidade sanitária? Rio de Janeiro: Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável do Rio de Janeiro, 2002.

2

Resíduos de serviços de saúde

Vania Elisabete Schneider
Rita de Cássia Paranhos Emmerich

A problemática dos resíduos de serviços de saúde (RSS) está vinculada ao contexto da assistência à saúde, tanto humana quanto animal, prestada seja em caráter direto, seja em caráter indireto. Trata-se de um tema historicamente controverso, o qual gera discussões acerca dos mais variados tópicos relacionados ao mesmo. O tema é relativamente polêmico, particularmente no Brasil, uma vez que até mesmo sua terminologia não é consensual. Muitos termos foram utilizados indistintamente em publicações, e ainda o são nas expressões do senso comum: resíduo sólido hospitalar, resíduo hospitalar, resíduo biomédico, resíduo médico, resíduo clínico, resíduo infeccioso ou infectante, resíduo patogênico, resíduo séptico ou, mais comumente, lixo hospitalar.

Como é possível perceber, a problemática dos RSS inicia na própria definição do resíduo, evidenciando a necessidade de se atribuir um sentido mais preciso a cada um de seus termos, uma vez que estes se reportam, comumente, à origem dos resíduos, ou seja, a fonte geradora. Embora a cultura dos resíduos hospitalares[1] seja preponderante, a expressão *resíduos de serviços de saúde* é a mais apropriada e abrangente, uma vez que engloba os resíduos gerados por variados estabelecimentos de assistência à saúde humana e animal. Além da fração sólida, a expressão compreende as frações semissólidas e/ou líquidas, a exemplo de reveladores, fixadores, reagentes, meios de cultura, secreções, excreções, sangue e hemoderivados, entre outros.

[1] Os autores referem-se à percepção, muito frequente, de que os resíduos de serviços de saúde são gerados única e exclusivamente em hospitais.

A Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) adotou a denominação "Resíduos de Serviços de Saúde" em 1993, por meio das normas brasileiras de: Terminologia – NBR 12.807 (ABNT, 1993a), atualizada em 2013 (ABNT, 2013a); Classificação – NBR 12.808 (ABNT, 1993b) (atualmente em revisão); Manuseio – NBR 12.809 (ABNT, 1993c), atualizada em 2013 (ABNT, 2013b); e Coleta – NBR 12.810 (ABNT, 1993d) (atualmente em revisão), os quais foram definidos como "os resíduos resultantes das atividades exercidas por estabelecimentos prestadores de serviços de saúde". (ABNT, 1993a, b, c, d e 2013a e b). Esta é, portanto, a denominação que melhor se adapta à realidade do problema, abrangendo os resíduos provenientes das diversas fontes, a exemplo de hospitais, clínicas médicas, clínicas veterinárias, clínicas odontológicas, farmácias, ambulatórios, unidades básicas de saúde, laboratórios de análises clínicas, laboratórios de análises de alimentos, laboratórios de pesquisa, consultórios médicos e odontológicos, portos, aeroportos, terminais rodoviários e ferroviários, casas de detenção, empresas de biotecnologia, casas de repouso, casas funerárias, dentre outros.

A padronização da linguagem e dos conceitos, no Brasil, decorre ainda de um esforço conjunto entre a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio tanto da Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 306 (Brasil, 2004) quanto da Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), ambas atualmente em vigor, as quais tratam da questão.

Os RSS são definidos pela Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) como "todos aqueles resultantes de atividades exercidas nos serviços de saúde que, por suas características, necessitam de processos diferenciados em seu manejo, exigindo ou não tratamento prévio à sua disposição final". Embora a resolução esteja sendo revisada, esta definição possivelmente não sofrerá alterações, uma vez que é consensual, abrangente e consoante com as definições adotadas por outros países.

Esta mesma resolução define fontes geradoras de RSS, como sendo

> todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias (comércio de medicamentos) e farmácias, inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos, importadores, distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico in vitro; unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, dentre outros similares. (Brasil, 2004).

A Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) e a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), no entanto, não se aplicam a fontes radioativas seladas, as quais devem seguir as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN); e às indústrias de

produtos para a saúde, as quais devem observar as condições específicas do seu licenciamento ambiental.

2.1 O contexto histórico dos Resíduos de Serviços de Saúde

A preocupação com o tema RSS remonta ao século XIX, quando o primeiro incinerador, de que se tem notícias, para este tipo de resíduo, foi instalado em um hospital de Nova Iorque, em 1891. Posteriormente, encontram-se referências acerca de projetos para o aproveitamento destes resíduos como fonte de energia via incineração cujos registros datam de 1937. (Burchinal; Wallace, 1971).

Embora no Brasil o tema tenha passado a figurar no cenário legal e normativo, por meio da Resolução Conama 05 (Brasil, 1993), a preocupação com o assunto em outros países é antiga. Burchinal e Wallace (1971) reportam-se ao trabalho desenvolvido por W. F. Morse, em 1903, relativo ao número de pessoas que adquiriram doenças infecciosas pelo contato direto com materiais contaminados, por meio da manipulação de resíduos sólidos em hospitais. Overton (1937, apud Burchinal; Wallace, 1971) desenvolveu um projeto para o aproveitamento dos RSS como fonte de energia por meio da incineração, sendo possível, segundo o autor, produzir de 3.000 a 5.000 unidades de calor/libra de resíduos. Este mesmo autor estimou que a geração de resíduos girava em torno de 3,18 kg/leito.dia, e que aproximadamente 50% destes eram compostos por resíduos putrescíveis. Por fim, não recomendava o uso de restos alimentares de pacientes enfermos para a alimentação de suínos, prática ainda adotada nos dias de hoje por muitos estabelecimentos. Salienta-se que esta deve ser rigidamente controlada, fiscalizada e acompanhada por profissionais habilitados.

Segundo Genatios (1976), o interesse pela problemática intensifica-se na década de 30, sendo que o principal tema de publicações, na década de 40, ainda gira em torno da incineração. O manejo adequado dos RSS, no sentido de minimizar o risco de contaminação, marca a década de 50, a partir da qual também os resíduos radioativos passam a ser alvo de preocupação.

A urgência de um controle adequado destes resíduos, o qual evitasse a dispersão de doenças infecciosas que pudessem ser transmitidas, por meio da necessidade de mecanização dos serviços; o acondicionamento dos resíduos em sacos plásticos; os problemas decorrentes do transporte através de dutos; o uso de equipamentos capazes de reduzir o volume e de controlar os líquidos gerados nessa operação; a problemática da poluição atmosférica gerada pela utilização de incineradores; o tratamento de resíduos gerados por indivíduos portadores de doenças infectocontagiosas, e os problemas originados pela utilização de materiais radioativos são as temáticas apresentadas nas publicações da década de 60. (Genatios, 1976).

A década de 70 destaca-se pela preocupação com a utilização de técnicas mais avançadas na abordagem dos problemas relacionados aos RSS, particularmente com: o uso crescente de materiais descartáveis; o uso generalizado de material radioativo; a contaminação atmosférica; o armazenamento de resíduos descartáveis, e a importância do planejamento dos serviços e o uso de equipamentos de proteção

individual (EPIs), indispensáveis para o manejo de RSS. Estes mesmos conceitos foram o foco da abordagem dos trabalhos produzidos na década de 80.

Particularmente no Brasil, onde os órgãos de meio ambiente e saúde divergiam – e em algumas situações ainda divergem – sobre o potencial de risco biológico de certos resíduos, a década de 90 foi marcada por discussões relativas aos potenciais de risco, à *reciclabilidade* e *descartabilidade* dos RSS.

A partir de 2004, os órgãos de meio ambiente e saúde deram início a discussões conjuntas a respeito da temática, considerando a responsabilidade de ambos em legislar acerca do tema, já que até então o assunto vinha sendo tratado prioritariamente pelos órgãos de meio ambiente. Se a necessidade de consonância das normativas destes dois órgãos já se constituía em um problema histórico na condução da questão, soma-se a isto a complexidade do RSS sob o viés legal e normativo, considerando que todo e qualquer instrumento legal, resolutivo e normativo, relacionado a resíduos sólidos domésticos, industriais ou especiais, deve ser atendido.

Assim sendo, embora a problemática dos RSS tenha sido discutida durante décadas, os conceitos básicos quanto às definições e às terminologias utilizadas ainda não estavam devidamente consolidados, gerando dúvidas e controvérsias. Estas divergências levaram à revisão da Resolução Conama 283 (Brasil, 2001), a qual sucedeu a Resolução Conama 05 (Brasil, 1993), bem como à revisão da RDC 33 (Brasil, 2003), no sentido de afinar as terminologias, os conceitos e procedimentos. Destes processos resultaram a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) e a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), as quais colocam fim às divergências quanto à classificação, assumindo conjuntamente as categorias de resíduos que compõem os RSS.

Embora muitos estudos tenham sido realizados nas últimas três décadas sobre o tema, ainda restam lacunas particularmente no que tange às características quantitativas e qualitativas dos riscos inerentes às suas distintas frações componentes e às formas mais adequadas ao gerenciamento (Schneider, 2004).

2.2 Por que os RSS são tratados como tema especial?

Os RSS são caracterizados principalmente por sua alta heterogeneidade, uma vez que apresentam, em sua composição, resíduos de natureza diversa, podendo ser comparados:

- aos resíduos domiciliares – devido à elevada geração de resíduos comuns, especificamente em hospitais, e devido à elevada geração de resíduos recicláveis, especificamente em relação aos setores de almoxarifado, cozinha, lancheria e farmácia, os quais descartam grandes quantidades de embalagens (assemelhando-se aos estabelecimentos comerciais), e mesmo em relação à própria assistência à saúde, como por exemplo a geração de frascos de soro, os quais possuem um alto valor agregado no mercado da reciclagem;
- aos resíduos industriais e de serviços – devido ao potencial de geração de resíduos com risco químico (medicamentos, quimioterápicos, reveladores e

fixadores de raios X; produtos químicos utilizados na desinfecção de materiais, ambientes e lavanderias; lâmpadas; baterias e congêneres, gerados nos serviços de manutenção, entre outros);

- aos resíduos de fontes radioativas – quando os estabelecimentos possuem sistemas de tratamento à base de radionuclídeos.

Além de todas estas tipologias de resíduos passíveis de geração na assistência à saúde, existem os resíduos potencialmente infectantes, os quais são inerentes aos serviços de saúde e podem ser gerados por meio de um grande número de atividades direta ou indiretamente relacionadas à saúde humana e animal.

Por conta desta diversidade, uma vez que representantes de praticamente todos os tipos de resíduos gerados pela sociedade podem ser encontrados nesta atividade, além dos específicos, os RSS são passíveis de normatizações, regulamentações, resoluções e leis nas diversas instâncias, nos conselhos e órgãos específicos. Sendo assim, o gerenciamento dos RSS deve atender todos os dispositivos legais, resolutivos e normativos para resíduos sólidos na área ambiental, em âmbito federal, estadual e municipal; aos órgãos da saúde e vigilância sanitária em todas as instâncias; às normas da ABNT; às determinações do Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN), podendo envolver ainda outros setores, quando considerados especialmente os fatores de natureza ambiental, transporte, fiscalização, gestão e planejamento, obras e instalações, ciências dos materiais, engenharia, arquitetura, etc.

2.3 A definição de políticas para os RSS

O potencial de risco dos RSS tem sido considerado o fator norteador para as diferentes etapas de seu gerenciamento, tais como a segregação, o cuidado com o manejo, o acondicionamento, entre outras. Questões relativas ao auto e ao heterocuidado, as quais implicam questões de saúde ocupacional e pública, têm sido alvo também das preocupações com estes resíduos.

Mais especificamente na última década, os RSS vêm se transformando em objeto de debates, estudos e pesquisas, bem como em desafios e motivo de preocupação para as autoridades mundiais. A realidade do Brasil não é diferente. Ampla discussão acerca da questão vem sendo conduzida, levando a uma crescente e constante mudança nos sistemas de gerenciamento dos estabelecimentos geradores e dos municípios brasileiros com reflexos também nos instrumentos legais, resolutivos e normativos inerentes ao tema.

No Brasil, em particular quem tem assumido o papel de orientar, regrar e regular a conduta dos diferentes agentes, no que se refere à geração e ao manejo dos RSS, com o objetivo de preservar a saúde e o meio ambiente, e garantindo sua sustentabilidade, é a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). Embora muito se tenha avançado nas discussões e na implementação de sistemas de gerenciamento de RSS, em fontes geradoras, o foco, muitas vezes, ainda são os hospitais e postos de saúde, ficando um

contingente de atividades de assistência à saúde, a pesquisa, o ensino, dentre outras, merecendo uma maior atenção.

Diante deste cenário, considera-se que:

- a legislação ambiental está calcada no Princípio da Prevenção do dano ao meio ambiente e no Princípio da Precaução;
- a ausência de certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental;
- é de competência do Conama legislar sobre temas relativos ao meio ambiente, enquanto que cabe à Anvisa legislar sobre temas relativos à saúde;
- mais de 50% dos municípios do País não possuem aterros sanitários, sendo que a disposição de resíduos ocorre a céu aberto[2] e, em muitos casos, na presença de catadores e animais domésticos, o que aumenta os riscos de proliferação de doenças e vetores, além dos riscos ambientais.

Cada vez mais se impõe o debate e o acercamento das diferentes instâncias na definição de critérios que atendam tanto a minimização dos impactos decorrentes da geração destes resíduos quanto dos riscos à saúde pública e ambiental.

A definição de uma Política Nacional de Resíduos de Serviços de Saúde depende, portanto, de um esforço colegiado e da capacidade dos diferentes atores envolvidos no processo, de integrar conhecimentos de várias áreas para melhor lidar com esta problemática tão complexa.

2.4 Responsabilidades relativas aos RSS

Os estabelecimentos de serviços de saúde são os responsáveis pelo correto gerenciamento de todos os RSS por eles gerados, cabendo aos órgãos públicos, dentro de suas competências, a gestão, a regulamentação e a fiscalização.

Embora a responsabilidade direta pelos RSS seja dos estabelecimentos de serviços de saúde, por serem os geradores, esta se estende a outros atores, em particular ao Poder Público e às empresas de coleta, tratamento e disposição final. A Constituição Federal de 1988 (CF/1988) estabelece, em seu art. 30, a responsabilidade dos municípios em "[...] organizar e prestar, diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local [...]" (Brasil, 1988).

No que concerne aos aspectos de biossegurança e prevenção de acidentes e da preservação da saúde e do meio ambiente, a regulamentação, orientação e fiscalização, relativa ao correto gerenciamento dos RSS, compete à Anvisa, ao Ministério do Meio

[2] O Brasil, por meio da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010) e do Plano Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2012), estabelece como meta, o ano de 2014 para a erradicação da disposição final ambientalmente inadequada no País (lixões). Com o encerramento deste prazo, os agentes envolvidos incorrem nos crimes previstos na Lei Federal 9.605. (Brasil, 1998).

Ambiente e ao Sisnama, estes com o apoio das Vigilâncias Sanitárias dos estados, municípios e do Distrito Federal; aos órgãos de meio ambiente regionais; órgãos de limpeza urbana, e à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN).

Na gestão de RSS, os estabelecimentos prestadores de serviços de saúde podem contratar terceiros para a execução dos serviços de limpeza, coleta de resíduos, tratamento, disposição final e comercialização de materiais recicláveis. Por isso, é importante ter disponíveis mecanismos que permitam verificar se os procedimentos definidos e a conduta dos atores estão em sincronia com as leis. As contratações devem exigir e garantir que as empresas cumpram o arcabouço legal vigente.

Ao assegurar o cumprimento da legislação, por parte de empresas terceirizadas, o gerador tem como responsabilizá-los em caso de irregularidades, tornando-os corresponsáveis no caso de danos decorrentes da prestação destes serviços. Especialmente nos casos de empresas contratadas para o transporte, tratamento e a disposição final dos resíduos, é necessário exigir tanto a licença de operação (LO) como os documentos de monitoramento ambiental previstos no licenciamento.

A responsabilidade do gerador perdura mesmo após a disposição final do resíduo, posto que o destinatário solidariza-se com o gerador quando este assume a carga de resíduos. Salienta-se que esta relação perdura enquanto for possível identificar o agente gerador do resíduo. Trata-se do que se convencionou chamar "responsabilidade do berço ao túmulo" ou "responsabilidade compartilhada", expressão definida na PNRS como sendo o

> conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos. (Brasil, 2010).

Neste aspecto, ainda, a formação dos profissionais da área da saúde sobre o tema é fator fundamental, uma vez que o determinante final do descarte é o conceito construído por este acerca do caráter de periculosidade e/ou tratabilidade, seja ele biológico, químico, radioativo ou reciclável. O ato de descartar é inerente à atividade profissional, e a decisão de como ou onde descartar é sempre deste último. Isto considerado, é fundamental que o tema, cada vez mais, assuma seu espaço nos currículos dos profissionais que irão atuar na área da saúde, bem como nas propostas de formação continuada dos profissionais ora atuantes.

O não entendimento de critérios mínimos para o gerenciamento dos RSS pode levar a situações de risco decorrentes do manejo inadequado, podendo causar danos à saúde da população fixa ou flutuante do estabelecimento prestador de serviços de saúde (funcionários e pacientes), como também causar impactos à saúde pública e ao meio ambiente, particularmente àqueles que, direta ou indiretamente, manuseiam esses resíduos. Os trabalhadores da área da saúde, os pacientes, os funcionários da

coleta pública e a população vizinha desses locais são os que correm maior risco em um primeiro momento. Finalmente, os danos podem alcançar a população em geral, tendo em vista as alterações e a contaminação ambiental (solo, água, ar), que pode ser causada pelos resíduos infectantes e químicos, além do risco aos catadores e consumidores de materiais recolhidos da massa dos RSS.

Sendo assim, a metodologia para o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde em unidades hospitalares, ambulatoriais ou clínicas deve visar à proteção da qualidade de vida dos funcionários e do meio ambiente. Através do estudo do fluxo dos resíduos em determinados estabelecimentos geradores, é possível obter um panorama dos problemas ali enfrentados e um maior conhecimento das alternativas técnicas a serem implementadas.

A evolução das formas de lidar com os RSS e a definição de responsabilidades, quanto ao manejo dos mesmos, depende de uma classificação e da definição das características essenciais dos múltiplos conceitos envolvidos na problemática. A diversidade de conceitos e entendimentos dos mesmos, somados à multiplicidade de características dos RSS, confere a estes um caráter complexo que dificulta o consenso sobre o que e de que forma os resíduos gerados na assistência à saúde precisam ser manejados.

A adoção de formas adequadas para o gerenciamento dos RSS depende, fundamentalmente, da mudança de postura dos geradores, não somente dos trabalhadores da saúde, mas das fontes geradoras e da sociedade como um todo, com relação ao ambiente, de forma a encará-lo na sua finitude de recursos. Para que esta mudança se efetive, é necessário o acesso ao conhecimento que, por sua vez, deve estar sendo permanentemente reavaliado, por meio de uma análise crítica da realidade. (Rosado et al., 2000).

A responsabilidade legalmente instituída (Anvisa e Conama) não exime a responsabilidade individual (de cada profissional e de cada cidadão) e institucional (geradores), desde a minimização da geração até o destino final de tais resíduos.

2.5 Considerações finais

Os RSS constituem um tema especial na temática dos resíduos sólidos e do saneamento por sua relação intrínseca com a saúde. Por se tratar de resíduos gerados na assistência direta ou indireta à saúde humana e animal, sua complexidade é correlata à complexidade da própria assistência. A evolução da tecnologia de diagnósticos, equipamentos e materiais reflete-se em desafios ao gerenciamento dos resíduos resultantes.

Este tipo de resíduo, sem sombra de dúvida, constitui-se no mais desafiador dos temas da área, por sua heterogeneidade e pela necessidade de associar conhecimentos, substâncias componentes, características físico-químicas e biológicas de materiais e resíduos, além de conhecimentos relativos ao saneamento ambiental e a tecnologias para o transporte, tratamento e a disposição final. Neste contexto, o tema envolve grande variedade de instrumentos legais, resolutivos e normativos de diferentes áreas,

em particular correlatas à saúde e ao meio ambiente, as quais devem regrar conjuntamente o mesmo.

A complexidade do tema requer, portanto, profissional(is) com formação específica e, ao mesmo tempo abrangente, e equipes multidisciplinares que consigam estender o olhar sobre o fenômeno da forma mais ampla possível, no sentido de alcançar a máxima eficiência no gerenciamento, evitando-se os riscos à saúde ambiental em seus múltiplos aspectos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.807:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia*. Rio de Janeiro, ABNT, 1993a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.807:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia*. Rio de Janeiro, ABNT, 2013a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.808:1993 – Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 1993b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Manuseio*. Rio de Janeiro, ABNT, 1993c.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento*. Rio de Janeiro, ABNT, 2013b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.810:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Coleta*. Rio de Janeiro, ABNT, 1993d.

BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil, de 5 de outubro de 1988. Institui a Constituição da República Federativa do Brasil. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo.* Brasília, DF, 1988. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 14 jun. 2012.

_____. Lei Federal 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo*. Brasília, DF, 1998. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 14 jun. 2012.

_____. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo*. Brasília, DF, 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 14 jun. 2012.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *RDC 33*, de 25 de fevereiro de 2003. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2003.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Resolução *RDC 306*, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 05*, de 31 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. Brasília, DF, 1993. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 14 mar. 2012.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 283*, de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2001. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 14 mar. 2012.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 358*, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 14 mar. 2012.

_____. Ministério do Meio Ambiente. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.sinir.gov.br>. Acesso em: 25 jul. 2014.

BURCHINAL, J. C.; WALLACE, L. P. *A study of institutional solid wastes*. Charleston, WV: University of West Virginia, Department of Civil Engineering, 1971.

GENATIOS, E. Manejo y transporte de desechos sólidos de institutos hospitalarios y formas de determinar lãscantida desproducidas. In: Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria Y Ambiental, 1976, Caracas. *Anais...* Caracas: Universidad Central de Venezuela. 1976.

ROSADO, R. M. et al. Caracterização quanti-qualitativa dos resíduos recicláveis de hospitais de Porto Alegre/RS, encaminhados a coleta seletiva realizada pelo DMLU. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Anais...* Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. p. 1-10.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde:* contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. 2004. 242 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

3

Classificação e segregação de resíduos de serviços de saúde como determinantes da eficácia do gerenciamento

Vania Elisabete Schneider

Classificar e segregar resíduos sólidos, independentemente da sua fonte geradora e de suas características, é essencial ao cumprimento dos objetivos da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS). Neste contexto, o gerenciamento dos resíduos configura-se em uma ferramenta eficaz, tanto sob o aspecto socioambiental quanto sob o aspecto econômico. A combinação destes fatores, na forma do *triple bottom line,*[1] faz com que o conceito da sustentabilidade tome corpo, transcendendo uma concepção meramente teórica e assumindo relevância prática nas atividades modernas.

No que concerne à tipologia específica dos resíduos gerados em atividades de assistência humana ou animal, reconhecidamente resíduos de serviços de saúde (RSS), a prática do gerenciamento assume maior relevância, uma vez dadas as características dos resíduos gerados (perigosos e não perigosos), os riscos associados à saúde humana ou animal, os riscos associados ao meio ambiente, os custos inversamente proporcionais à eficácia das políticas de gerenciamento, a existência

[1] O *triple bottom line,* ou tripé da sustentabilidade, representa o conjunto de elementos necessários a implementação de políticas de sustentabilidade nas organizações. Representada pelos 3Ps (*People* – pessoas, a parcela social; *Planet* – planeta, a parcela ambiental; e *Profit* – lucro, a parcela econômica), a combinação equalizada destes três elementos possibilita a aplicação prática do conceito da sustentabilidade.

de diferentes políticas públicas de comando e controle, com interface à temática, dentre outros aspectos.

As etapas de classificação e segregação de RSS são a base de um sistema de gerenciamento. Quando eficientes, via de regra conduzem a melhores performances em termos de custos, gerando benefícios particulares e difusos. O presente capítulo tem por objetivo apresentar e discutir as etapas de classificação e segregação dos RSS, visando destacar os principais pontos que devem ser considerados quando do planejamento e da implementação de seus sistemas de gerenciamento.

3.1 Classificação: o aspecto inicial para a proposição de um sistema de gerenciamento

O ponto de partida para o gerenciamento de resíduos é a sua classificação. A partir desta, é possível definir a categoria a qual cada resíduo pertence, bem como suas particularidades, o potencial de risco, a reciclabilidade e a descartabilidade. A classificação é fundamental para a orientação da segregação e, por consequência, dos resultados em termos de geração, possíveis impactos à saúde e ao meio ambiente, definição dos sistemas de tratamento e disposição final, ou seja, define o sucesso das demais fases do gerenciamento. A classificação, no entanto, pode variar de acordo com os parâmetros a serem adotados e aos fins a que se destina.

A realização de estudos e diagnósticos, em não obedecendo a critérios claros e definidos, de acordo com objetivos específicos que subsidiem o planejamento e a gestão, pode levar a equívocos no dimensionamento de sistemas de gerenciamento. Neste sentido, a classificação tem um papel determinante, pois vai subsidiar a realização de estudos de caracterização física e composição gravimétrica que, por sua vez, orienta a definição de vários aspectos de natureza técnica, ambiental, econômica, social entre outras.

Vários autores discutem a classificação de resíduos sob diferentes aspectos, que vão desde a origem, a composição química, o potencial de risco, e de reciclabilidade, e a tratabilidade, dentre outros.

A Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) (Brasil, 2010) trata desta questão em seu art. 13, classificando os resíduos conforme apresentado na sequência:

I – Quanto à origem:

A classificação quanto à origem refere-se apenas às fontes geradoras e não à composição dos resíduos, conforme pode ser visualizado no quadro 1.

Quadro 1 – Classificação dos resíduos quanto à origem segundo a PNRS

Origem / Fontes Geradoras	Definição
Resíduos domiciliares	Originários de atividades domésticas em residências urbanas
Resíduos de limpeza urbana	Originários da varrição, limpeza de logradouros e vias públicas e de outros serviços de limpeza urbana
Resíduos sólidos urbanos	Os resíduos classificados como domiciliares e de limpeza urbana
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços	Gerados nessas atividades, excetuados os resíduos de limpeza urbana, de serviços públicos de saneamento básico, de serviços de saúde, da construção civil e de serviços de transportes
Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Gerados nessas atividades, excetuados os resíduos urbanos
Resíduos industriais	Gerados nos processos produtivos e em instalações industriais
Resíduos de serviços de saúde	Gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamentos ou normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS)
Resíduos da construção civil	Gerados nas construções; em reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluídos os resultantes da preparação e escavação de terrenos para obras civis
Resíduos agrossilvopastoris	Gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades
Resíduos de serviços de transportes	Originários de portos, aeroportos, terminais alfandegários, rodoviários e ferroviários, passagens de fronteira
Resíduos de mineração	Gerados na atividade de pesquisa, extração ou beneficiamento de minérios

Fonte: Adaptado de Brasil (2010).

II – Quanto à periculosidade:

Esta classificação refere-se ao potencial de risco que os resíduos podem apresentar, tanto do ponto de vista biológico e radiológico quanto químico (quadro 2).

Quadro 2 – Classificação dos resíduos quanto à periculosidade segundo a PNRS

Resíduos	Definição
Resíduos perigosos	Aqueles que, em razão de suas características de *inflamabilidade*, *corrosividade*, *reatividade*, *toxicidade*, *patogenicidade*, *carcinogenicidade*, *teratogenicidade* e *mutagenicidade* apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica
Resíduos não perigosos	Aqueles não enquadrados como resíduos domiciliares

Fonte: Adaptado de Brasil (2010).

A PNRS ressalva, em seu art. 20, que os resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços, os quais, uma vez caracterizados como não perigosos podem, em razão de sua natureza, composição ou volume, ser equiparados, pelo Poder Público municipal, aos resíduos domiciliares.

As normas e resoluções existentes no Brasil, por sua vez, classificam os resíduos em função dos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde, como também em função da sua natureza e origem. Com relação aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, a NBR 10.004 (ABNT, 2004) – considerada a "norma-mãe" para a classificação de resíduos e para a elaboração de laudos de classificação – classifica os resíduos conforme apresentado no quadro 3.

Quadro 3 – Classificação dos resíduos quanto à periculosidade segundo a NBR 10.004

Classe / Periculosidade	Definição	
Classe I / Perigoso	Aqueles que, em função de suas propriedades físicas, químicas ou biológicas, podem apresentar riscos à saúde e ao meio ambiente. São assim caracterizados por possuírem uma ou mais das seguintes propriedades: *inflamabilidade*, *corrosividade*, *reatividade*, *toxicidade* e *patogenicidade*	
Classe II / Não perigoso	Classe II – A Não inertes	Assim classificados quando possuírem propriedades de *biodegradabilidade*, *combustibilidade* ou *solubilidade* em água
	Classe II – B inertes	Quando nenhum de seus constituintes é solubilizado a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, com exceção dos aspectos cor, turbidez, dureza e sabor

Fonte: Adaptado de ABNT (2004).

Relativamente à responsabilidade pelo gerenciamento dos resíduos, estes podem ser agrupados em dois grandes grupos conforme apresentado no quadro 4.

Quadro 4 – Classificação dos resíduos quanto à responsabilidade das fontes geradoras segundo a PNRS

Origem / Fontes geradoras	Definição
Resíduos domiciliares Resíduos de limpeza urbana Resíduos sólidos urbanos Resíduos dos serviços públicos de saneamento básico	Responsabilidade do Poder Público
Resíduos de estabelecimentos comerciais e prestadores de serviços Resíduos industriais Resíduos de serviços de saúde Resíduos da construção civil Resíduos agrossilvopastoris Resíduos de serviços de transportes Resíduos de mineração	Responsabilidade das fontes geradoras e compartilhada com os consumidores, segundo a PNRS

Fonte: Adaptado de Brasil (2010).

O quadro 5 e o quadro 6, apresentados a seguir, demonstram a classificação dos resíduos sólidos em função de sua origem, assim como os principais componentes encontrados em diferentes categorias de resíduos, segundo a Anvisa. (Brasil, 2006b).

Quadro 5 – Classificação dos resíduos sólidos em função da origem, dos componentes e da periculosidade segundo a Anvisa (Brasil, 2006b)

Classificação	Origem	Componentes / Periculosidade
Doméstico ou residencial	Residências	*Biodegradáveis*: restos de alimento, absorventes higiênicos, fraldas descartáveis, papel higiênico, guardanapos de papel, resíduos de limpeza de jardim e varrição *Recicláveis*: jornais, revistas, embalagens vazias, frascos de vidros, papel e plásticos em geral *Perigosos*: embalagens contendo tintas, solventes, pigmentos, vernizes, pesticidas, óleos lubrificantes, fluido de freio, medicamentos, pilhas, baterias, lâmpadas incandescentes e fluorescentes, etc.

Quadro 5A – Classificação dos resíduos sólidos em função da origem, dos componentes e da periculosidade segundo a Anvisa (Brasil, 2006b)

Comercial	Supermercados, bancos, lojas, bares, restaurantes, etc.	** Os componentes variam de acordo com a atividade desenvolvida* *Biodegradáveis:* bares, restaurantes e refeitórios (geram resíduos orgânicos semelhantes aos domésticos) *Recicláveis:* à semelhança dos domésticos, porém com maior geração de embalagens de papelão, madeira e isopor *Perigosos:* comércio de produtos químicos em geral, como tintas e poluentes, óleos e graxas, medicamentos, agroquímicos, dentre outros (são responsáveis pela logística reversa de produtos e embalagens, e deverão ter mecanismos de recebimento e armazenamento)
Público	Limpeza de vias públicas (inclui varrição e capina), praças, praias, galerias, córregos, terrenos baldios, feiras livres e dejetos ou corpos de animais mortos	*Biodegradáveis:* podas e varrição (quando da queda de folhas em vias públicas), limpeza de parques e jardins *Recicláveis:* materiais com potencial de reciclabilidade descartados nas vias públicas. *Resíduos difusos (descartados pela população):* entulhos, papéis, embalagens em geral, alimentos, cadáveres, fraldas, etc. *Perigosos*: podem ser encontrados como resultantes de descarte inadequado

Fonte: Adaptado de Brasil (2006b).

Quadro 6 – Resíduos de fontes especiais segundo a Anvisa

Classificação	Origem	Componentes / Periculosidade
Industrial	Indústria metalúrgica, elétrica, química, de papel e celulose, têxtil, etc.	Composição dos resíduos varia de acordo com a atividade (lodos, borra de tinta, cinzas, borrachas, metais, vidros, fibras, cerâmica, etc.) São classificados pela NBR 10.004 (ABNT, 2004) em: *Classe I* (perigosos), *Classe II-A* (não inertes e não perigosos) e *Classe II-B* (inertes e não perigosos)

Quadro 6A – Resíduos de fontes especiais segundo a Anvisa

Construção civil	Construção, reformas, reparos, demolições, preparação e escavação de terrenos	São classificados por meio da Resolução Conama 307 (Brasil, 2002), alterada pela Resolução Conama 431 (Brasil, 2011) como: *Classe A* – reutilizáveis e recicláveis (solos, tijolos, telhas, placas de revestimento) *Classe B* – recicláveis para outra destinação (plásticos, papel/papelão, metais, vidros, madeiras e gesso) *Classe C* – não recicláveis *Classe D* – perigosos (amianto, tintas, solventes, óleos, resíduos contaminados – reformas de clínicas radiológicas e unidades industriais)
Radioativos	Serviços de saúde, instituições de pesquisa, laboratórios e usinas nucleares	*Resíduos contendo substância radioativa* com atividade acima dos limites de eliminação
Portos, aeroportos e terminais rodoferroviários	Resíduos gerados em terminais de transporte, navios, aviões, ônibus e trens	*Resíduos com potencial de causar doenças* – tráfego intenso de pessoas de várias regiões do país e mundo. *Cargas contaminadas* – animais, plantas, carnes
Agrícola	Gerado na área rural – agricultura	*Resíduos perigosos* – contêm restos de embalagens impregnadas com fertilizantes químicos, pesticidas, vacinas e medicamentos utilizados na criação animal, resíduos de manutenção veicular ou de equipamentos agrícolas (óleos, graxas, lubrificantes, etc.)
Saúde	Qualquer atividade de natureza médico-assistencial humana ou animal; clínicas odontológicas, veterinárias, farmácias, centros de pesquisa; farmacologia e saúde, medicamentos vencidos; necrotérios, funerárias, medicina legal; barreiras sanitárias	*Resíduos infectantes (Grupo A)* – cultura, vacina vencida, sangue e hemoderivados, tecidos, órgão, produto de fecundação com as características definidas na Resolução Anvisa 306 (Brasil, 2004), materiais resultantes de cirurgia, agulhas, ampola, pipeta, bisturi, animais contaminados, resíduos que entraram em contato com pacientes (secreções, refeições, etc.) *Resíduos especiais* – rejeitos radioativos, medicamento vencido, contaminado, interditado, resíduos químicos perigosos *Resíduos comuns* – não entram em contato com pacientes (setores administrativos, restos de alimentos, etc.)

Fonte: Adaptado de Brasil (2006b).

III – Quanto ao estado físico:

Os resíduos podem ser classificados, ainda, em função de seu estado físico, o que resulta em processos de gerenciamento, tratamento e disposição final, que requerem tecnologias pertinentes. O quadro 7 apresenta os diferentes estados físicos dos resíduos e suas potenciais fontes geradoras.

Quadro 7 – Estado físico dos resíduos e respectivas fontes geradoras segundo a Anvisa

Estado físico dos resíduos	Fontes Geradoras
Resíduos sólidos	Atividades domésticas, industriais, comerciais, de serviços de saúde e de construção civil
Resíduos líquidos e efluentes	Toda e qualquer atividade que gere resíduos na forma líquida (tintas, solventes, medicamentos, produtos químicos em geral, banhos galvânicos, efluentes domésticos, industriais e hospitalares, etc.)
Resíduos gasosos	Atividades industriais, incineradores, aterros sanitários, etc.
Resíduos pastosos	Lodos de estações de tratamento de água e de tratamento de efluentes

Fonte: Adaptado de Brasil (2006b).

Para o correto gerenciamento dos RSS, tanto intra quanto extramuros, a classificação deve estar claramente definida pelo estabelecimento gerador, o qual deverá considerar o setor de geração, a natureza e o potencial de risco dos resíduos, a fim de oferecer segurança e minimizar riscos, tanto ao agente que maneja estes resíduos quanto ao meio ambiente. A classificação permite tomar decisões quanto aos resíduos que deverão ser recuperados e quais deverão seguir seu fluxo para o tratamento e/ou a disposição final.

Cada estabelecimento deve procurar na legislação vigente, e em conhecimentos já desenvolvidos, subsídios para a definição de critérios de classificação dos RSS, a qual vem sofrendo um processo de evolução contínuo, na medida em que são introduzidos novos tipos de resíduos nas unidades de saúde e como resultado do conhecimento do comportamento destes perante o meio ambiente e a saúde. Estes são requisitos ao estabelecimento de uma gestão segura, com base nos princípios da avaliação e do gerenciamento dos riscos envolvidos na sua manipulação. (Brasil, 2006b).

A classificação dos RSS mais adotada atualmente no Brasil é aquela proposta pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) 306, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Brasil, 2004) – bem como aquela expressa pela Resolução 358, do Conselho Nacional do Meio Ambiente. (Brasil, 2005).

A RDC 306 (Brasil, 2004) e, posteriormente, a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) vieram subsidiar muitos questionamentos relativos a alguns tipos de resíduos, como, por exemplo, em relação a frascos de medicamentos, fraldas, absorventes e papel higiênico, bem como de resíduos alimentares. No entanto, alguns resíduos ainda suscitam dúvidas, a exemplo de peças anatômicas, consideradas resíduos infectantes (Grupo A), que muitas vezes são conservadas em formol para posterior análise cito, histo ou anatomopatológica. Neste caso, ocorre uma transformação do resíduo, ou seja, a adição de formol à peça torna-a, pelas características químicas do produto, um resíduo "químico perigoso", passando a ser classificado como Grupo B. Surge, então, o problema quanto ao tratamento e à disposição final destes resíduos. Algo parecido ocorre com os frascos de medicamentos, que também contêm resíduos químicos de forma residual.

Sem sombra de dúvida, o empenho dos dois órgãos reguladores dos resíduos gerados na área da saúde (Anvisa e Conama), em adotar uma classificação única, veio esclarecer muitas das dúvidas deixadas pelos instrumentos regulatórios anteriores. Porém, em alguns itens ainda a decisão fica a critério do gerador, que é quem deve ter conhecimento claro e seguro em relação ao resíduo que está sendo gerado e como os mesmos devem ser descartados.

A Resolução Conama 358 utiliza a mesma classificação da Resolução RDC 306 da Anvisa, que classifica os resíduos em cinco grupos, considerando o critério de periculosidade: Grupo A (Risco biológico), B (Risco químico), C (Risco radiativo), D (Comuns e recicláveis) e E (Perfurocortantes – Risco Físico). O quadro 8 apresenta a classificação adotada atualmente pela Anvisa e pelo Conama.

Os critérios quanto à periculosidade devem ser buscados na NBR 10.004 (ABNT, 2004) e em seus anexos, nos quais constam as substâncias notadamente perigosas, as que conferem periculosidade aos resíduos, fontes geradoras de resíduos Classe I, substâncias tóxicas e agudamente tóxicas. Entre estas, constam vários princípios ativos de medicamentos.

Quadro 8 – Classificação dos RSS por grupo de resíduo segundo a Anvisa e o Conama

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE		
Grupo A		*Resíduos biológicos* – Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção
	A1	– Culturas e estoques de micro-organismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de micro-organismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética – Resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes da classe de risco 4; micro-organismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causadores de doença emergente, que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido – Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes, rejeitadas por contaminação ou por má-conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta – Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos; recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre
	A2	– Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações; cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou à confirmação diagnóstica
	A3	– Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas, ou estatura menor que 25 centímetros, ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares
	A4	– Kits de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados – Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares – Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham nem sejam suspeitos de conter agentes classe de risco 4, nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou micro-organismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante, ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons – Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo – Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenham sangue ou líquidos corpóreos na forma livre – Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos, ou de estudos anatomopatológicos, ou de confirmação diagnóstica – Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos bem como suas forrações – Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão
	A5	– Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons
Grupo B		*Resíduos químicos* – contém substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características: *inflamabilidade*, *corrosividade*, *reatividade* e *toxicidade* Exemplo: medicamentos apreendidos, reagentes de laboratório, resíduos contendo metais pesados, dentre outros
Grupo C		*Rejeitos radioativos* – quaisquer materiais resultantes de atividades humanas que contenham *radionuclídeos* em quantidades superiores aos limites de eliminação especificados nas Normas da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), como, por exemplo, serviços de medicina nuclear e radioterapia
Grupo D		*Resíduos comuns* – não apresentam risco biológico, químico ou radiológico à saúde ou ao meio ambiente, podendo ser equiparados aos resíduos domiciliares Exemplo: sobras de alimentos e do preparo de alimentos, resíduos das áreas administrativas, etc.
Grupo E		*Materiais perfurocortantes* – materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, ampolas de vidro, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas, espátulas e outros similares

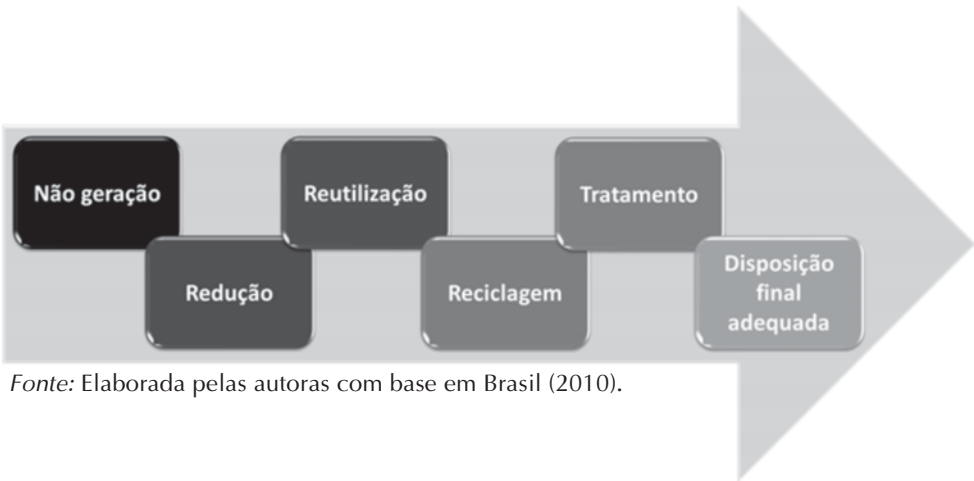
Fonte: Adaptado de Brasil (2004) e de Brasil (2005).

3.2 Segregação: determinante da eficiência dos sistemas de gerenciamento

A segregação é uma das operações fundamentais para permitir o cumprimento dos objetivos de um sistema eficiente de gerenciamento de resíduos, consistindo na separação ou seleção apropriada dos resíduos a serem acondicionados segundo a classificação adotada. Essa operação deve ser realizada na fonte de geração e está condicionada à prévia capacitação do pessoal de serviço. (Brasil, 2006b).

A segregação é a etapa determinante para a sequência hierárquica estabelecida pela PNRS (Brasil, 2010), a qual é apresentada na figura 1.

Figura 1 – Sequência hierárquica para o gerenciamento dos resíduos sólidos segundo a PNRS



Fonte: Elaborada pelas autoras com base em Brasil (2010).

O atendimento à hierarquia no gerenciamento (ou gestão) dos resíduos sólidos, no entanto, passa pelo estabelecimento de critérios em que o resultado final deriva da etapa de segregação.

O gerenciamento dos RSS deve ter como princípio a segregação na fonte, o que resulta na redução do volume de resíduos com potencial de risco e da incidência de acidentes ocupacionais. O ideal, segundo Brasil (2006a), é que tal operação seja pensada como um processo contínuo. Segundo o autor, esta deve se expandir, progressivamente, a todos os tipos de resíduos, tendo em vista a segurança, o reaproveitamento e a redução de custos no tratamento ou reprocessamento dos mesmos.

Cada especialidade de serviço de saúde gera diferentes tipologias de resíduos, de acordo com os procedimentos e materiais específicos de cada área. A efetiva gestão, para ser eficiente, levando em conta a minimização dos riscos adicionais dos RSS, deve adotar procedimentos de segregação, de acordo com o tipo de resíduo e no próprio local de geração.

A segregação na origem propicia a redução dos riscos para a saúde e o ambiente, impedindo que os resíduos potencialmente infectantes ou químicos, que

geralmente são frações pequenas, contaminem os outros resíduos gerados na assistência. Além disso, a segregação adequada minimiza os custos com tratamento, uma vez que apenas uma parcela (variável conforme a especialidade) deve receber tratamento especial. Por outro lado, a segregação aumenta a eficácia da recuperação de energia e matéria-prima, propiciando a geração de emprego e renda na cadeia da reciclagem. Segundo Brasil,

> a segregação de RSS costuma ser um ponto crítico do processo da minimização de resíduos potencialmente infectantes, podendo trazer resultados insatisfatórios na gestão desses. Sem uma segregação adequada, cerca de 70 a 80% dos resíduos gerados em serviços de saúde, que não apresentam risco, acabam potencialmente contaminados. É fundamental coibir a prática de misturar resíduos de áreas com riscos distintos e passar a considerá-los "resíduos infectantes". Essa conduta de misturar resíduos pode ser explicada por razões culturais, operacionais, econômicas, tecnológicas e de recursos humanos. (Brasil, 2006b, p. 106).

Considera-se a segregação o ponto fundamental de toda a discussão sobre a periculosidade ou não dos RSS por ser esta a ferramenta de gestão mais importante, no sentido de evitar a mistura e o aumento de volume dos resíduos com maior potencial de risco. A NBR 12.807 (ABNT, 2013) define segregação como a "operação de separação de resíduos no momento da geração, em função de uma classificação previamente adotada para esses resíduos". Quanto à RDC 306 (Brasil, 2004), esta define a segregação como sendo "a separação dos resíduos no momento e local de sua geração, de acordo com as características físicas, químicas, biológicas, o seu estado físico e os riscos envolvidos".

De acordo com Takayanagui (1993) e Descarpack (1997), os principais objetivos para a realização da segregação, em um estabelecimento gerador de RSS, são:

- minimizar os resíduos gerados;
- permitir o manuseio, o tratamento e a disposição final adequados para cada categoria de resíduos gerados;
- minimizar os custos empregados no tratamento e na disposição final;
- evitar a contaminação de uma grande massa de resíduos por uma pequena quantidade de resíduos perigosos;
- priorizar as medidas de segurança mais urgentes e aplicá-las onde são real-mente necessárias;
- separar os resíduos perfurantes e cortantes, evitando assim acidentes no seu manejo;
- comercializar os resíduos recicláveis.

Uma das principais características dos RSS é a heterogeneidade, resultante das diversas atividades assistenciais que são desenvolvidas nos vários estabelecimentos de saúde e que contribuem para a diversidade de resíduos gerados. Além disso, o fenômeno da descartabilidade determina, cada vez mais, que ações sejam implementadas no sentido de haver segregação ainda nas unidades, particularmente entre os resíduos que tomam ou não contato com pacientes, dos quais resulta o risco potencial de infectividade, o risco químico e o risco físico.

Quando ocorre a mistura de resíduos que contêm componentes não perigosos com perigosos, ou componentes infecciosos com perigosos, o volume total desses deve ser tratado como resíduo perigoso, o mesmo acontecendo com resíduos comuns, quando mesclados com resíduos infectantes. Logo, a chave para evitar a mistura e, consequentemente, um volume maior de resíduos com risco potencial, bem como facilitar a reciclagem de alguns, é a segregação.

Para minimizar resíduos, é necessário e indispensável separá-los por categorias e características comuns. A implementação da segregação, entretanto, requer um manuseio adicional e um julgamento especial, principalmente no caso de locais de maior risco e com resíduos mais problemáticos, como químicos, radioativos, perfurocortantes e infectantes. (Risso, 1993; Schneider et al., 2004).

A escassez de recursos humanos capacitados para gerenciar problemas ambientais, decorrentes da segregação de resíduos é uma realidade nos serviços de saúde. Esta, aliada à escassez de recursos tecnológicos, parece limitar a ação dos próprios administradores dos serviços de saúde, no sentido de disciplinar os mecanismos de geração e manejo dos resíduos, como também de controlar problemas por eles ocasionados.

Nesse sentido, a decisão de implantar a segregação dos resíduos na fonte geradora deve considerar a relação existente entre risco e benefício, e deve ser feita em conjunto com os administradores dos serviços de saúde e com a administração municipal. Para tal, cumpre levar em consideração a vantagem da minimização do volume a ser tratado, o qual efetivamente apresenta risco biológico, por exemplo. Por outro lado, para que a segregação dos resíduos seja eficiente, é necessária uma classificação preestabelecida, definindo uma hierarquia em função de uma ou mais características, considerando questões operacionais, ambientais e sanitárias. (Schneider, 2004).

Como ponto de partida do funcionamento do sistema de gerenciamento, a segregação tem uma significativa importância no desenvolvimento das demais fases e é recomendada como meio para assegurar que cada categoria receba apropriado e seguro manejo, tratamento e disposição final. A segregação torna-se atrativa desde que diminua tanto os riscos inerentes a estes como também o custo do tratamento e da disposição final, racionalizando os recursos, facilitando ainda a ação em caso de acidente ou emergência, e intensificando as medidas de segurança, apenas onde elas são necessárias.

Convém ressaltar que a segregação deve ocorrer no local de origem e ser coerente com os métodos de tratamento e a disposição utilizados, visando facilitar

esses procedimentos. Estas ações devem ser efetuadas pelas pessoas que estão gerando os resíduos e, portanto, estão teoricamente melhor qualificadas para avaliar os riscos associados a estes. Por ser um ponto delicado que está sujeito a erros humanos e disponibilidade dos indivíduos para realizá-la, a segregação requer, em um primeiro nível, a colaboração efetiva e permanente do pessoal envolvido, bem como sua capacitação para segregar adequadamente e reconhecer o sistema de identificação, sendo necessário, no entanto, contar com recipientes e equipamentos em número adequado e suficiente. (SCHNEIDER et al., 2004).

A correta segregação e a consequente minimização dos resíduos são fatores de segurança para quem manipula os RSS, tanto dentro como fora dos estabelecimentos de serviços de saúde. A separação dos resíduos perfurocortantes em recipientes rígidos, por exemplo, é sempre recomendada devido ao perigo de acidentes em função de sua natureza e por estarem frequentemente em contato com material infeccioso. Outro exemplo é a segregação e a comercialização de papel e papelão, bem como de outros materiais potencialmente recicláveis.

3.3 Considerações finais

O gerenciamento adequado dos resíduos gerados na assistência à saúde parte da pactuação e do entendimento dos envolvidos quanto às diferentes categorias possíveis de serem geradas e segregadas, uma vez que a segregação representa a primeira e definitiva etapa para o manejo adequado dos resíduos. A classificação previamente definida e o respeito às particularidades de cada resíduo, os potenciais de risco, de reciclabilidade e de descartabilidade, são fundamentais para a orientação da segregação. Como consequência, afetará os resultados, em termos de geração, possíveis impactos à saúde e ao meio ambiente, a definição dos sistemas de tratamento e a disposição final. Torna-se importante reconhecer que a classificação, no entanto, pode variar de acordo com os parâmetros a serem adotados e os fins a que se destina e é fator determinante do sucesso de todas as fases do gerenciamento.

Cada especialidade de serviço de saúde gera diferentes tipos de resíduos, de acordo com os procedimentos e materiais específicos de cada área. A efetiva gestão inicia na não geração, na minimização, na segregação – de acordo com o tipo de resíduo e no próprio local de geração – e no tratamento e na disposição final adequados.

Tanto a minimização de resíduos quanto a segregação de materiais recicláveis estão diretamente relacionados à mudança de hábitos das pessoas envolvidas na geração dos resíduos. Nesse sentido, a educação ambiental pode ser uma ferramenta importante na adoção de padrões de conduta mais adequados aos novos modelos de gestão e, portanto, deverá ter atenção especial no programa de educação permanente destinado aos profissionais de diferentes níveis nos serviços de saúde. A implantação desse programa propicia as condições para que os profissionais saibam com clareza suas responsabilidades em relação ao meio ambiente, dentro e fora da unidade de saúde e seu papel de cidadãos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.807:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia*. Rio de Janeiro, ABNT, 2013.

BRASIL. Lei Federal 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo*. Brasília, DF, 2010.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306*, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *O Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, 2006a. 182p.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde*. Tecnologia em Serviços de Saúde. Brasília, DF, 2006b. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 11 abr. 2013.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 307*, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 11 maio 2013.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 358*, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 5 jun. 2011.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 431*, de 24 de maio de 2011. Altera o art. 3º da Resolução 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 29 jul. 2014.

DESCARPACK. Descartáveis do Brasil Ltda. *Resíduos de serviços de saúde:* manual de leis, decretos, normas, subsídios e regras para o estado de São Paulo. 1997. São Paulo.

RISSO, W.M.Q. *Gerenciamento de resíduos serviços de saúde:* a caracterização como instrumento básico para abordagem do problema. 1993. 163p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde:* contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. 2004. 242 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SCHNEIDER, V. E. et al. *Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde.* 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2004. v. 1.

TAKAYANAGUI, A. M. M. *Trabalhadores de saúde e meio ambiente:* ação educativa do enfermeiro na conscientização para gerenciamento de resíduos sólidos. 1993. 192p. Tese (Doutorado) – Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo, Ribeirão Preto, 1993.

4

Potencial de risco dos resíduos de serviços de saúde

Vania Elisabete Schneider
Nilva Lúcia Rech Stedile
Airton Guilherme Berger Filho

O conceito de risco é polissêmico, podendo adquirir uma enorme variedade de significados, dependendo do contexto em que é aplicado e da área que o utiliza. No campo da saúde envolve, ainda, outros conceitos como probabilidade, prevenção, precaução, promoção, estilo de vida, suscetibilidade, barreiras, condições sanitárias e seus determinantes. Trata-se de um conceito que avança constante e rapidamente, e ampliou-se de um foco individual (comportamento individual) para um caráter coletivo (saneamento, vacinação em massa, acesso aos serviços de saúde, emprego e educação).

O aprofundamento do conceito de risco possibilitou melhorar o grau de entendimento do que são "prevenção" e "promoção em saúde". O aumento crescente de custos com a assistência à saúde e o fato de que este aumento não correspondeu às expectativas da melhora da qualidade de vida trouxeram a necessidade de redirecionar as práticas em saúde e articularam o discurso no setor em torno da ideia de promoção e prevenção em saúde. Um dos eixos básicos do discurso da promoção à saúde é fortalecer a ideia de autonomia dos sujeitos e dos grupos sociais. (Czeresnia, 2003). Nesta dimensão, a promoção da saúde, segundo o mesmo autor, alcança uma abrangência maior do que a que circunscreve no campo da saúde, incluindo o ambiente – local e global, além de elementos físicos, psicológicos e sociais.

Prevenir significa agir antecipadamente em relação à determinada doença ou problema, a fim de evitar sua ocorrência. (Botomé; Rebelatto, 1999). Promover significa fomentar, dar impulso, originar, gerar. (Ferreira, 1986). É neste sentido mais amplo de prevenção que se insere a prevenção em saúde, pois visa à transformação das condições de vida e de trabalho. (Czeresnia, 2003).

Ações de promoção e proteção da saúde são fundamentais para a reorientação dos modelos assistenciais, sendo uma estratégia de articulação transversal, que objetiva a melhoria na qualidade de vida e a redução dos riscos à saúde, por meio da construção de políticas públicas saudáveis, que proporcionem melhorias no modo de viver. (Brasil, 2007). Mesmo que difiram em termos de significado, promoção e prevenção em saúde, possuem como aspecto comum a necessidade de controle dos riscos a que indivíduos e população estejam expostos. Conforme Castiel (1999), o conceito de risco passou a incluir, nas últimas décadas, variáveis mais complexas como educação em saúde, dimensões políticas, sociais e ideológicas, bem como o meio ambiente, a organização dos serviços de saúde, os aspectos biológicos e o estilo de vida.

O conceito de risco, nessa amplitude, passa a englobar duas dimensões (individual e coletiva) e está intimamente associado a outro conceito: o cuidado. O cuidado está relacionado a fatores comportamentais que envolvem os profissionais atuantes na área da saúde, e pode ser dividido em auto e heterocuidado, conforme as definições apresentadas a seguir:

- *autocuidado*: diz respeito a comportamentos que visam manter/proteger a própria saúde, e está relacionado à autovigilância e à adoção de estilo de vida saudável com vistas à obtenção de bem-estar. (Castiel, 1999). Contudo, cabe destacar que este conceito é reducionista, visto que nenhum indivíduo vive isolado, fora de um contexto social; ao contrário, é dependente de uma cultura global sobre saúde e doença coletivamente construída. Neste sentido, o autocuidado precisa considerar que o estilo de vida é individual, mas relaciona-se com o contexto e é por ele determinado.

Considerando essas características do autocuidado, os RSS englobam as medidas que cada profissional adota para reduzir a probabilidade de sofrer danos à saúde, provocados, por exemplo, por acidentes com perfurocortantes, contaminação biológica, química e radiológica. No entanto, tais medidas, embora dependam de decisões pessoais (por exemplo, observação das medidas padronizadas pelas Precauções Universais), são contextuais e dependem de uma "cultura" de autocuidado, coletivamente partilhada por esses profissionais, e dos recursos redutores de risco que cada instituição de saúde disponibiliza aos mesmos. Ressalta-se, ainda, que a adoção de medidas preventivas e, portanto, o impedimento da ocorrência de danos futuros depende do cuidado de cada profissional e da forma como se predispõe a exposição a tais fatores.

- *heterocuidado*: cuidado desenvolvido para evitar que a atividade profissional na saúde aumente a probabilidade de que outras pessoas contraiam determinadas patologias ou aumentem a probabilidade de reduzir condições de saúde.

Este conceito engloba, além do comportamento individual de proteção, as condições de vida e as de saúde ambiental, sendo que esta última se refere ao impacto que as ações profissionais podem provocar sobre o ambiente coletivamente partilhado.

Pinheiro (2009) destaca que o autocuidado, assim como o heterocuidado são "um modo de fazer na vida cotidiana", e são caracterizados pela atenção e responsabilidade; pelo zelo e desvelo com pessoas e coisas. O cuidado é delineado por aspectos políticos, sociais, culturais e históricos, que se traduzem em práticas e na ação de cidadãos sobre os outros (ou sobre si mesmo) em dada sociedade.

Sob a ótica da sociologia da saúde, segundo Castiel (1999), a problemática pode ser analisada em dois níveis: específico e geral. O específico refere-se à dimensão individualizada das pessoas em termos de interpretação dos significados de risco e dos modos como isto ocorre nas práticas cotidianas; enquanto que o geral relaciona o papel das estruturas e instituições sociais na configuração do risco.

Essa última perspectiva amplia o conceito de heterocuidado, para incluir nele as decisões políticas relacionadas à saúde e ao meio ambiente, as quais podem potencializar ou reduzir os riscos a que coletivos humanos estão expostos. É a partir desta visão que o controle dos RSS pode ser considerado essencial na redução dos riscos que representam em dadas situações, nas quais não sejam adequadamente processados.

4.1 Risco à saúde humana e ambiental

Segundo Brilhante e Caldas (1999), o risco pode ser definido como a medida da probabilidade e da severidade de ocorrerem efeitos adversos, sendo que seu grau é função do efeito maléfico que pode resultar de uma ação particular. Os tipos de risco são classificados pelos mesmos autores em: econômicos, para a vida e para a saúde ambiental.

Conforme Almeida Filho e Rouquayrol (2009), risco é entendido pela epidemiologia como "a probabilidade de ocorrência de uma doença, agravo, óbito, ou condições relacionadas à saúde, incluindo cura, recuperação ou melhora, em uma população ou grupo durante um período de tempo determinado".

Em epidemiologia, o risco é calculado matematicamente, resultando em indicadores. Os fatores de risco, por sua vez, são os componentes que podem levar ao adoecimento ou contribuir para o mesmo. (Pereira, 2007).

Pereira (2007) destaca que conhecer o conceito de risco é importante para avaliar e priorizar os riscos a que determinadas populações estão sujeitas, com vistas à proposição de intervenções. No caso dos resíduos, isto torna possível reduzir danos relacionados à saúde ocupacional e ambiental. Uma medida de risco é um indicador

da necessidade de assistência promotora e preventiva, e proporciona tempo para uma resposta adequada.

A avaliação do risco em saúde é uma ferramenta que permite priorizar ações implementadas, no sentido de controlar estes riscos. Segundo Pereira (2007), uma das formas de avaliar o grau de risco (avaliação da magnitude de um problema) é a avaliação qualitativa do risco. Esta é muito usada na saúde do trabalhador, pois permite avaliar a frequência (ou exposição) e a severidade ou gravidade do dano (efeito, consequência). A exposição ou frequência de ocorrência pode ser categorizada atribuindo índices de "A" a "E", conforme exemplificado no quadro 1.

Quadro 1 – Categorias de exposição ou frequência

Categoria	Índice	Exposição ou Frequência
A	4	Frequente ou excessiva
B	3	Provável ou elevado
C	2	Ocasional ou moderado
D	1	Remota ou baixa; possível, mas improvável de ocorrer; baixa incidência; contato infrequente, por pouco tempo; nível baixo
E	0	Improvável ou desprezível

Fonte: Pereira (2007).

Quanto à gravidade, à letalidade ou severidade, deve-se considerar a classificação apresentada no quadro 2. Cruzando estes dois parâmetros, torna-se possível avaliar o grau de risco e a magnitude do problema.

Quadro 2 – Categorias de gravidade, letalidade ou severidade

Categoria	Índice	Exposição ou Frequência
I	4	Catastrófica, quando é letal, severa ou extremamente grave
II	3	Crítica, quando é séria ou grave
III	2	Moderada, quando os efeitos são reversíveis (moderados a severos), mas sem sequelas ou incapacidades
IV	1	Leve ou insignificante, quando os efeitos são nocivos subclínicos ou leves, reversíveis e sem alterações maiores
V	0	Mínima, quando o efeito é não significativo ou desconhecido, sem morbidade, achados laboratoriais e/ou sem repercussões

Fonte: Pereira (2007).

O risco ambiental, segundo Brilhante e Caldas (1999), é o que ocorre no meio ambiente, seja ele interno ou externo, e pode ser classificado de acordo com o tipo de atividade, exposição instantânea ou crônica, probabilidade de ocorrência, severidade, reversibilidade, visibilidade, duração e ubiquidade dos seus efeitos. No contexto da gestão governamental, o risco ambiental pode ser classificado como de saúde pública, o que inclui recursos naturais, desastres naturais, introdução de novos produtos, disposição final de resíduos, entre outros.

Naime, Sartori e Garcia (2004) destacam que a Organização das Nações Unidas para a Proteção Ambiental – *United Environmental Protection* (Unep), por sua vez, classifica os riscos de acordo com o apresentado no quadro 3.

Quadro 3 – Classificação dos riscos segundo a Unep

Risco	Ocorrência
Risco direto	Probabilidade de que um determinado evento ocorra, multiplicado pelos danos causados por seus efeitos
Risco de acidentes de grande porte	Caso especial de risco direto em que a probabilidade de ocorrência do evento é baixa, mas suas consequências são muito prejudiciais
Risco percebido pelo público	A percepção social do risco depende, em grande parte, de quem é responsável pela decisão sobre aceitá-lo ou não. A facilidade de compreensão e de aceitação do risco depende das informações fornecidas, dos dispositivos de segurança existentes, do retrospectivo da atividade e dos meios de informação

Fonte: Unep (apud Naime; Sartori; Garcia, 2004).

Outros tipos de classificação de risco, citados por Brilhante e Caldas (1999), consideram as suas características e intensidade de ação, conforme apresentado por meio do quadro 4.

Quadro 4 – Classificação dos riscos segundo sua intensidade de ação

<table>
<tr><th>Risco</th><th colspan="2">Ocorrência</th></tr>
<tr><td>Risco com características crônicas</td><td colspan="2">Apresenta uma ação contínua por longo período, como, por exemplo, os efeitos produzidos pelo manuseio ou pela disposição indevida de resíduos sobre os recursos hídricos, a vegetação e o solo</td></tr>
<tr><td>Risco agudo</td><td colspan="2">Decorrente de emissões de energia ou matéria em grandes concentrações em um curto espaço de tempo</td></tr>
<tr><td rowspan="2">Riscos tecnológicos ambientais (RTAs)</td><td rowspan="2">Decorrentes das atividades humanas, que visam o desenvolvimento dos processos industriais; o desenvolvimento e a difusão de novas tecnologias; e o desenvolvimento dos processos de produção e seus produtos, os quais têm contribuído para pôr em perigo (ou causar prejuízos à) a saúde do homem e dos ecossistemas</td><td>Riscos tecnológicos (decorrentes de atividades desenvolvidas pelo homem)</td></tr>
<tr><td>Riscos naturais (decorrentes de distúrbios da natureza)</td></tr>
</table>

Fonte: Brilhante e Caldas (1999).

É consensual, no entanto, que todos os problemas relativos aos contaminantes ambientais estão, de uma maneira ou de outra, associados ao crescente processo de industrialização, verificado desde o final do século XIX.

Os riscos de caráter tecnológico podem ser controlados, tanto na probabilidade de ocorrência quanto nas consequências, enquanto os de caráter natural, em geral, somente podem ser controlados no que se refere às suas consequências. (Awazu, 1990).

Independentemente da amplitude dada ao conceito da classificação adotada, é importante ter presente que o risco está associado à probabilidade de adoecimento ou perda da saúde.

Para Brilhante e Caldas (1999, p. 13), "a avaliação de risco é uma caracterização sistêmica e científica do potencial adverso dos efeitos das exposições humanas a agentes ou atividades perigosas". Os mesmos autores apresentam um resumo dos procedimentos, composto por seis etapas, para o gerenciamento integrado do risco: definição do problema e seu contexto; identificação dos riscos que o problema pode causar para a saúde pública; opções de ações a desenvolver para a redução dos riscos; decisão quanto à melhor solução para o problema; desenvolvimento da ação, e avaliação.

De acordo com os autores suprarreferidos, os problemas relativos à saúde e ao meio ambiente só poderão ser minimizados ou resolvidos por meio do desenvolvimento e da aplicação de políticas ambientais claras e eficientes. Neste contexto, o processo de avaliação de risco ambiental é um instrumento metodológico importante para a execução de uma política de "saúde ambiental", vindo a satisfazer uma gama de propósitos. Permite, segundo Cunha (2008), estabelecer os cenários de riscos, o cálculo de probabilidades, padrões de probabilidade e medidas de prevenção e de recuperação de consequência.

Segundo Brilhante e Caldas (1999, p. 13), a avaliação de risco é um "processo analítico que pode ser muito útil para a gestão do risco, da saúde pública e para a tomada de decisões sobre política ambiental."

Administrar eficientemente os riscos à saúde, associados ao vasto espectro da poluição gerada pelas atividades do planeta, é um dos grandes desafios a serem enfrentados pela humanidade como um todo. Os poluentes, de maneira geral, introduzem no meio ambiente substâncias ou formas de energia passíveis de causar danos à saúde humana, aos recursos biológicos e sistemas ecológicos, ao patrimônio estético-cultural e ao uso futuro dos recursos naturais, uma vez que estes percorrem diversos caminhos em sua difusão no ambiente, até chegar ao solo, ar e à água.

Seguindo conceitos amplamente aceitos e difundidos na atualidade, ao considerar o destino de substâncias perigosas, deve-se pensar que estas, antes de serem lançadas no meio ambiente, deverão passar por uma análise prévia quanto a sua potencialidade, para um processo de reutilização, recuperação, reciclagem, tratamento, ou para permanecerem no ambiente de forma segura até sua destinação final.

Ainda citando Brilhante e Caldas (1999), os resíduos contaminados por substâncias perigosas e o seu risco toxicológico constituem um novo capítulo na história da sociedade contemporânea, até então capaz de gerar grandes quantidades, sem dar a destinação adequada. Muitos dos problemas ambientais e de saúde pública enfrentados pela sociedade são resultados de mais de duzentos anos de práticas impróprias de manejo de substâncias perigosas de origens diversas.

No contexto dos RSS, deve-se dar atenção também para o fato de que, não raras vezes, o potencial de risco pode estar "mascarado" (não percebido), em decorrência de a sua geração ocorrer juntamente com a geração de outros tipos de resíduos. Dessa forma, surge a necessidade de regrar esta questão, partindo-se do pressuposto da periculosidade, ou seja, do grau de perigo oferecido pelo resíduo, o qual pode ser usado como critério para caracterizar e diferenciar as diferentes tipologias de resíduos.

No caso dos RSS, a patogenicidade é considerada característica diferenciadora, porém o risco estende-se ainda ao potencial de toxicidade, radioatividade e corrosividade. No Brasil, esta questão foi tratada pela primeira vez em 1987 pela ABNT, por meio da NBR 10.004. (ABNT, 1987). Esta norma, que trata da classificação dos resíduos sólidos, foi revisada e atualizada em 2004. (ABNT, 2004a).

Os resíduos perigosos, pertencentes à Classe I, de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004a), são gerados principalmente nos processos produtivos, em unidades industriais e fontes específicas, incluindo-se aqui os serviços de saúde. No entanto, também estão presentes nos resíduos sólidos gerados nos domicílios e no comércio. Dentre os componentes perigosos, presentes nos resíduos sólidos urbanos, destacam-se os metais pesados[1] e os resíduos biológicos – infectantes.

Teoricamente, estes elementos pertencem aos metais-traços; no entanto, esta nomenclatura é pouco utilizada quando se refere à poluição ambiental. Os metais pesados são utilizados nas indústrias eletrônicas, de maquinários e em outros utensílios da vida cotidiana. Sua ocorrência nos resíduos está correlacionada às principais fontes, tais como: baterias (telefones celulares, relógios, brinquedos, equipamento); pilhas e equipamentos eletrônicos em geral (Pb, Sb, Zn, Cd, Ni, Hg); pigmentos e tintas (Pb, Cr, As, Se, Mo, Cd, Ba, Zn, Co e Ti); papel (Pb, Cd, Zn, Cr, Ba); lâmpadas fluorescentes (Hg); remédios (As, BI, Sb, Se, Ba, Ta, Li, Pt), entre outros.

Como componentes biológicos presentes nos resíduos urbanos, destacam-se: *Escherichia coli, Klebsiellasp., Enterobacter sp., Proteus sp., Staphylococcus sp., Enterococus, Pseudomonas sp., Bacillus sp., Candida sp.*, dentre outros, que pertencem à microbiota normal humana. (Brasil, 2006).

O quadro 5 apresenta os componentes presentes nos resíduos sólidos urbanos e seus principais elementos químicos, os quais, quando descartados inadequadamente, apresentam potenciais de contaminação do solo e das águas superficiais e subterrâneas, o que, consequentemente, afeta a flora e a fauna das regiões próximas, podendo atingir o homem por meio da cadeia alimentar.

[1] Metal pesado é uma expressão coletiva para um grupo de metais e metalóides, que apresenta densidade atômica maior que 6 g/cm^3. No entanto, atualmente é utilizado para designar alguns elementos específicos (Cd, Cr, Cu, Hg, Ni, Pb e Zn), os quais estão associados aos problemas de poluição e toxicidade.

Quadro 5 – Componentes industriais potencialmente perigosos presentes nos resíduos sólidos urbanos

Resíduo	Componentes Químicos
Pilhas e baterias	Liberam metais pesados (mercúrio, cádmio, chumbo e zinco)
Lâmpadas fluorescentes	As lâmpadas contêm mercúrio. Quando o vidro é quebrado, o mercúrio é liberado na forma de vapor para a atmosfera e, sob ação da chuva, precipita-se no solo em concentrações acima dos padrões naturais
Componentes eletrônicos de alta tecnologia (chips, fibra ótica, semicondutores, tubos de raios catódicos, baterias)	Componentes podem liberar arsênio, berilo, chumbo, mercúrio e cádmio
Embalagens de agrotóxicos	Os pesticidas (inseticidas, fumigantes, rodenticidas, herbicidas e fungicidas)
Resíduos de tintas, pigmentos e solventes	Restos de tintas ou pigmentos, à base de chumbo, mercúrio ou cádmio, e solventes orgânicos
Frascos pressurizados	Quando o frasco é rompido, os produtos tóxicos ou cancerígenos são liberados, podendo poluir a água ou dissipar-se na atmosfera

Fonte: Adaptado de Brasil (2006).

O contato dos agentes existentes nos resíduos sólidos ocorre principalmente através de vias respiratórias, digestivas e pela absorção cutânea e mucosa. Pelas vias respiratórias ocorre mediante a inalação de partículas em suspensão, durante a manipulação dos resíduos. Pela via digestiva, pela ingestão de água poluída, vegetais, peixes, frutos do mar e outros alimentos contaminados. (Brasil, 2006).

No caso dos RSS, a equipe de saúde está exposta aos riscos, com alta frequência (níveis altos de exposição), uma vez que o cuidado é prestado continuamente, especialmente em caso de hospitais e ambulatórios. Quanto à gravidade, o índice é crítico em decorrência de doenças como HIV e Hepatite B.

Segundo Takayanagui (2004), apesar de representarem apenas 2% em relação ao total de resíduos urbanos, os RSS trazem riscos por possuírem agentes biológicos, químicos e/ou radioativos em parte de seu volume gerado, o que reflete-se em preocupação pelo risco à saúde humana e dos animais e ao meio ambiente. Os RSS oferecem riscos de exposição tanto aos trabalhadores quanto aos usuários, o que interfere nos índices de infecção hospitalar, principalmente quando se trata de resíduos infectantes.

Takayanagui (2005), ao revisar a literatura sobre o conhecimento quanto ao grau de risco dos RSS, afirma que, apesar das dificuldades de encontrar evidências epidemiológicas que comprovem a relação direta entre RSS e danos para a saúde humana, a maioria dos estudos indica a necessidade de tomar precauções com os resíduos infectantes (Grupo A), principalmente com sangue e tecidos humanos contaminados; com perfurocortantes (Grupo E); com os resíduos de origem química

(Grupo B); e com os radioativos (Grupo C), pelos riscos comprovados de danos à saúde humana e ao meio ambiente.

4.2 A classificação dos RSS e o potencial de risco

Os resíduos são geralmente classificados de acordo com as atividades que lhe deram origem (domésticos, industriais, de saúde, da construção civil, rurais, entre outros). Por este aspecto, não é possível caracterizá-los conforme suas potencialidades (tratabilidade, biodegradabilidade, reciclabilidade, periculosidade). Dessa forma, para que esta classificação possa ocorrer, é necessário agrupar os resíduos segundo suas características físicas, químicas e/ou biológicas, de materiais de origem ou de mistura de materiais. Schneider (1994) apresenta três critérios que podem servir de ponto de partida:

- *biodegrabilidade:* potencial de retornar aos ciclos naturais pela ação de micro-organismos (ciclagem de nutrientes e transferência de energia através da cadeia trófica);
- *reciclabilidade*: potencial de retornar aos ciclos produtivos (antrópicos) com recuperação de matéria e energia;
- *tratabilidade*: potencial ou necessidade de um resíduo ser inertizado, atenuado, transformado, de tal forma que suas características de periculosidade sejam eliminadas.

É nesse conceito que se insere a NBR 10.004 (ABNT, 2004a), norma técnica que classifica os resíduos por seu potencial de risco à saúde humana, animal, vegetal ou as suas estruturas. Como norma de referência, a NBR 10.004 é o ponto de partida para avaliar se um resíduo é ou não perigoso. A norma classifica os resíduos em *Classe I* (Perigosos) e *Classe II* (Não Perigosos); estes últimos subdivididos em *Classe II A* (Não Inertes) e *Classe II B* (Inertes).

Atribui, ainda, a periculosidade de um resíduo às características apresentadas por ele, em função de suas propriedades físicas, químicas ou infectocontagiosas, que possam representar risco à saúde pública (provocando ou acentuando as taxas de mortalidade ou a incidência de doenças) e/ou riscos ao meio ambiente (quando o resíduo é manuseado ou destinado de forma inadequada).

Os resíduos Classe I (Perigosos), conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004a), são os que apresentam, pelo menos, uma das seguintes características, descritas no quadro 6:

Quadro 6 – Classificação dos resíduos perigosos segundo a NBR 10.004:2004

CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS PERIGOSOS SEGUNDO A NBR 10.004:2004	
Inflamabilidade	-Um resíduo sólido é classificado como inflamável (*código de identificação D001*) se uma amostra representativa dele, obtida conforme a NBR 10.007 (ABNT, 2004d), apresentar qualquer uma das seguintes propriedades: - ser líquida e ter ponto de fulgor inferior a 60ºC, determinado conforme a NBR 14.598 (ABNT, 2007), ou equivalente, excetuando-se as soluções aquosas com menos de 24% de álcool em volume - não ser líquida e ser capaz de, sob condições de temperatura a 25°C e pressão de 0,1 MPa (1 atm), produzir fogo por fricção, absorção de umidade ou por alterações químicas espontâneas e, quando inflamada, queimar vigorosa e persistentemente, dificultando a extinção do fogo; - ser um oxidante definido como substância que pode liberar oxigênio e, como resultado, estimular a combustão e aumentar a intensidade do fogo em outro material - ser um gás comprimido inflamável, conforme a legislação federal sobre transporte de produtos perigosos, representada pela Portaria do Ministério dos Transportes 204. (BRASIL, 1997)
Corrosividade	-Um resíduo é caracterizado como corrosivo (*código de identificação D002*) se uma amostra representativa dele, obtida de acordo com a NBR 10.007 (ABNT, 2004d), apresentar uma das seguintes propriedades: - ser aquosa e apresentar pH inferior ou igual a 2, ou superior ou igual a 12,5; ou sua mistura com água, na proporção de 1:1 em peso, produzir uma solução que apresente pH inferior a 2 ou superior ou igual a 12,5 - ser líquida ou ,quando misturada em peso equivalente de água ,produzir um líquido e corroer o aço (COPANT 1020) a uma razão maior que 6,35 mm ao ano, a uma temperatura de 55°C, de acordo com USEPA SW 846 ou equivalente
Reatividade	-Um resíduo é caracterizado como reativo (*código de identificação D003*) se uma amostra representativa dele, obtida de acordo com a NBR 10.007 (ABNT, 2004d), apresentar uma das seguintes propriedades: - ser normalmente instável e reagir de forma violenta e imediata, sem detonar - reagir violentamente com a água - formar misturas potencialmente explosivas com a água - gerar gases, vapores e fumos tóxicos em quantidades suficientes para provocar danos à saúde pública ou ao meio ambiente, quando misturados com a água - possuir, em sua constituição, os íons CN ou S_2 em concentrações que ultrapassem os limites de 250 mg de HCN liberável por kg de resíduo, ou 500 mg de H_2S liberável por kg de resíduo, de acordo com ensaio estabelecido no Usepa - SW 846 - ser capaz de produzir reação explosiva ou detonante sob a ação de forte estímulo, ação catalítica ou temperatura em ambientes confinados; - ser capaz de produzir, prontamente, reação ou decomposição detonante ou explosiva a 25°C e 0,1 MPa (1 atm) - ser explosivo, definido como uma substância fabricada para produzir um resultado prático, através de explosão ou efeito pirotécnico
Toxicidade	-Um resíduo é caracterizado como tóxico se uma amostra representativa dele, obtida segundo a NBR 10.007 (ABNT, 2004d), apresentar uma das seguintes propriedades: - quando o extrato obtido desta amostra, segundo a NBR 10.005 (ABNT, 2004b), contiver qualquer um dos contaminantes em concentrações superiores aos valores constantes no Anexo F da norma citada - ser constituída por restos de embalagens contaminadas com substâncias constantes nos Anexos D ou E da NBR 10.005 (ABNT, 2004b); - resultar de derramamentos ou de produtos fora de especificação ou do prazo de validade, que contenham quaisquer substâncias constantes nos Anexos D ou E da NBR 10.005 (ABNT, 2004b) - ser comprovadamente letal ao homem - possuir substância em concentração comprovadamente letal ao homem ou estudos do resíduo que demonstrem uma DL50 oral para ratos menor que 50 mg/kg, ou CL50 inalação para ratos menor que 2 mg/L, ou uma DL50 dérmica para coelhos menor que 200 mg/kg - Possuir uma ou mais substâncias constantes no Anexo C da NBR 10.005 (ABNT, 2004b) e apresentar toxicidade. Para avaliação dessa toxicidade, devem ser considerados os seguintes fatores - natureza da toxicidade apresentada pelo resíduo - concentração do constituinte no resíduo - potencial que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, tem para migrar do resíduo para o ambiente, sob condições impróprias de manuseio - persistência do constituinte ou qualquer produto tóxico de sua degradação - potencial que o constituinte, ou de qualquer produto tóxico de sua degradação, tem para degradar-se em constituintes não perigosos, considerando a velocidade em que ocorre a degradação - extensão em que o constituinte, ou qualquer produto tóxico de sua degradação, é capaz de bioacumulação no ecossistema - efeito nocivo pela presença de agente teratogênico, mutagênico, carcinogênico ou ecotóxico, associados a substâncias isoladamente, ou decorrentes do sinergismo entre as substâncias constituintes do resíduo

Fonte: ABNT (2004).

Quadro 6A – Classificação dos resíduos perigosos segundo a NBR 10.004:2004

Patogenicidade	- um resíduo é caracterizado como patogênico (*código de identificação D004*) se uma amostra representativa dele, obtida segundo a NBR 10.007 (ABNT, 2004d), contiver ou houver suspeita de conter micro-organismos patogênicos, proteínas virais, ácido desoxirribonucleico (ADN) ou ácido ribonucleico (ARN) recombinantes, organismos geneticamente modificados, plasmídeos, cloroplastos, mitocôndrias ou toxinas capazes de produzir doenças em homens, animais ou vegetais

Em relação ao potencial de risco dos RSS, destacam-se as duas últimas características: *toxicidade*, especialmente pela natureza química dos resíduos gerados na assistência à saúde; e *patogenicidade*, uma vez que os micro-organismos fazem parte do cotidiano da assistência à saúde.

A figura 1 apresenta o fluxograma de caracterização dos resíduos, de acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004a). A norma está estruturada na forma de listagens contidas em seus anexos. Através destas listagens torna-se possível caracterizar os resíduos em função da periculosidade, dos processos de origem e das substâncias que o conferem. Aos resíduos e às substâncias são atribuídos códigos de identificação como: código P, U ou D, para expressar toxicidade.

Caso não seja possível caracterizar os resíduos por meio do uso das listagens, os mesmos deverão passar por análises físico-químicas, por meio dos testes de: solubilização, descritos na NBR 10.005 (ABNT, 2004b); lixiviação, descritos na NBR 10.006 (ABNT, 2004c); e toxicidade. Substâncias tóxicas e agudamente tóxicas, já testadas, podem ser encontradas nos Bancos de Dados Toxicológicos, a exemplo dos elencados no quadro 76.

Quadro 7 – Banco de dados toxicológicos

Banco de dados	Acesso
Centers for Disease Control and Prevention	<http://www.atsdr.cdc.gov/>
Toxicology Excellence for Risk Assessment	<http://www.tera.org/iter/>
EPA – Health effects Assessment Summary Tables (HEAST)	<http://cfpub.epa.gov/ncea/cfm/recordisplay.cfm?deid=2877>
World Health Organization	<http://www.who.int/ipcs/publications/ehc/en/>

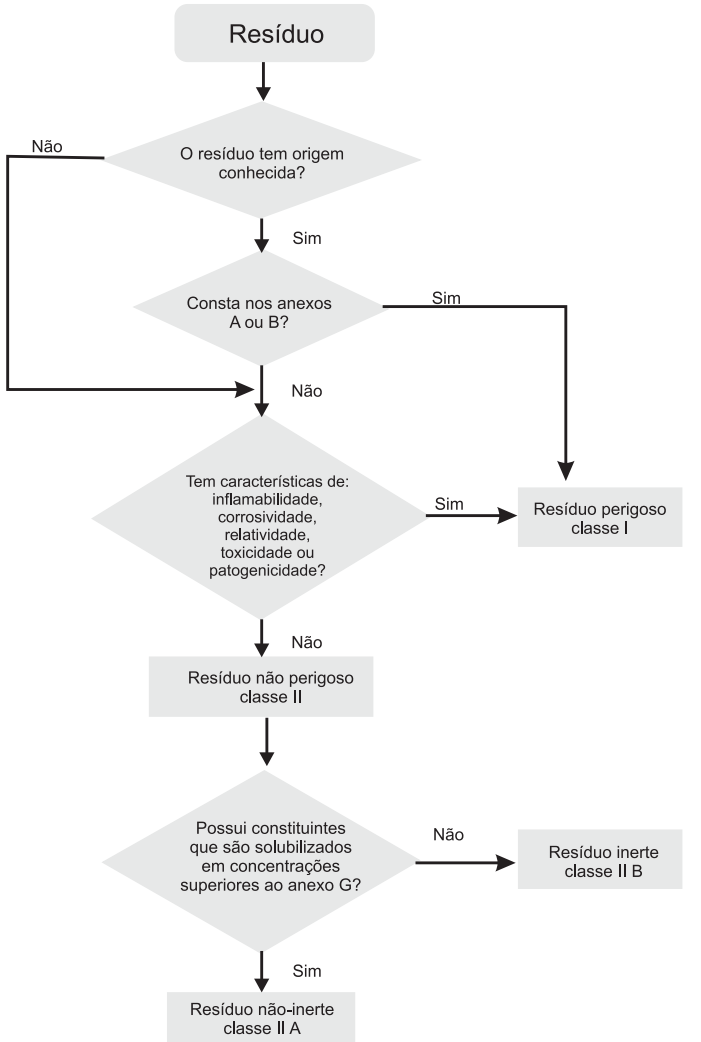
Fonte: Elaborado pelos autores (2014).

Na Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), e na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), encontram-se relações do resíduo *Classe I* (Perigosos) com os grupos: *A* (biológicos, pela característica de patogenicidade); *B* (químicos, pela correspondência aos resíduos *Classe I*); e *C* (radioativos, por conter radionuclídeos e oferecer risco radiológico).

A *United State Environmental Protection Agency* (Usepa) (Usepa, 1986) define resíduo perigoso o sólido ou a combinação de resíduos sólidos que, devido à quantidade, concentração, às características físicas, químicas ou infecciosas, pode:

- causar ou contribuir significativamente para o aumento da mortalidade ou para o aumento de doenças graves irreversíveis (ou de incapacitação temporária);
- representar um risco real ou potencial à saúde humana ou ao meio ambiente, quando inadequadamente tratado, armazenado, transportado, disposto ou manejado de forma geral.

Figura 1 – Fluxograma de caracterização dos resíduos sólidos segundo a NBR 10.004



Fonte: Elaborado pelos autores com base em ABNT (2004a.

Considerando-se as características dos RSS, estes são considerados perigosos tanto pela legislação americana como pela normatização brasileira. Neste caso, a periculosidade é atribuída à toxicidade, à radioatividade e a outras características

inerentes às substâncias químicas utilizadas em diferentes procedimentos, nos estabelecimentos de assistência à saúde, além do caráter de patogenicidade.

Patogenicidade, segundo Almeida Filho e Rouquayrol (2009), pode ser entendida pela qualidade que tem o agente infeccioso de, uma vez instalado em um organismo, produzir sintomas em maior ou menor proporção. Quanto maior a patogenicidade, maior a probabilidade de o indivíduo infectado manifestar a doença; por este motivo esta característica é tão importante no campo da saúde. Outros conceitos que merecem destaque, segundo os mesmos autores, são: virulência (capacidade de um bioagente produzir casos graves ou fatais (em outras palavras, seu grau de agressividade ao organismo)); poder infectante (como a quantidade de agente etiológico necessária para iniciar uma infecção); poder invasivo (capacidade que tem o agente etiológico de se difundir pelos tecidos, órgãos e sistemas do corpo).

Os micro-organismos presentes nos resíduos infecciosos, segundo Formaggia (1995), podem atingir o homem através de três principais vias de transmissão:

- *inalação*: agentes patogênicos dispersos no ar ou em partículas em suspensão entram no organismos por meio do aparelho respiratório;
- *ingestão*: agentes patogênicos entram no organismo por meio do consumo de água e/ou de alimentos contaminados ou por meio de mãos e objetos contaminados levados à boca;
- *injeção*: a contaminação ocorre via corrente sanguínea, por picadas de insetos ou mordedura de vetores. Para esse último podem ser acrescentados acidentes com instrumentos perfurocortantes. Estas características, que incluem tanto os agentes causadores de doenças como a suscetibilidade individual, apontam para a necessidade de cuidados no manejo de resíduos infectantes. Além disto, deve-se considerar o potencial de sobrevida dos patógenos em condições adversas (doenças de veiculação hídrica, por exemplo), o que garante que estes organismos alcancem o meio ambiente e, a partir deste, passem a oferecer riscos diretos à saúde humana e animal.

A característica patogenicidade tem suma importância nos serviços de saúde. Dentre os resíduos gerados nos serviços de saúde, no entanto, os classificados como infectantes são aqueles que apresentam riscos mais evidentes para a saúde humana e ambiental. (Takayanagui, 1993).

Vários estudos feitos com o objetivo de caracterizar o risco dos RSS, em termos biológicos, identificaram uma série de micro-organismos presentes na massa dos resíduos, dentre os quais se destaca: *Coliformes*, *Salmonella yphi*, *Pseudomonas sp.*, *Streptococcus*, *Staphylococcus aureus*e, *Candida albicans*. A possibilidade de sobrevivência dos mesmos na massa de resíduos foi comprovada para Pólio tipo I, Hepatites A e B, Influenza, Vaccínia e vírus entéricos.

Esses resultados mostram que os RSS apresentam um potencial de risco à saúde ambiental e reforçam a necessidade de desenvolver mecanismos de proteção individual e coletiva, desde a geração até o destino final dos mesmos. (Machado Junior, 1978; Rodrigues, 1997).

Schneider (2004) destaca outro problema sanitário relacionado com os RSS, o qual vem sendo atribuído ao conteúdo de micro-organismos potencialmente patogênicos ou estruturas proteicas (vírus, bactérias, fungos, etc.) que, favorecidos pela ação seletiva de antibióticos e quimioterápicos, apresentam um comportamento peculiar de multirresistência ao ambiente hospitalar, podendo contaminar artigos hospitalares e provocar infecções difíceis de serem tratadas. Além disso, os resíduos infectantes, provenientes de certas áreas, podem estar igualmente contaminados com substâncias químicas tóxicas.

Pacientes e profissionais da área da saúde, bem como funcionários encarregados do manuseio dos resíduos, dentro e fora dos estabelecimentos, são os que estão mais sujeitos a adquirir infecções decorrentes do manejo incorreto de resíduos infectantes ou contaminação química. Neste sentido, ações de auto e heterocuidado são imperiosas para proteger tanto a saúde de cada trabalhador quanto a coletividade via meio ambiente.

Sendo os estabelecimentos de serviços de saúde locais de atenção para a saúde dos pacientes, deve-se pensar em proteção, prevenção e controle das infecções que poderão advir desse ambiente. Por ser um local concentrador de enfermos, pode transformar-se em um ambiente acumulador de infecções. Assim, são significativos os riscos a que poderá estar sujeita a população internada ou usuária dos serviços. Estão sujeitos a riscos, particularmente, os pacientes que se encontram com as defesas orgânicas diminuídas, em função de características de suas doenças e dos tratamentos a que foram submetidos e os profissionais da saúde, especialmente a equipe de enfermagem, pela assistência direta permanente executada.

Destaca-se, ainda, que os recém-nascidos prematuros, as crianças desnutridas, os indivíduos idosos ou alérgicos, os convalescentes de processos agudos, os imunodepressivos, os pacientes que tenham passado por processos radiológicos ou terapêuticos, entre outros, integram o grupo de pacientes com especial risco de adquirir infecções, como consequência da exposição a agentes patogênicos existentes no ambiente hospitalar, o que pode ser agravado pelo manejo inadequado de resíduos sólidos ali gerados.

A vulnerabilidade desses pacientes, devido à diminuição de sua resistência e ao seu estado debilitado, e da equipe de enfermagem, que se expõe permanentemente aos micro-organismos e a substâncias químicas, somada a outras condições de trabalho em que se encontram, justificam por si um tratamento higiênico rigoroso, que se deve empregar no manejo de RSS, principalmente no que se refere à geração, segregação e ao acondicionamento adequados, transporte seguro e destino final, de acordo com as características de cada classe de resíduos.

O manejo deficiente dos RSS, além do risco à saúde dos colaboradores e da comunidade que assiste ou frequenta o estabelecimento de saúde, pode ser causa também de situações de prejuízo ambiental, que ultrapassam os limites dos estabelecimentos geradores, causando incômodos e submetendo a riscos a saúde de alguns setores da população que, direta ou indiretamente, são postos em contato com materiais infectantes ou contaminantes, quando transportados para fora das instituições, com vistas ao tratamento e/ou à disposição final.

Os estabelecimentos de serviços de saúde devem reunir condições sanitárias indispensáveis para proporcionar um ambiente cômodo e higiênico aos pacientes, funcionários e ao público em geral, como também servir de verdadeiro centro de demonstração das ações de saúde que se esperam deles e projetá-las à comunidade.

Para avaliar o potencial de risco na transmissão de doenças, Formaggia (1995) ainda indica a consideração dos seguintes aspectos:

- a dose infectante necessária para o desenvolvimento de determinada doença (infecções bacterianas, por exemplo, necessitam de maior dose infectante para se instalar do que as infecções virais);
- o agente infeccioso (alguns agentes patogênicos têm maior capacidade de transmitir doenças do que outros, ou seja, são mais virulentos);
- as características do hospedeiro (a resistência do hospedeiro tem importância fundamental no desenvolvimento do processo infeccioso). A resistência pode ser natural ou adquirida por meio de vacinas ou, ainda, por contato sistemático com determinado agente patogênico;
- a porta de entrada (a forma de penetração do patógeno no hospedeiro, isto é, vias respiratória, digestiva ou cutânea; o vibrião da cólera, por exemplo, somente se desenvolverá se penetrar no organismo por via digestiva e a do tétano por injeção).

Os riscos de contaminação estão relacionados à exposição direta durante a manipulação, o armazenamento, o transporte e à disposição; ao contato com vetores, com plantas, solo ou outros animais; à ingestão e/ou ao contato com águas ou alimentos contaminados e à disseminação por meio de vias áreas. A análise de todos esses aspectos pode levar a uma avaliação do potencial de risco que os RSS de um estabelecimento representam à saúde pública (Sanchez, 1995; Formaggia, 1995).

A questão do risco inerente aos RSS, conforme foi discutido, é polêmica, existindo correntes contraditórias de abordagem do problema. Não há, portanto, um consenso quanto à sua classificação e à melhor forma de tratamento ou disposição final, o que se deve, em grande parte, segundo Risso (1993), à existência de lacunas importantes no conhecimento sobre o tema. De acordo com citações de Formaggia (1995), o gerenciamento é um instrumento capaz de minimizar ou até mesmo de impedir os efeitos adversos causados pelos RSS, do ponto de vista sanitário, ambiental e ocupacional, sempre que realizado racional e adequadamente.

Resumidamente, sob esses aspectos, há um consenso atual na comunidade científica de que os RSS representam um potencial de risco em pelo menos três níveis:

- *à saúde ocupacional de quem manipula esse tipo de resíduo*, seja o pessoal ligado à assistência à saúde humana e veterinária, seja o pessoal ligado ao setor de limpeza ou até mesmo os usuários do serviço, ou seja, aqueles que estão no interior das instituições de saúde, quer como usuários quer como trabalhadores ou simplesmente como visitantes. Há, ainda, os catadores, muitos dos quais crianças que buscam nos depósitos alimentos ou materiais que possam

ser comercializados. Nesse aspecto, reside não só o risco direto à saúde dos catadores, como também o risco de vendas de determinados RSS, como matéria-prima (principalmente plásticos e vidros) para fins desconhecidos. (Formaggia, 1995);

- *às taxas de infecção hospitalar*, pois conforme a Associação Paulista de Controle de Infecção Hospitalar, referenciada por Formaggia (1995), estudos realizados apontam que as causas determinantes da infecção hospitalar, em usuários dos serviços médicos, são: 50% devido ao desequilíbrio da flora bacteriana do corpo do paciente já debilitado pela doença e pelo estresse decorrente do meio ambiente onde está internado; 30% devido ao despreparo dos profissionais que prestam assistência médica; 10% devido a instalações físicas inadequadas que propiciam a ligação entre as áreas consideradas sépticas e não sépticas, possibilitando a contaminação ambiental; 10% devido ao mau-gerenciamento de resíduos e outros;
- *ao meio ambiente:* na medida em que os RSS tratados inadequadamente são dispostos de qualquer maneira em depósitos a céu aberto ou em cursos d'água, possibilitam a contaminação de mananciais de água potável, sejam superficiais, sejam subterrâneos, e a disseminação de doenças por meio de vetores que se multiplicam nesses locais ou que fazem dos resíduos sua fonte de alimentação.

Por essas informações, Takayanagui (1993) evidencia que cerca de cem mil casos de infecção hospitalar, a cada ano, seriam causados direta ou indiretamente pelos RSS, o que seria uma situação inaceitável, uma vez que dependem diretamente do fator desempenho/empenho humano, em negligenciar suas práticas profissionais na área da saúde. Para que a infecção hospitalar ocorra, segundo Sanchez (1995), é necessária a inter-relação entre os seguintes fatores: tempo de exposição, concentração, virulência, latência, persistência e forma de propagação dos micro-organismos patogênicos no meio ambiente (água, ar e solo), suscetibilidade dos indivíduos aos diversos agentes infecciosos e normas de higiene ambiental adotadas.

Além dos danos decorrentes da disposição inadequada dos RSS à água superficial e/ou subterrânea, ao ar e ao solo, ainda devem ser considerados os aspectos estéticos e de desconforto ambiental.

Os RSS, em muitos municípios brasileiros e de forma generalizada em países subdesenvolvidos, ainda não recebem tratamento especial, tendo como destino final o mesmo local utilizado para descarte dos demais resíduos urbanos. Em grande parte dos municípios brasileiros, os locais onde são destinados os RSS permanecem como depósitos a céu aberto, com livre acesso a um grande número de pessoas que praticam a coleta informal, tornando-se também um grupo de risco à assimilação de infecções pelo contato direto com resíduos. (Schneider et al., 2004).

Apenas esses dados, sem considerar o conjunto de problemas envolvidos, constituem um indicador de uma situação ambiental bastante grave, por apresentar riscos potenciais à saúde pública e ao meio ambiente. Os RSS em muitas situações são gerados de forma pouco controlada e em função da dinâmica dos fluxos naturais

de energia e matéria, os potenciais agentes de risco migram e ampliam-se. Considere-se ainda que, no caso da saúde, os avanços das tecnologias de assistência levam frequentemente ao aumento na geração de resíduos.

Cabe destacar, por fim, a multiplicidade de instituições prestadoras de serviços de saúde distribuídas de forma dispersa (clínicas, consultórios médicos, consultórios odontológicos, hospitais, ambulatórios, unidades básicas de saúde, entre outros), construídas, frequentemente, sem previsão de manejo ou Planos de Gerenciamento de Resíduos. O impacto destes resíduos, nesse caso e independentemente do volume, é proporcionalmente maior considerando que não há acondicionamento e destino final adequado, bem como a disposição geográfica relacionada à descentralização das fontes geradoras.

Esse panorama começa a mudar com a introdução da coleta diferenciada de RSS, realizada por vários municípios, principalmente nas grandes cidades, como também por meio da implantação de soluções sanitariamente adequadas para o tratamento e/ou disposição final destes resíduos. O principal aspecto, no entanto, é o momento vivido pelos estabelecimentos geradores, pelos serviços municipais de limpeza pública e pelas demais instituições envolvidas com o tema, os quais estão "despertando" para a questão, compreendendo-a como um problema eminente de saúde pública e de impacto ambiental, principalmente nos grandes centros urbanos. Do mesmo modo, é perceptível uma pressão, por parte dos órgãos de controle ambiental e sanitário, para o encaminhamento de soluções satisfatórias do gerenciamento dos resíduos decorrentes da prestação de serviços em saúde.

Na abordagem de qualquer programa de controle das situações de risco derivadas do manejo inadequado dos RSS, tem fundamental importância a caracterização quali-quantitativa do problema, sem a qual se torna difícil a ação proativa sobre e nos estabelecimentos de assistência à saúde, no que tange ao gerenciamento dos RSS.

Por fim, reduzir os riscos em relação aos resíduos gerados em serviços de saúde implica a identificação cuidadosa de todas as variáveis internas específicas de cada estabelecimento de saúde, e suas relações com variáveis externas e o desenvolvimento de ações que possam controlar tais variáveis. Quanto mais variáveis estiverem sob controle, menor o risco ou a probabilidade de que os resíduos decorrentes da atuação em saúde provoquem danos à saúde individual, coletiva e ambiental.

4.3 Prevenção e precaução no controle do risco (aspectos jurídicos)

O princípio da prevenção refere-se a situações em que os riscos são conhecidos no estado atual da ciência, o que impõe aos entes estatais e aos particulares a adoção de medidas para impedir, diminuir a possibilidade de dano ou minimizar o impacto ambiental de uma atividade.

A aplicação do princípio da prevenção implica a adoção de medidas antes da ocorrência do dano concreto, cuja origem e possibilidade é conhecida e previsível, a fim de evitar o acontecimento de novos danos ou minorar seus efeitos.

O princípio da prevenção é importante na preservação do meio ambiente e podemos expandir para a promoção da saúde, pois "determina que, em vez de contabilizar os danos e tentar repará-los, se tente, sobretudo, evitar a ocorrência de danos, antes de eles terem acontecido". (Canotilho, 1995, p. 44). Prevenir significa agir antecipadamente para evitar algo indesejado.

O princípio corresponde ao aforismo popular "mais vale prevenir do que remediar", pois:

> – em muitos casos, depois da poluição ou do dano ocorrerem são impossíveis de remover. Pense-se, por exemplo, na extinção de uma espécie animal ou vegetal, duas situações limite, em que a reconstituição natural da situação anterior ao dano é materialmente impossível;
> – mesmo quando a reconstituição natural é materialmente possível, frequentemente ela é de tal modo onerosa que esse esforço não pode ser exigido ao poluidor. [...];
> – economicamente é sempre muito mais dispendioso remediar do que prevenir. Com efeito, o custo das medidas necessárias a evitar a ocorrência de poluição é sempre muito inferior ao custo das medidas de "despoluição", após a ocorrência do dano, ao qual acresce o custo do próprio dano. (Santos; Dias; Aragão, 1998, p. 20).

Já o emprego do princípio da precaução refere-se a situações nas quais não existe um conhecimento dos riscos potenciais de danos de uma atividade, de um determinado produto, ou de espécie viva a ser produzido e lançado no meio ambiente.

Seguindo o princípio da precaução, um risco desconhecido não deve ser interpretado como um risco inexistente; ao contrário, exige ação antecipada diante da dúvida. Não se sabe com clareza os riscos de dano à saúde humana e ao meio ambiente, mas existem fortes indícios que impõem a ação precatória.

Na dúvida sobre os riscos de uma determinada ação para o meio ambiente, segundo Santos, Dias e Aragão (1998), podem existir três circunstâncias que justificam a aplicação do princípio da precaução:

- quando ainda não se verificaram quaisquer danos decorrentes de uma determinada atividade, mas se receia, apesar da falta de provas científicas, que possam vir a ocorrer;
- quando havendo já danos provocados ao ambiente, não há provas científicas sobre qual a causa que está na origem dos danos;
- ou ainda quando, apesar de existirem danos provocados ao meio ambiente, não há provas científicas sobre o nexo de causalidade entre uma causa possível e os danos verificados.

O princípio da precaução assumiu uma abrangência global na Declaração do Rio de Janeiro sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento de 1992 (Brasil, 1992), que apresenta

a concepção mais conhecida e comumente empregada tanto no Direito Internacional quanto no direito interno dos Estados. No Princípio 15 a declaração afirma:

> De modo a proteger o meio ambiente, o princípio da precaução deve ser amplamente observado pelos Estados, de acordo com as suas necessidades. Quando houver ameaça de danos sérios ou irreversíveis, a ausência de absoluta certeza científica não deve ser utilizada como razão para postergar medidas eficazes e economicamente viáveis para prevenir a degradação ambiental. (Brasil, 1992).

O princípio da precaução adotado na Declaração do Rio de Janeiro é considerado uma versão moderada por ser ambíguo, e não impor de forma clara as obrigações para o presumível degradador/poluidor, especialmente quanto à inversão da carga de prova ao risco e não risco de dano.

Há os que adotam a concepção forte do princípio da precaução, como Mirra (1996), que cita: "Mesmo que haja controvérsias no plano científico com relação aos efeitos nocivos de uma determinada atividade sobre o meio ambiente, em atenção ao princípio da precaução, essa atividade deverá ser evitada ou rigorosamente controlada." Nesses casos, existem autores que defendem uma espécie *de in dubio pro ambiente,* ou *in dubio pro sanitas et natura* (Leite; Ayala, 2002; Mirra, 1996; Santos; Dias; Aragão, 1998; Canotilho, 1995), ou seja, na dúvida sobre a periculosidade de uma atividade para o ambiente e para a saúde humana decide-se a favor do ambiente e da sociedade, contra os interesses do potencial poluidor. Essa é uma posição controversa, que recebe crítica de autores contrários à concepção forte do princípio da precaução.

O princípio da precaução é justificado pela necessidade da tomada de decisão antecipada, mesmo opondo-se à forte pressão por crescimento econômico e pela mercantilização da ciência. Assim, segundo Mirra:

> [...] em muitas situações, torna-se verdadeiramente imperativa a cessação de atividades potencialmente degradadoras do meio ambiente, mesmo diante de controvérsias científicas em relação aos seus efeitos nocivos. Isso porque, segundo se entende, nessas hipóteses, o dia em que se puder ter certeza absoluta dos efeitos prejudiciais das atividades questionadas, os danos por elas provocados no meio ambiente e na saúde e segurança da população terão atingido tamanha amplitude e dimensão, que não poderão mais ser revertidos ou reparados – serão já, nessa ocasião, irreversíveis. (Mirra, 1996, p. 55).

Os dois princípios, o da prevenção e o da precaução, devem ser considerados frente aos riscos ambientais e riscos para a saúde humana quando se trata do gerenciamento de RSS. Esta é a orientação das principais normas jurídicas específicas sobre o tema, que são a RDC 306 (Brasil, 2004) e a Resolução Conama 358. (Brasil, 2005). As práticas relativas aos cuidados com o manuseio seguro de RSS, a segregação na origem, as imposições normativas relativas à disposição final, o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde e as exigências legais do licenciamento ambiental são a expressão desses princípios.

4.4 Considerações finais

Ao lidar com os RSS, os profissionais e as instituições precisam considerar o conceito de risco. Ter presente este conceito é fundamental para o desenvolvimento de condutas profissionais capazes de, efetivamente, evitar os problemas decorrentes do manejo inadequado dos resíduos gerados na assistência à saúde. Significa saber: identificar as variáveis componentes e determinantes do fenômeno RSS; perceber suas múltiplas relações e estabelecer estratégias para o seu controle, impedindo ou evitando os seus efeitos sobre o organismo e sobre o meio ambiente. Esta é uma forma não usual de trabalho que, se incorporada à prática profissional, protege o homem e o meio ambiente de fatores que possam causar prejuízos e interferir na qualidade de vida do planeta.

Nesse contexto, patogenicidade, toxicidade, infectividade, inflamabilidade, corrosividade e radioatividade são variáveis que devem ser ponderadas no cotidiano de trabalho, e, com isso, influenciar as decisões sobre o processo de geração e manejo dos RSS.

Os princípios da prevenção e precaução, legalmente instituídos, devem igualmente nortear as decisões pautando o sistema de gerenciamento como pressuposto à minimização dos potenciais impactos à saúde e ao meio ambiente.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:1987 – Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 1987.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 2004a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.005:2004 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, ABNT, 2004b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.006:2004 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, ABNT, 2004c.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos*. Rio de Janeiro, ABNT, 2004d.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 14.598:2007 – Produtos de petróleo – Determinação do ponto de fulgor pelo aparelho de vaso fechado Pensky-Martens.* Rio de Janeiro, ABNT, 2007.

ALMEIDA FILHO, N.; ROUQUAYROL, M. Z. *Epidemiologia & saúde*. 6.ed. Rio Janeiro: MEDSI, 2009.

AWAZU, L. A. M. A. *A gestão dos riscos de acidentes ambientais*. Engenharia Ambiental, ano 3, n. 9, jan. 1990.

BOTOMÉ, S. P.; REBELATTO, J. R. *Fisioterapia no Brasil:* fundamentos para uma ação preventiva e perspectivas profissionais. 2. ed. São Paulo: Manole, 1999.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento*. 1992. Disponível em: <http://www.onu.org.br>. Acesso em: 13 ago.2012.

_____. Ministério do Transporte (MT). *Portaria MT nº 204*, de 20 de maio de 1997. Aprova as Instruções Complementares aos Regulamentos dos Transportes Rodoviários e Ferroviários de Produtos Perigosos. Brasília, DF, 1997.

_____. Agência Nacional de Saúde Suplementar (ANS). *Promoção da saúde e prevenção de riscos e doenças na saúde suplementar:* Manual Técnico. 2. ed. rev. e atual. Rio de Janeiro: ANS, 2007. 168 p. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br>. Acesso em: 5 jun. 2012.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC nº 306*, de 07 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde*. Tecnologia em Serviços de Saúde. Brasília, DF. 2006. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 11 abr. 2013.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama nº 358*, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 05 jun. 2011.

BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L. Q. A. *Gestão e avaliação de risco em saúde ambiental.* Rio de Janeiro: Fiocruz, 1999.

CANOTILHO, J. J. G. *Direito Público do Ambiente*. Coimbra: Faculdade de Direito de Coimbra, 1995.

CASTIEL, L. D. *A medida do possível...* saúde, risco e tecnobiociência. RJ: Fiocruz, 1999.

CUNHA, I. A. da. Gerenciamento de riscos ambientais e a política de proteção dos mananciais em São Paulo. *In:* InterfacEHS – Revista de Gestão Integrada em Saúde do Trabalho e Meio Ambiente. V.3, n. 3, Artigo 4, ago. / dez. 2008. 15p.

CZERESNIA, D. O conceito de saúde e a diferença entre Prevenção e Promoção. *In:* Czeresnia, D. e Freitas, C.M. (org). Promoção de Saúde: conceitos, reflexão, tendências. RJ: Fiocruz, 2003. p.39 – 53.

FERREIRA, A. B. H. *Novo Dicionário da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

FORMAGGIA, D. M. E. Resíduos de serviços de saúde. *In:* Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviço da Saúde. São Paulo: Cetesb, 1995. p. 3-13.

LEITE, J. R. M., AYALA, P. A. *Direito Ambiental na Sociedade de Risco*. São Paulo. Forense Universitária, 2002.

MACHADO JUNIOR, M. C. et al. Resíduos sólidos hospitalares. *In:* Congresso Brasileiro de Limpeza Pública e Congresso Pan-Americano de limpeza pública. 1978. São Paulo. Anais... São Paulos: Cetesb, 1978.

MIRRA, A. L. V. Princípios Fundamentais do Direito Ambiental. *In:* Revista de Direito Ambiental nº 2, ani 1, abril-junho de 1996. 50-66

NAIME, R; SARTOR, I; GARCIA, A. C. *Uma abordagem sobre a gestão de resíduos de serviços de saúde.* Revista Espaço para a Saúde, Londrina, v. 5, n. 2, p. 17-27, jun. 2004. Disponível em: <http://www.ccs.uel.br>. Acesso em: 13 ago. 2012.

PEREIRA, S. D. *Conceitos e Definições da Saúde e Epidemologia, usados na Vigilância Sanitária*. São Paulo, 2007.

PINHEIRO, R. Cuidado em Saúde. *In:* Pereira e Lima (org). Dicionário da Educação Profissional em Saúde. 2ª edição, Rio de Janeiro: EPSJV, 2009.

RISSO, W. M. Q. *Gerenciamento de resíduos serviços de saúde:* a caracterização como instrumento básico para abordagem do problema. 1993. 163p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. São Paulo, 1993.

RODRIGUES, E. A. C. et al. *Infecções hospitalares:* prevenção e controle. São Paulo: Sarvier, 1997.

SANCHEZ, P. S. Caracterização dos riscos nos resíduos de serviços de saúde e na comunidade. *In:* Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços da Saúde, São Paulo; Cetesb, 1995.

SANTOS, C. M.; DIAS, J. E. O. F; ARAGÃO, M. A. S. *Introdução ao direito do Ambiente.* Lisboa: Universidade Aberta, 1998.

SCHNEIDER, V. E. *Estudo do processo de geração de resíduos sólidos na cidade de Bento Gonçalves/RS.* 1994. 135 p. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Hidráulica da Faculdade de Engenharia Civil, Campinas, 1994.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde:* contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. 2004. 242 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

SCHNEIDER, V. E. et al. *Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde.* 2ª ed. Caxias do Sul: EDUCS, 2004. v. 1. 319 p.

TAKAYANAGUI, A. M. M. *Trabalhadores de saúde e meio ambiente:* ação educativa do enfermeiro na conscientização para gerenciamento de resíduos sólidos. 1993. 192p. Tese (Doutorado) – Escola de Enfermagem da Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 1993.

_____. *Risco ambiental e o gerenciamento de resíduos nos espaços de um serviço de saúde no Canadá:* um estudo de caso. Tese Livre Docência. Ribeirão Preto: Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo, 2004, 83p.. Disponível em: <http://www.eerp.usp.br>. Acesso em: 5 jun. 2012.

_____. Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. *In:* PHILIPPI Jr., A. Saneamento, saúde e ambiente: fundamentos para um desenvolvimento sustentável. Barueri – SP: MANOLE, p. 323-374. 2005.

USEPA. U.S. Environmental Protection Agency. *Guide for Infectious Waste Management. Report*. Washington, 1986 (EPA/530-SW-86-014).

5

Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde

Vania Elisabete Schneider
Rita de Cássia Paranhos Emmerich
Viviane Caldart
Sandra Maria Orlandin

Considerando que toda e qualquer atividade humana resulta na geração de resíduos de diversas naturezas e tipologias, o gerenciamento destes surge como um dos critérios mais relevantes para minimizar os impactos decorrentes de sua geração. Sob a ótica da sustentabilidade, o gerenciamento de resíduos está assentado sobre condições ambientais, no qual são consideradas todas as etapas e os aspectos envolvidos, desde a fonte geradora até a disposição final segura, buscando, inclusive, incorporar mudanças de padrão de geração, formas de manejo e consumo.

O modelo de gerenciamento tradicional supõe a existência de um fluxo unidirecional entre infinitos, ou seja, à presumida disponibilidade inesgotável de matérias-primas associa-se a praxe de seu total desperdício. Este modelo caracteriza-se pela prioridade em garantir apenas a disposição dos resíduos, em decorrência do crescimento rápido da exploração dos recursos naturais e do consumo e, também, da ausência de políticas, no passado, para reduzir a quantidade de resíduos em qualquer das etapas do sistema produtivo.

Os pressupostos modernos do gerenciamento, porém, orientam para a prevenção e a correção de situações não ideais, caso ocorra algum fato indesejado. A implantação de políticas de gerenciamento torna-se cada vez mais importante para o melhor aproveitamento das áreas destinadas à disposição e ao tratamento dos resíduos, e a busca de melhores tecnologias para minimização, reutilização, reaproveitamento e reciclagem, diante da nova realidade urbana e industrial. Trata-se de um fator vital para o planejamento urbano, embora não tenha ocupado o cenário das discussões com o vigor que seria desejável.

Neste contexto, o gerenciamento de resíduos deve envolver todo um conjunto de ações normativas, operacionais, financeiras e de planejamento, de forma articulada e baseada em critérios sanitários, ambientais, sociais, políticos, técnicos, educacionais, culturais, estéticos e econômicos. O gerenciamento adequado dos resíduos constitui um elemento importante nas ações em saúde pública e um item relevante em termos ambientais. Os conceitos e as normas técnicas, pertinentes ao adequado gerenciamento dos resíduos, vêm paulatinamente contribuindo para os processos de gestão na assistência à saúde, porém merecem atenção especial, pois trata-se de uma cultura pouco consolidada no Brasil.

O gerenciamento correto dos resíduos, por outro lado, significa não apenas controlar e diminuir os riscos, mas também alcançar a minimização dos resíduos desde o ponto de origem, o que elevaria também a qualidade e a eficiência dos serviços prestados por estabelecimentos de saúde. Um sistema adequado de manejo dos resíduos permite, ainda, controlar e reduzir com segurança e economia os riscos para a saúde associados aos mesmos. (OPAS, 1997).

O ponto de partida para o gerenciamento é o planejamento dos recursos físicos e dos recursos materiais necessários, culminando na capacitação dos recursos humanos envolvidos. (Brasil, 2006). Neste sentido, o gerenciamento de resíduos exige planejamento e envolvimento de todos os setores de uma instituição de saúde, considerando, inclusive, as políticas públicas e o entorno.

As políticas de gerenciamento dos RSS evoluíram nas últimas duas décadas, particularmente no Brasil, no sentido de romper o antigo paradigma de que todo o resíduo gerado no interior das instituições de assistência à saúde é considerado infectante, e reforça a aplicação dos princípios de redução, reaproveitamento e reciclagem.

As novas concepções defendem o gerenciamento de resíduos assentado sobre condições ambientais adequadas, em que sejam considerados todos os aspectos envolvidos, desde a fonte geradora até a disposição segura, bem como a reciclagem máxima, visando incorporar mudanças de padrão de produção e de consumo. A estratégia de gerir os RSS a partir deste enfoque, com destaque para suas distintas etapas, vem sendo discutida e normatizada em quase todos os países.

No Brasil, o tema assume destaque na década de 90 e o conceito atual é expresso pela Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), que conceitua o gerenciamento dos RSS como sendo "o conjunto de procedimentos de gestão planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais". A Resolução traz como objetivo para o gerenciamento "minimizar a geração e proporcionar aos resíduos gerados o encaminhamento seguro, de forma eficiente, visando à proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde, dos recursos naturais e do meio ambiente".

A PNRS, por sua vez, enfatiza as etapas de gerenciamento (não geração, redução, reutilização e reciclagem) como prioritárias, pois toda sua diretriz está voltada para a prevenção, no sentido de minimizar a geração de resíduos destinada para tratamento e disposição final, contribuindo, assim, para reduzir os impactos à saúde pública e ao meio ambiente.

Um programa efetivo de gerenciamento de RSS deve promover a proteção à saúde pública e ao meio ambiente, em cada etapa do sistema, ou seja, na geração, na segregação, no acondicionamento, na coleta, no transporte, no armazenamento, no tratamento e na disposição final. Ainda, deve propiciar o manejo seguro, com equipamentos e facilidades necessárias à conscientização e à capacitação adequada, além de determinar, em função dos tipos de resíduo, qual o melhor sistema de tratamento e a consequente disposição final.

Os problemas mais comuns a serem enfrentados no gerenciamento dos RSS estão relacionados a projetos e instalações, que devem atender os aspectos de localização, de capacidade de armazenamento e de caminhos preferenciais para o fluxo de remoção de resíduos gerados, de modo a minimizar as interferências dentro dos estabelecimentos, o que, na maioria das vezes, não é considerado. Com vistas a orientar e evitar estes problemas, a Anvisa lançou a Resolução RDC 50 (Brasil, 2002a), que dispõe sobre o regulamento técnico para o planejamento, a programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Nesta Resolução, são estabelecidos os aspectos construtivos e técnicos dos novos empreendimentos de assistência à saúde, em que é prevista a estrutura física necessária à implantação do gerenciamento de resíduos nestes estabelecimentos.

Outros fatores que podem contribuir para as dificuldades no gerenciamento dos RSS são: escassez de conhecimentos específicos, carência de normas ou de leis com conteúdo claro e efetivo, negligência dos responsáveis, fiscalização inadequada e/ou ausente, e carência de programas de prevenção à poluição, que visem a minimização da geração de resíduos e os cuidados com a saúde ocupacional. Considerando-se os aspectos de infectividade, patogenicidade, virulência, persistência e suscetibilidade destes resíduos, estas dificuldades colaboram para a disseminação de doenças, sendo o gerenciamento um instrumento capaz de minimizar ou até mesmo impedir os efeitos adversos causados pelos RSS.

Formaggia (1995) destaca alguns requisitos, primários, mas que devem ser atendidos por qualquer tipo de estabelecimento gerador, em se tratando de implementar um sistema de gerenciamento de resíduos:

- higiene e limpeza devem ser consideradas palavras de ordem;
- todos os profissionais devem conhecer o sistema adotado para o gerenciamento (símbolos, gráficos, padrões de cores, segregação, horários e percurso de coleta, localização do abrigo, etc.), objetivando a sua participação na operacionalização do mesmo;
- profissionais de higiene e limpeza devem ser conscientizados acerca de sua responsabilidade, além de conhecer corretamente todos os procedimentos preconizados no manuseio, na coleta e no transporte, na higienização adequada de equipamentos e abrigos de RSS, e na utilização correta dos Equipamentos de Proteção Individual (EPIs);

- responsáveis técnicos pelos estabelecimentos devem orientar para a implantação de um sistema de gerenciamento tecnicamente adequado às condições locais, mesmo nos estabelecimentos de menor porte;
- edifícios onde existam diversos geradores devem adotar sistemas internos de coleta de RSS e possuir abrigos próprios, para facilitar o serviço externo de coleta;
- o gerenciamento de RSS deve estar em sintonia com o sistema adotado pelo serviço público ou privado de coleta; os gestores e responsáveis pelo gerenciamento devem ter conhecimento do sistema de tratamento e destino final dos resíduos sólidos de uma forma geral, bem como das responsabilidades estabelecidas por meio de legislação municipal específica;
- no caso dos hospitais, o gerenciamento dos RSS deve ser avaliado e acompanhado de perto pela Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH), particularmente no que se refere à programação de capacitações para profissionais dos setores de higiene e limpeza, e conscientização geral no que concerne à problemática dos RSS.

Diante do exposto, considera-se que a adoção de formas adequadas para o gerenciamento dos RSS depende fundamentalmente da mudança de postura dos geradores e dos profissionais que atuam na área da saúde, bem como da sociedade como um todo. Para que esta mudança se efetive, é necessário o acesso ao conhecimento que, por sua vez, deve estar sendo permanentemente reavaliado por meio de uma análise crítica da realidade.

A Organização Pan-Americana da Saúde, através do Guia de Manejo Interno de Resíduos Sólidos de Estabelecimentos de Saúde (OPAS, 1997), reforça a ideia de que um sistema adequado de gerenciamento dos resíduos sólidos, em um estabelecimento de saúde, permite controlar e reduzir, com segurança e economia, os riscos à saúde associados a estes resíduos. Segundo a organização, os aspectos técnico-operacionais são definidos de acordo com um estudo prévio dos resíduos gerados. O dimensionamento do sistema, os procedimentos e a tecnologia a ser utilizada são estabelecidos, uma vez que se conheça a frequência de geração, o tipo de resíduo que gera cada serviço e suas características.

Schneider et al. (2004) reforçam igualmente estas prerrogativas, ressaltando que um fluxo de operações uma vez gerado o resíduo, deve ter início com a segregação, tida como a primeira e mais importante etapa do gerenciamento. Esta, porém, requer a participação ativa e consciente de todo o contingente operacional dos estabelecimentos de assistência à saúde, por ser o fator determinante final da eficiência do sistema de gerenciamento e recair sobre os aspectos da responsabilidade individual. Neste sentido, o profissional deve estar consciente do seu papel no processo. Portanto, trata-se de uma questão intimamente associada aos programas de capacitação e educação permanente.

A coleta, o armazenamento e o transporte internos são operações rotineiras que geralmente estão a cargo do setor de limpeza, e requerem tanto uma logística apropriada

quanto uma equipe especializada, aspectos que frequentemente são pouco atendidos. A OPAS (1997) aponta como aspectos organizacionais do sistema as seguintes ações:

- *subdivisão do estabelecimento de saúde, de acordo com os serviços especializados*: os serviços, por razões de risco sanitário, devem estar delimitados fisicamente no interior dos estabelecimentos de saúde, o que determinará também os pontos de geração de resíduos. A complexidade do estabelecimento determina a qualidade (característica) dos resíduos gerados. A quantidade, no entanto, depende de diversos outros fatores, tais como: o tipo e o número de atendimentos; o número de profissionai; a porcentagem de leitos ocupados, entre outros;
- *definição da classificação dos resíduos sólidos gerados*: a classificação permite que seu manuseio seja eficiente, econômico e seguro; facilita uma segregação apropriada, reduzindo riscos sanitários e gastos no manuseio, visto que os sistemas mais seguros e dispendiosos se destinarão apenas à fração de resíduos que os requeira e não para todos;
- *determinação de responsabilidades bem definidas*: o manuseio seguro depende da clareza das responsabilidades, para que a comunidade intra e extra-hospitalar não seja colocada em risco, uma vez que todos os profissionais, bem como os pacientes, os visitantes e o público em geral, contribuem direta ou indiretamente para a geração de resíduos. A organização das atividades, a tecnologia utilizada e a capacitação de pessoal determinam também a quantidade e a qualidade dos resíduos que o estabelecimento de saúde irá gerar;
- *planejamento de um sistema de gestão de RSS*: o planejamento implica a previsão da geração de resíduos infectantes, químicos, perfurocortantes, recicláveis e comuns, quantidade atual e estimada, bem como a composição de cada um deles.

Torna-se importante salientar que o não atendimento a critérios mínimos no gerenciamento pode levar a situações de risco decorrentes do manejo inadequado, podendo causar danos à saúde da população fixa ou flutuante e do estabelecimento, particularmente àqueles que, direta ou indiretamente, manuseiam esses resíduos, tais como: profissionais que atuam na área da saúde pública, pacientes, funcionários da coleta e até mesmo a população circunvizinha desses estabelecimentos. Os riscos, no entanto, podem alcançar a população em geral, tendo em vista o risco potencial de contaminação ambiental que pode ser causada pelos resíduos infectantes e químicos, além do risco aos catadores e consumidores de materiais recolhidos da massa dos RSS.

Com o planejamento, a adequação dos procedimentos de manejo, o sistema de sinalização e o uso de equipamentos apropriados, não só é possível diminuir os riscos como reduzir as quantidades de resíduos a serem tratados e, ainda, promover

o reaproveitamento de grande parte dos mesmos pela segregação dos materiais recicláveis, reduzindo os custos de seu tratamento e para a disposição final que normalmente são altos. (Brasil, 2006).

Outro aspecto de fundamental importância para o sucesso dos sistemas de gerenciamento é a formação profissional. Os profissionais de saúde normalmente estão empenhados em inúmeras tarefas, podendo não reservar tempo para aprender a manusear os resíduos que geram, o que dificulta o estabelecimento de novos conceitos e comportamentos relacionados aos RSS. Neste sentido, cabe a cada instituição capacitar seu quadro funcional, de forma a desenvolver a percepção de que os resíduos são uma responsabilidade individual e intransferível de cada profissional.

5.1 Manejo de resíduos de serviços de saúde

As orientações para manejo, acondicionamento, coleta interna intermediária, bem como o armazenamento externo, além das orientações da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), são normatizados pela ABNT, por meio dos seguintes instrumentos: NBR 12.809 (ABNT, 1993c e 2013b) – Manuseio de Resíduos de Serviços de Saúde; NBR 12.810 (ABNT, 1993d) – Coleta de Resíduos de Serviços de Saúde; Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) – Tratamento e disposição final dos resíduos de serviços de saúde.

A NBR 12.807 (ABNT, 1993a 2013a) define o termo manejo como sendo "a operação de identificação e fechamento dos recipientes de acondicionamento dos RSS". Na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), define-se o manejo dos RSS como

> a ação de gerenciar os resíduos em seus aspectos intra e extra-estabelecimento, desde a geração até a disposição final, incluindo as etapas de segregação, acondicionamento, identificação, transporte interno, armazenamento temporário, tratamento (quando ocorre internamente na fonte geradora), armazenamento externo, coleta e transporte externos e disposição final. (Brasil, 2004b).

À parte as orientações fornecidas pela Anvisa, Conama, ABNT e demais documentos regulamentares sobre resíduos sólidos, cabe aos órgãos de meio ambiente e da saúde dos estados, dos municípios e do Distrito Federal a orientação e a fiscalização do manejo dos RSS.

Apesar da normatização estabelecida para os RSS, há uma diferença considerável entre o manejo interno e o externo dos resíduos, no que concerne às atribuições e às competências, evidenciando a necessidade de estudos para equalizar os procedimentos. O gerenciamento no espaço interno dos RSS, nos estabelecimentos de saúde, é responsabilidade de cada estabelecimento gerador, sendo controlado pelo Setor de Saúde ou Controle de Infecções Hospitalares; como o manejo externo, entretanto, tem sido realizado pelos serviços de coleta e/ou limpeza pública, que apenas possuem a atribuição de coletar e dispor os resíduos sólidos municipais, ou seja, o resíduo comum.

5.1.1 Manejo de resíduos infectantes (Grupo A)

O manejo de resíduos infectantes requer algumas medidas preventivas, as quais devem ser adotadas no sentido de evitar acidentes e minimizar os riscos, particularmente à saúde ocupacional. Rodrigues et al. (1997) elencam algumas destas medidas:

- minimizar a manipulação dos resíduos;
- manter em local seguro os sacos contendo resíduos infectantes;
- nunca abrir sacos contendo resíduo infectante, com vistas à inspeção de seu conteúdo;
- adotar procedimentos de manejo que preservem a integridade dos sacos plásticos contendo esses resíduos. O uso de sacos duplos, sacos mais resistentes, dispondo-os em contêineres rígidos, mesmo que de papelão, são práticas que podem ser adotadas;
- instituir o uso dos EPIs para manejo dos resíduos (luvas de borracha espessa, botas com solado de borracha, óculos de segurança).

Dentre os aspectos evidenciados pela Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), no que concerne ao manejo dos resíduos integrantes do Grupo A, destaca-se o elencado no quadro 1.

Quadro 1 – Orientações para o manejo dos resíduos infectantes (Grupo A)

	Orientações para o manejo	
Grupo A	- culturas e estoques de micro-organismos -resíduos de fabricação de produtos biológicos - meios de cultura e instrumentais utilizados em culturas - resíduos laboratoriais de manipulação genética	Não podem deixar a unidade geradora sem tratamento prévio
	- resíduos resultantes de atividades de vacinação, incluindo frascos de vacinas com expiração do prazo de validade, agulhas e seringas	Devem receber tratamento antes da disposição final
	- bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes, rejeitadas por contaminação ou por má-conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta	
	- sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos	
	- recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre	
	- peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações	
	- cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica	

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b).

5.1.2 Manejo de resíduos químicos (Grupo B)

O manejo de resíduos químicos deve seguir regras gerais que atendam as características de periculosidade e as condições estabelecidas pela NBR 10.004 (ABNT, 2004). Rodrigues et al. (1997) indicam alguns critérios que devem ser atendidos:

- observar características de periculosidade, as quais serão determinantes para o tipo de tratamento dado ao resíduo (NBR 10.004; ABNT, 2004);
- manter estoques baixos, isto é, em quantidade suficiente ao uso por períodos curtos de tempo;
- usar recipientes compatíveis com a natureza e as propriedades do conteúdo;
- rotular os recipientes com nome, volume, simbologia característica e data de embalagem do produto;
- utilizar recipientes vedantes para evitar vazamento;
- neutralizar e/ou desinfetar os produtos que serão lançados à rede de esgoto (por exemplo, solução de titulação, ácidos fracos, etc.);
- promover a substituição de produtos, de mais tóxicos para menos tóxicos, e incentivar o reaproveitamento e até mesmo as trocas interinstitucionais;
- a instituição deve contar com um técnico capacitado para o manejo desses resíduos;
- não descartar indiscriminadamente resíduos químicos na rede de esgoto.

Com relação ao manejo de resíduos químicos, a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) indica diversos critérios de manejo, os quais são apresentados no quadro 2. Os resíduos químicos perigosos (*tipo B3*), segundo a NBR 12.808 (ABNT, 1993b), requerem soluções que compatibilizem a minimização do risco e o tratamento. Conforme já foi visto, a NBR 10.004 (ABNT, 2004) destaca que a periculosidade abrange as características de *toxicidade*, *corrosividade*, *explosividade*, *reatividade*, *genotoxicidade* e *mutagenicidade*.

Quadro 2 – Orientações para o manejo dos resíduos químicos (Grupo B)

	Orientações para o manejo	
Grupo B	***Resíduos químicos que apresentam risco à saúde ou ao meio ambiente***	
	Resíduos químicos no estado sólido, quando não forem submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem	- devem ser dispostos em aterro de resíduos perigosos – *Classe I*
	Resíduos químicos no estado líquido	- devem ser submetidos a tratamento específico, sendo vedado o seu encaminhamento para disposição final em aterros
	Resíduos contendo Mercúrio (Hg)	- devem ser acondicionados em recipientes sob selo d'água e encaminhados para recuperação

Quadro 2A – Orientações para o manejo dos resíduos químicos (Grupo B)

Grupo B	***Resíduos químicos que não apresentam risco à saúde ou ao meio ambiente***	
	Resíduos químicos no estado sólido, quando não forem submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem	- devem ser encaminhados para sistemas de disposição final licenciados
	Resíduos químicos no estado líquido	- podem ser lançados na rede coletora de esgoto ou em corpo receptor, desde que atendam respectivamente as diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes
	Os resíduos devem ser acondicionados em recipientes constituídos de material compatível com o resíduos armazenado, sendo resistente, rígido e estanque Quando os recipientes de acondicionamento forem constituídos de Polietileno de Alta Densidade (PEAD), deverá ser observada a compatibilidade constante no Apêndice VII, da Resolução RDC 306 (BRASIL, 2004b)	

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b).

5.1.2.1 Manejo de resíduos farmacêuticos

São considerados resíduos farmacêuticos (*tipo B2*), segundo a NBR 12.808 (ABNT, 1993b), os medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados. Já a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) define, de forma geral, os insumos farmacêuticos como qualquer produto químico ou material (por exemplo, embalagens) utilizado no processo de fabricação de um medicamento, seja na sua formulação, no envase, seja no acondicionamento.

Rodrigues et al. (1997) recomendam que estes resíduos sejam embalados em sacos plásticos branco-leitoso. Já a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) determina que os "resíduos de produtos e de insumos farmacêuticos, sujeitos a controle especial, especificados na Portaria SVS/MS 344 (Brasil, 1998) e Resolução RDC 249 (Brasil, 2002b) devem atender à legislação sanitária em vigor". Deve-se verificar a compatibilidade entre a natureza química dos resíduos e o tratamento proposto. O retorno aos laboratórios produtores é uma possibilidade que deve ser levada em conta.

De acordo com o mesmo autor, as drogas antineoplásicas requerem cuidados de preparo (capela com fluxo laminar), descarte (pré-embalagem em recipiente rígido, fluxo específico e identificação de conteúdo), saúde ocupacional (treinamento de funcionários e uso de EPI) e de tratamento.

Estudos realizados com o intuito de investigar a exposição ocupacional e os riscos em enfermeiras grávidas, que manipulavam e administravam quimioterápicos antineoplásicos utilizando poucos EPIs até o final do primeiro semestre de gravidez, resultaram em nascimento de crianças com má-formação.

5.1.3 Manejo de resíduos radioativos (Grupo C)

O manejo dos resíduos radioativos deve seguir as recomendações da Resolução CNEN-NE-6.05 (CNEN, 1985), conforme segue:

- os resíduos radioativos devem ser dispostos em recipientes identificados e blindados;
- o transporte intraunidade deve ser feito em veículo blindado;
- o tratamento consiste na redução da radioatividade dos radionuclídeos empregados em terapia ou diagnósticos, aos níveis aceitáveis[1] para a disposição no meio ambiente;
- a eliminação dos resíduos líquidos radioativos na rede de esgoto poderá ser feita desde que observadas as características descritas nas normas da CNEN, destacando-se a solubilidade imediata ou fácil dispersão na água;
- as excretas de pacientes submetidos à radioterapia, ou a radiodiagnóstico, devem ter tratamento específico, como descrito anteriormente.

5.1.4 Manejo de resíduos perfurocortantes (Grupo E)

Os resíduos do grupo E, que se constituem nos perfurocortantes ou escarificantes, tais como lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas e outros similares, de acordo com orientações da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), devem ser descartados separadamente, no local de sua geração, imediatamente após o uso ou necessidade de descarte.

O descarte deve ocorrer em recipientes rígidos, resistentes à punctura, ruptura e ao vazamento, com tampa, devidamente identificados, atendendo os parâmetros referenciados na NBR 13.853 (ABNT, 1997), sendo expressamente proibido o esvaziamento desses recipientes para o seu reaproveitamento. Os recipientes devem ser descartados quando seu preenchimento atingir 2/3 de sua capacidade ou o nível de preenchimento ficar a cinco centímetros de distância da boca do recipiente.

Como orientação para o manejo desse tipo de resíduos, a Resolução citada ainda aponta que as agulhas descartáveis devem ser desprezadas juntamente com as seringas, quando estas forem descartáveis, sendo proibido reencapá-las ou proceder a sua retirada manualmente.

Deve-se considerar, ainda, que o volume dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária deste tipo de resíduo, e deve estar identificados com o símbolo internacional de risco biológico, acrescido da inscrição de PERFUROCORTANTE e os riscos adicionais, químico ou radiológico.

---

[1] Utiliza o conceito de decaimento à meia-vida dos elementos empregados. Para resíduos sólidos, a CNEN estabelece em 7,5000 Bq/kg[2] ou 2 Ci/kg[2] o teor de radioatividade com o qual podem ser encaminhados à coleta municipal. *Bq/kg* e *Ci/kg:* unidade de atividade radioativa da amostra por unidade de massa.

Quanto aos resíduos desse grupo gerados pelos serviços de assistência domiciliar, devem ser acondicionados e recolhidos pelos próprios agentes de atendimento ou por pessoa treinada para a atividade e encaminhados ao estabelecimento de saúde de referência.

A Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) indica alguns critérios de manejo para o Grupo E, conforme quadro 3.

Quadro 3 – Orientações para o manejo dos resíduos perfurocortantes (Grupo E)

	Orientações para o manejo
Grupo E	- Os perfurocortantes devem ser descartados separadamente, no local de sua geração, imediatamente após o uso ou a necessidade de descarte, sendo expressamente proibido o esvaziamento desses recipientes para o seu reaproveitamento
	- As agulhas descartáveis devem ser desprezadas juntamente com as seringas, quando descartáveis, sendo proibido reencapá-las ou proceder a sua retirada manualmente
	- Os resíduos gerados pelos serviços de assistência domiciliar devem ser acondicionados e recolhidos pelos próprios agentes de treinada para tal atividade
	- O armazenamento temporário, o transporte interno e o armazenamento externo destes resíduos podem ser realizados nos mesmos recipientes utilizados para o Grupo A, entre outros

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b).

5.2 Identificação

A identificação dos RSS consiste no conjunto de medidas que permite o reconhecimento dos resíduos contidos em sacos e recipientes, fornecendo informações para o seu correto manejo. A Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) indica que:

- a identificação deve estar aposta nos sacos de acondicionamento, nos recipientes de coleta interna e externa, nos recipientes de transporte interno e externo, e nos locais de armazenamento, em local de fácil visualização, de forma indelével, utilizando-se símbolos, cores e frases, de forma a atender os parâmetros referenciados na NBR 7.500 (ABNT, 2011), além de outras exigências relacionadas à identificação de conteúdo e ao risco específico de cada grupo de resíduos;
- a identificação dos sacos de armazenamento e dos recipientes de transporte poderá ser feita por adesivos, desde que seja garantida a resistência destes aos processos normais de manuseio.

No quadro 4 são apresentados os grupos de resíduos e seus respectivos símbolos de identificação.

Quadro 4 – Simbologia dos grupos de resíduos

Grupo	Simbologia	Descrição da simbologia
Grupo A		É identificado pelo símbolo de substância infectante constante na NBR 7.500 (ABNT, 2011), com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos
Grupo B		É identificado através do símbolo de risco associado, de acordo com a NBR 7.500 (ABNT, 2011) e com discriminação de substância química e frases de risco
Grupo C		É representado pelo símbolo internacional de presença de radiação ionizante (trifólio de cor magenta) em rótulos de fundo amarelo e contornos pretos, acrescido da expressão REJEITO RADIOATIVO
Grupo E		É identificado pelo símbolo de substância infectante constante na NBR 7.500 (ABNT, 2011), com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, acrescido da inscrição de RESÍDUO PERFUROCORTANTE, indicando o risco que apresenta o resíduo

Fonte: Adaptado de ABNT (2011).

5.3 Acondicionamento

Segundo a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), o acondicionamento de RSS consiste no ato de embalar os resíduos segregados em sacos ou recipientes que evitem vazamentos e resistam às ações de punctura e ruptura. A capacidade dos recipientes de acondicionamento deve ser compatível com a geração diária de cada tipo de resíduo. Esta Resolução preconiza que:

- os resíduos sólidos devem ser acondicionados em sacos constituídos de material resistente à ruptura e ao vazamento, respeitando-se os limites de peso – baseado na NBR 9.191(ABNT, 2008) – sendo proibido o seu esvaziamento ou reaproveitamento;
- os sacos devem estar contidos em recipientes de material lavável, resistente à punctura, ruptura e ao vazamento, com tampa provida de sistema de abertura sem contato manual, com cantos arredondados e ser resistente ao tombamento;
- os resíduos líquidos devem ser acondicionados em recipientes constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante.

De acordo com Schneider et al. (2004), o acondicionamento deve ser executado no momento da geração e no local de origem (ou próximo a ele), em recipientes adequados ao tipo, à quantidade e às características. Estas ações melhoram o manuseio destes e protegem a equipe encarregada da sua coleta e remoção, evitando sua exposição e permitindo a identificação dos resíduos que requeiram cuidados especiais, reduzindo os riscos de contaminação.

O uso de sacos plásticos para RSS, exceto para perfurocortantes, oferece muitas vantagens sobre outros tipos de recipientes, tais como: eficiência, praticidade, redução da exposição do manipulador ao contato direto com os resíduos, melhoria nas condições higiênicas, etc. (Schneider et al., 2004). Especificamente no que concerne à utilização de sacos plásticos para o acondicionamento de resíduos, salientam-se as seguintes normas técnicas publicadas pela ABNT: NBR 9.191 (ABNT, 2008) – Especificação: sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio; NBR 13.056 (ABNT, 2000) – Filmes: verificação de transparência – Método de Ensaio.

Os resíduos infectantes devem ser acondicionados de acordo com as normas técnicas aplicáveis, em sacos plásticos tipo 2, código LSE, branco-leitosos. Deve constar, individualmente, a identificação do fabricante, e o símbolo de material infectante deve ser posicionado a um terço da altura, de baixo para cima, ocupando uma área mínima equivalente a 5% daquela face do saco.

Os resíduos especiais devem ser acondicionados de forma segura e compatível com suas características físico-químicas.

Os RSS classificados como comuns, segundo a NBR 12.808 (ABNT, 1993b), podem ser acondicionados em sacos plásticos tipo 1. Já os RSS infectoperfurantes e cortantes devem ser acondicionados em recipientes apropriados para evitar acidentes. Os recipientes, no entanto, devem atender as características de resistência à perfuração, estanqueidade e impermeabilidade. Tanto os recipientes rígidos como os sacos plásticos devem ser preenchidos até dois terços de sua capacidade volumétrica. Os sacos plásticos, por sua vez, deverão ser totalmente fechados, de tal forma que não permita o derramamento do conteúdo mesmo que virados de boca para baixo.

Segundo Takayanagui (1993), no acondicionamento dos resíduos químicos, devem ser observados os seguintes itens:

- rótulo legível contendo o nome do produto, propriedades físicas e químicas, volume, data de embalagem e símbolo correspondente (reativo, corrosivo, inflamável, etc.) segundo a NBR 7.500 (ABNT, 2011);
- recipientes com tampas vedantes;
- a armazenagem durante o aguardo do tratamento e/ou da disposição final deve ser em ambiente fresco, arejado e com acesso exclusivo aos funcionários do serviço.

Os resíduos radioativos têm seu gerenciamento estabelecido pela Resolução CNEN-NE 6.05. (CNEN, 1985).

Formaggia (1995) destaca que o acondicionamento de RSS em sacos plásticos diferenciados auxilia no gerenciamento correto dos resíduos, levando todos os profissionais que trabalham no estabelecimento a prestarem atenção a essa questão, auxiliando mesmo a detectarem problemas no gerenciamento, quando estes existirem. Grande parte dos problemas relacionados ao gerenciamento de RSS refere-se ao mau-acondicionamento dos resíduos, devido a problemas de rompimento dos sacos e seu fechamento inadequado.

A forma de acondicionamento dos RSS está diretamente ligada à classificação destes, de acordo com a NBR 12.808 (ABNT, 1993b) e com a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b). Já o padrão e o código de cores utilizado, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, é apresentado pela Resolução Conama 275 (Brasil, 2001), conforme quadro 5.

Quadro 5 – Padrão de cores para identificação da tipologia de resíduos

Cor	Tipologia de resíduos	Cor	Tipologia de resíduos
Azul	Papel / papelão	Laranja	Perigosos
Vermelho	Plástico	Branco	Ambulatoriais e RSS
Verde	Vidro	Lilás	Radioativos
Amarelo	Metal	Marrom	Orgânicos
Preto	Madeira	Cinza	Não recicláveis, misturados a outros

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b).

Considerando o padrão de cores estabelecido pela Resolução Conama 275 (Brasil, 2001), o acondicionamento dos resíduos especiais e recicláveis em sacos transparentes, respeitando o padrão de cores estabelecido pela Resolução Conama 275 (Brasil, 2001), pode ser compreendido como um fator facilitador do processo de gerenciamento dos RSS, pois possibilita verificar a presença de resíduos de outras classes inadequadamente contidos nessas embalagens.

No quadro 6 são apresentadas as orientações da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) para o acondicionamento dos diferentes grupos de resíduos de serviços de saúde. O quadro a seguir é um resumo das etapas até então abordadas por este capítulo.

Quadro 6 – Orientações para o acondicionamento dos diferentes grupos de resíduos

Grupo		Acondicionamento
Grupo A	A1	- devem ser acondicionados de maneira compatível com o processo de tratamento a ser utilizado - se na etapa de tratamento não houver descaracterização física das estruturas, devem ser acondicionados em saco branco leitoso e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante - caso haja descaracterização física das estruturas, podem ser acondicionados como resíduos do Grupo D - bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má-conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta; sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, e demais resíduos com estas características devem ser acondicionados em saco vermelho e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante. Após o tratamento podem ser acondicionados como resíduos do Grupo D - devem ser acondicionados de maneira compatível com o processo de tratamento a ser utilizado
	A2	- quando encaminhados para a disposição final em aterro sanitário licenciado, devem ser acondicionados em saco branco leitoso e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante e a inscrição de PEÇAS ANATÔMICAS DE ANIMAIS
	A3	- se estes resíduos forem encaminhados para o sistema de tratamento, devem ser acondicionados em saco vermelho e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante e a inscrição PEÇAS ANATÔMICAS
	A4	- devem ser acondicionados em saco branco leitoso e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante
	A5	- devem ser acondicionados em saco vermelho. Indica-se a utilização de dois sacos como barreira de proteção, sendo proibido o seu esvaziamento ou reaproveitamento

Quadro 6A – Orientações para o acondicionamento dos diferentes grupos de resíduos

Grupo		Acondicionamento
Grupo A	A1	- devem ser acondicionados de maneira compatível com o processo de tratamento a ser utilizado - se na etapa de tratamento não houver descaracterização física das estruturas, devem ser acondicionados em saco branco leitoso e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante - caso haja descaracterização física das estruturas, podem ser acondicionados como resíduos do Grupo D - bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má-conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta; sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, e demais resíduos com estas características devem ser acondicionados em saco vermelho e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante. Após o tratamento podem ser acondicionados como resíduos do Grupo D - devem ser acondicionados de maneira compatível com o processo de tratamento a ser utilizado
	A2	- quando encaminhados para a disposição final em aterro sanitário licenciado, devem ser acondicionados em saco branco leitoso e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante e a inscrição de PEÇAS ANATÔMICAS DE ANIMAIS
	A3	- se estes resíduos forem encaminhados para o sistema de tratamento, devem ser acondicionados em saco vermelho e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante e a inscrição PEÇAS ANATÔMICAS
	A4	- devem ser acondicionados em saco branco leitoso e identificados com rótulos de fundo branco, desenho e contornos pretos, com o símbolo de substância infectante
	A5	- devem ser acondicionados em saco vermelho. Indica-se a utilização de dois sacos como barreira de proteção, sendo proibido o seu esvaziamento ou reaproveitamento
Grupo B		- resíduos de substâncias químicas constantes no Apêndice VI da Resolução RDC 306 (BRASIL, 2004b); quando não fizerem parte de mistura química, devem ser obrigatoriamente segregados e acondicionados de forma isolada, conforme as exigências de compatibilidade química dos resíduos entre si (Apêndice V da Resolução RDC 306), assim como de cada resíduo com os materiais das embalagens, de forma a evitar reação química entre os componentes do resíduo e da embalagem, enfraquecendo ou deteriorando a mesma, ou a possibilidade de que o material da embalagem seja permeável aos componentes do resíduo
		- quando os recipientes de acondicionamento forem constituídos de PEAD, deverá ser observada a compatibilidade constante no Apêndice VII da Resolução RDC 306 (BRASIL, 2004b)
		- quando destinados à reciclagem ou ao reaproveitamento, devem ser acondicionados em recipientes individualizados, conforme as exigências de compatibilidade química do resíduo com os materiais das embalagens, de forma a evitar reação química entre os componentes do resíduo e da embalagem, ou a possibilidade de que o material da embalagem seja permeável aos componentes do resíduo
		- resíduos líquidos devem ser acondicionados em recipientes constituídos de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada e vedante. Devem ser identificados com o símbolo de risco associado e com discriminação de substância química e frases de risco
		- resíduos sólidos devem ser acondicionados em recipientes de material rígido, adequados para cada tipo de substância química, respeitadas as suas características físico-químicas e seu estado físico, e identificados com o símbolo de risco associado e com discriminação de substância química e frases de risco
		- embalagens secundárias não contaminadas pelo produto devem ser fisicamente descaracterizadas e acondicionadas como Resíduo do Grupo D
		- resíduos contendo Mercúrio (Hg) devem ser acondicionados em recipientes sob selo d'água e encaminhados para recuperação
Grupo C		- rejeitos radioativos sólidos devem ser acondicionados em recipientes de material rígido, forrados internamente com saco plástico resistente e identificados com o símbolo internacional de presença de radiação ionizante em rótulos de fundo amarelo e contornos pretos, acrescido da expressão REJEITO RADIOATIVO, indicando o principal risco que apresenta aquele material, além de informações sobre o conteúdo, nome do elemento radioativo, tempo de decaimento, data de geração, nome da unidade geradora, conforme norma da CNEN NE 6.05 e outras que a CNEN determinar
		- rejeitos radioativos líquidos devem ser acondicionados em frascos de até dois litros ou em bombonas de material compatível com o líquido armazenado, sempre que possível de plástico, resistentes, rígidos e estanques, com tampa rosqueada, vedante, acomodados em bandejas de material inquebrável e com profundidade suficiente para conter, com a devida margem de segurança, o volume total do rejeito, e identificados com o símbolo internacional de presença de radiação ionizante em rótulos de fundo amarelo e contornos pretos, acrescidos da expressão REJEITO RADIOATIVO, indicando o principal risco que apresenta aquele material, além de informações sobre o conteúdo, nome do elemento radioativo, tempo de decaimento, data de geração, nome da unidade geradora, conforme norma da CNEN NE 6.05 e outras que a CNEN determinar
Grupo D		- devem ser acondicionados de acordo com as orientações dos serviços locais de limpeza urbana, utilizando-se sacos impermeáveis, contidos em recipientes e receber identificação conforme orientações de identificação destacadas na Resolução RDC 306 (BRASIL, 2004b)
		- os cadáveres de animais podem ter acondicionamento e transporte diferenciados, de acordo com o porte do animal, desde que submetidos à aprovação pelo órgão de limpeza urbana, responsável pela coleta, pelo transporte e pela disposição final deste tipo de resíduo

Fonte: Adaptado de Brasil (2001).

5.4 Armazenamento interno

O armazenamento interno, de acordo com definições da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), consiste na guarda temporária dos recipientes contendo os resíduos já acondicionados em local próximo aos pontos de geração, visando agilizar a coleta dentro do estabelecimento e otimizar o deslocamento entre os pontos geradores e o ponto destinado à disponibilização para coleta externa. Dependendo da distância entre os pontos de geração de resíduos e do armazenamento externo, poderá ser dispensado o armazenamento temporário, sendo o encaminhamento direto ao armazenamento para coleta externa.

Segundo Brasil (2006), não poderá ser realizado armazenamento temporário com disposição direta dos sacos sobre o piso ou sobrepiso, sendo obrigatória a conservação dos sacos em recipientes de acondicionamento. Quando o armazenamento temporário for feito em local exclusivo, deve ser identificado como "sala de resíduos", podendo ser um compartimento adaptado para isso, caso não tenha sido concebido na construção, desde que atenda as exigências legais para este tipo de ambiente. A quantidade de salas de resíduos será definida em função do porte, da quantidade de resíduos, da distância entre pontos de geração e do *layout* do estabelecimento. Dependendo do volume de geração e da funcionalidade do estabelecimento, poderá ser utilizada a "sala de utilidades" de forma compartilhada. Neste caso, além da área mínima de seis metros quadrados destinados à sala de utilidades, deverá dispor, no mínimo, de mais dois metros quadrados para armazenar dois recipientes coletores, para posterior traslado até a área de armazenamento externo.

A sala para guarda de recipientes de transporte interno de resíduos deve ter pisos e paredes lisas e laváveis, sendo o piso, além disso, resistente ao tráfego dos recipientes coletores. Deve possuir iluminação artificial e área suficiente para armazenar, no mínimo, dois recipientes coletores, para o posterior traslado até a área de armazenamento externo. Para melhor higienização, é recomendável a existência de ponto de água e ralo sifonado com tampa escamoteável.

Conforme a Resolução RDC 50 (Brasil, 2002a), a sala de utilidades ou expurgo consiste em um ambiente destinado à limpeza, desinfecção e guarda de materiais e roupas utilizados na assistência ao paciente, bem como na guarda temporária de resíduos, devendo ser um local dotado de pia e/ou esguicho de lavagem e de pia de despejo.

Segundo a NBR 12.809 (ABNT, 1993c e 2013b) e Schneider (2004), no armazenamento temporário não é permitida a retirada dos sacos de resíduos de dentro dos recipientes coletores ali estacionados. Os resíduos de fácil putrefação, que venham a ser coletados por período superior a 24 horas de seu armazenamento, devem ser conservados sob refrigeração e, quando não for possível, ser submetidos a outros métodos de conservação. O local para o armazenamento dos resíduos químicos deve ser de alvenaria, fechado, dotado de aberturas teladas para ventilação, com dispositivo que impeça a luz solar direta, pisos e paredes em materiais laváveis com sistema de retenção de líquidos.

5.5 Coleta interna I

A etapa de coleta no gerenciamento de RSS é caracterizada pela retirada dos resíduos do seu local de geração e encaminhamento para armazenamento, tratamento ou destinação final.

Para melhor compreender e auxiliar no gerenciamento dos RSS, a coleta é dividida em duas etapas:

- *coleta interna*: a etapa intramuros, que ocorre DENTRO dos muros do estabelecimento de saúde, ou seja, do local de geração até o abrigo de resíduos externo;
- *coleta externa*: a etapa extramuros, que ocorre EXTERNAMENTE ao estabelecimento de saúde, ou seja, do abrigo de resíduos externo para o local de tratamento e disposição final.

Segundo a NBR 12.810 (ABNT, 1993d) e a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), a coleta interna é a operação de transferência dos recipientes, do local de geração para o local de armazenamento interno (coleta interna I), normalmente localizado na mesma unidade de geração ou próximo a ela, e no mesmo piso; ou deste para o abrigo de resíduos ou armazenamento externo, geralmente fora do estabelecimento, ou, ainda, diretamente para o local de tratamento (ambos denominados coleta interna II). Em pequenas instalações ou em determinados casos essas etapas são reduzidas a uma única, a qual é realizada dentro da unidade e consiste no recolhimento dos resíduos, no fechamento dos sacos e no seu transporte até a sala de resíduos ou expurgo. Os problemas com essa etapa do gerenciamento de RSS iniciam com a elaboração do projeto arquitetônico, quando os responsáveis desconhecem a necessidade da instalação de salas de resíduos (locais de armazenamento interno e externo) e de corredores que facilitem o seu fluxo adequado.

A definição do local, da frequência e do horário da coleta dos RSS nas unidades geradoras, deve ser feita em função das características do serviço e da quantidade de resíduos gerada. O horário de coleta deve ser programado de forma a minimizar o tempo de permanência dos resíduos na unidade geradora.

Geralmente uma equipe designada somente para a atividade de coleta é responsável por esta, ou ainda podem ser responsáveis as higienizadoras ou os profissionais da enfermagem. Independentemente da pessoa responsável por esta atividade, é importante que seja capacitada e informada sobre os perigos associados a esta atividade. Os responsáveis pelo serviço de coleta devem usar EPI apropriado, conforme fixado pela NBR 12.810 (ABNT, 1993d), e evitar que o transporte pelos corredores do estabelecimento coincida com horários de distribuição de refeições aos pacientes, fluxo de pacientes ou pessoas, e com o transporte de material limpo.

Segundo a NBR 12.809 (ABNT, 1993c e 2013b), a coleta interna I:

- deve ser efetuada de acordo com as necessidades da unidade geradora, no que se refere à frequência, ao horário e às demais exigências do serviço;
- os procedimentos têm que ser realizados de forma a não permitir o rompimento dos recipientes. No caso de acidente ou derramamento, deve-se imediatamente realizar a limpeza e desinfecção simultânea do local e notificar a chefia da unidade;
- deve observar as normas de segregação;
- o transporte dos recipientes deve ser realizado sem esforço excessivo ou risco de acidente para o funcionário;
- para deslocamento manual, os recipientes contendo resíduos não devem exceder 20 L de capacidade. O transporte de recipientes acima de 20 L, contendo resíduos, deve ser realizado por meio de carro de transporte interno I;
- após a coleta interna I, o funcionário deve lavar as mãos ainda enluvadas, retirando as luvas e colocando-as em local apropriado.

5.6 Coleta interna II e transporte interno e externo

A NBR 12.809 (ABNT, 1993c e 2013b) preconiza que a coleta interna II seja executada da seguinte maneira:

- o transporte de recipientes deve ser sempre realizado por carros específicos da coleta interna II;
- a coleta interna II tem que ser planejada com o menor percurso, sempre no mesmo sentido, evitando coincidências com os fluxos de pessoas, roupas limpas, alimentos, medicamentos e outros materiais;
- aplicam-se a essa fase as mesmas determinações da coleta interna I;
- os EPIs são os mesmos utilizados na coleta interna I, com acréscimo de um avental impermeável.

Segundo a NBR 12.810 (ABNT, 1993d), todo resíduo transportado para fora da unidade deverá circular sempre em carro fechado, com caçamba estanque que não permita vazamentos e quando em quantidades superiores a 20 kg, necessariamente utilizando dispositivos de transporte.

O transporte externo, por sua vez, deve ser realizado por veículos específicos para transporte de resíduos, seguindo as especificações das seguintes Normas: NBR 12.810 (ABNT, 1993d) – Fixa os procedimentos exigíveis para coleta interna e externa dos resíduos de serviços de saúde, sob condições de higiene e segurança; NBR 14.652 (ABNT, 2001) – Dá os requisitos de construção e inspeção para o veículo coletor-transportador rodoviário de resíduos de serviços de saúde para os resíduos do Grupo

A; NBR 7.500 (ABNT, 2011) / Errata 1:2013 – orienta quanto à identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos.

Para o transporte de RSS sem prévio tratamento, os veículos devem ser licenciados pelo órgão ambiental competente e ostentar a simbologia para o transporte rodoviário. A simbologia é definida pela NBR 7.500 (ABNT, 2011), que, em seu Anexo A (Rótulos de Risco), classifica os resíduos infectantes como pertencentes à *Classe 6* – Tóxicos, *Subclasse 6.2* – Infectantes.

Além disso, o transporte destes resíduos deve ser acompanhado da ficha de emergência, envelope para transporte de produtos perigosos e ainda atender os requisitos da NBR 13.221 (ABNT, 2010), que especifica os requisitos para o transporte terrestre de resíduos, com o intuito de minimizar danos ao meio ambiente e proteger a saúde pública.

Outras normatizações, como a Portaria 291 (Brasil, 1988) e a Portaria 204 (Brasil, 1997ba) do Ministério dos Transportes, e a Resolução 420 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (Brasil, 2004a), igualmente regulamentam este tipo de transporte. A relação de produtos perigosos pode ser consultada na Portaria 204. (Brasil, 1997b).

A coleta, como uma das etapas do gerenciamento de resíduos, deve receber a mesma importância que as demais, ou seja, ser planejada e executada tendo como princípio a prevenção de riscos à saúde ocupacional, pública e ambiental.

5.7 Armazenamento externo

O armazenamento temporário externo consiste no acondicionamento dos resíduos em abrigo, em recipientes coletores adequados, em ambiente exclusivo e com acesso facilitado para os veículos coletores, no aguardo da realização da etapa de coleta externa. Segundo orientações de Brasil (2006), o abrigo de resíduos deve ser dimensionado de acordo com o volume de resíduos gerados, com capacidade de armazenamento compatível com a periodicidade de coleta do sistema de limpeza urbana local. Deve ser construído em ambiente exclusivo, possuindo, no mínimo, um ambiente separado para atender o armazenamento de recipientes de resíduos do Grupo A, juntamente com o Grupo E, e um ambiente para o Grupo D. O local desse armazenamento externo de RSS deve apresentar as características descritas no quadro 7.

Quadro 7 – Características do local de armazenamento externo

Características	Descrição
Acessibilidade	O ambiente deve estar localizado e construído de forma a permitir acesso facilitado para os recipientes de transporte e para os veículos coletores
Exclusividade	O ambiente deve ser utilizado somente para o armazenamento de resíduos
Segurança	O ambiente deve reunir condições físicas estruturais adequadas, impedindo a ação de sol, chuva, ventos, etc., bem como o acesso de pessoas não autorizadas e de animais
Higiene e saneamento	Deve haver local para higienização dos carrinhos e contenedores; o ambiente deve contar com boa iluminação e ventilação e ter pisos e paredes revestidos com materiais resistentes aos processos de higienização

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b).

O abrigo de resíduos do Grupo A deve atender aos requisitos apresentados no quadro 8, segundo Brasil (2004b).

Quadro 8 – Características do local de armazenamento de resíduos do Grupo A

Abrigo de resíduos do Grupo A
Construído em alvenaria fechado dotado, apenas, de aberturas para ventilação, teladas, que possibilitem uma área mínima de ventilação correspondente a 1/20 da área do piso e não inferior a 0,20 m^2
Revestido internamente (piso e paredes) com material liso, lavável, impermeável, resistente ao tráfego e impacto
Porta provida de tela de proteção contra roedores e vetores, de largura compatível com as dimensões dos recipientes de coleta externa
Possuir símbolo de identificação, em local de fácil visualização, de acordo com a natureza do resíduo
Possuir área específica de higienização para limpeza e desinfecção simultânea dos recipientes coletores e demais equipamentos utilizados no manejo de RSS. A área deve possuir cobertura, dimensões compatíveis com os equipamentos que serão submetidos à limpeza e higienização, piso e paredes lisos, impermeáveis, laváveis, ser provida de pontos de iluminação e tomada elétrica, ponto de água, canaletas de escoamento de águas servidas, direcionadas para a rede de esgotos do estabelecimento, e ralo sifonado provido de tampa que permita a sua vedação

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b).

O estabelecimento gerador de RSS, cuja geração semanal não exceda 700 L, e cuja geração diária não exceda 150 L, pode optar pela instalação de um abrigo reduzido, que deve possuir as características descritas no quadro 9.

Quadro 9 – Características do local de armazenamento reduzido de resíduos do Grupo A

Abrigo reduzido de resíduos do Grupo A
Exclusivo para guarda temporária de RSS, devidamente acondicionados em recipientes
Piso, paredes, porta e teto de material liso, impermeável, lavável, resistente ao impacto
Ventilação mínima de duas aberturas de 10 cm x 20 cm cada (localizadas uma a 20 cm do piso e outra a 20 cm do teto), abrindo para a área externa
A critério da autoridade sanitária, as aberturas podem dar para áreas internas do estabelecimento
Piso com caimento mínimo de 2% para o lado oposto à entrada, sendo recomendada a instalação de ralo sifonado ligado à rede de esgoto sanitário
Identificação na porta com o símbolo de acordo com o tipo de resíduo armazenado
Localização tal que não abra diretamente para áreas de permanência de pessoas, dando-se preferência a locais de fácil acesso à coleta externa

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b).

O abrigo de resíduos do Grupo B deve ser projetado, construído e operado conforme orientações apresentadas no quadro 10.

Quadro 10 – Características do local de armazenamento de resíduos do Grupo B

Abrigo de resíduos do Grupo B
Deve ser em alvenaria, fechado, dotado apenas de aberturas teladas que possibilitem uma área de ventilação adequada
Deve ser revestido internamente (piso e parede) com material de acabamento liso, resistente ao tráfego e impacto, lavável e impermeável
A porta deve ser dotada de proteção inferior, impedindo o acesso de vetores e roedores
Piso com caimento na direção das canaletas ou ralos
Deve estar identificado, em local de fácil visualização, com sinalização de segurança – com as palavras RESÍDUOS QUÍMICOS – com símbolo de risco químico
Deve prever a blindagem dos pontos internos de energia elétrica, quando houver armaze – namento de resíduos inflamáveis
Deve ter dispositivo de forma a evitar incidência direta de luz solar
Deve ter sistema de combate a incêndio por meio de extintores de CO_2 e PQS (pó químico seco)
Deve ter *kit* de emergência para os casos de derramamento ou vazamento, incluindo produ– tos absorventes
Deve armazenar os resíduos constituídos de produtos perigosos corrosivos e inflamáveis, próximos ao piso
Deve observar as medidas de segurança recomendadas para produtos químicos, que podem formar peróxidos
Não deve receber nem armazenar resíduos sem identificação
Deve-se organizar o armazenamento de acordo com critérios de compatibilidade, segre– gando os resíduos em bandejas
Deve-se manter o registro dos resíduos recebidos
O local deve ser mantido trancado, impedindo o acesso de pessoas não autorizadas

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b).

Segundo a NBR 12.235 (ABNT, 1992), que dispõe sobre o armazenamento de resíduos sólidos perigosos, pressupõe-se que os resíduos perigosos sejam armazenados de acordo com os requisitos apresentados no quadro 11.

Quadro 11 – Requisitos para o armazenamento de resíduos sólidos perigosos

Requisitos	Descrição
Armazenamento em contêineres e/ou tambores	- armazenados preferencialmente em lugares cobertos e ventilados - devem ser dispostos sobre base de concreto ou outro material que impeça a lixiviação e percolação da substância para o solo ou água subterrânea - devem possuir um sistema de drenagem e captação de líquidos contaminados - devem ser rotulados para possibilitar rápida identificação dos resíduos armazenados - a disposição dos recipientes deve seguir as recomendações para a segregação de resíduos, de forma a prevenir reações violentas por ocasiões de vazamentos ou, ainda, de substâncias corrosivas que possam atingir recipientes íntegros
Armazenamento em tanques	- podem ser utilizados para armazenamento de resíduos líquidos/fluidos - quanto à instalação e manutenção, os tanques de superfície são menos problemáticos do que os tanques enterrados, onde a detecção de falhas, rupturas e vazamentos é mais difícil - o uso de tanques enterrados ou semienterrados é desaconselhável pela possibilidade de vazamento ou contaminação
Armazenamento a granel	- deve ser feito em construções fechadas e devidamente impermeabilizadas - é aceitável o armazenamento em montes sobre o solo, em grandes quantidades, desde que devidamente autorizado pelo órgão de controle ambiental - o armazenamento de resíduos em montes pode ser feito dentro de edificações ou fora delas, com uma cobertura adequada para controlar a possível dispersão para o vento
Sistema de isolamento	- deve possuir um sistema de isolamento tal, que impeça o acesso de pessoas estranhas - deve conter sinalização de segurança que identifique a instalação de riscos para o acesso local
Iluminação	- deve ser suprida de iluminação e força, de modo a permitir uma ação de emergência mesmo à noite, além de possibilitar o uso imediato de equipamentos como bombas
Acessibilidade	- os acessos devem ser protegidos, executados e mantidos de maneira a permitir sua utilização sob quaisquer condições climáticas
Capacitação	- a capacitação do operador é um fator primordial; assim, os responsáveis pelas instalações devem oferecer treinamento adequado aos seus funcionários -todo manuseio de resíduo perigoso nas instalações de armazenamento deve ser executado com pessoal dotado de EPI
Controle de poluição	- deve ser considerada a necessidade de equipamentos de controle de poluição e/ou sistema de tratamento de poluentes ambientais, em função das características dos resíduos, das condições de armazenamento e da operação do sistema
Resíduos reativos	- conforme a NBR10.004 (ABNT, 2004), quando armazenados em contêineres e/ou tambores, devem ser dispostos pelo menos a 15 m dos limites da propriedade - resíduos ou materiais incompatíveis não devem ser colocados no mesmo contêiner - resíduos classificados como perigosos não devem ser acondicionados em recipiente sujo ou que contenha resíduo de qualquer produto
Inspeção	- o proprietário ou operador da instalação deve inspecionar os equipamentos de controle de transporte, pelo menos uma vez a cada dia de operação

Fonte: Adaptado de ABNT(1992).

Ainda, de acordo com as orientações da NBR 12.235 (ABNT, 1992), nenhum resíduo perigoso pode ser armazenado sem análise prévia de suas propriedades físicas e químicas, uma vez que disso depende a sua caracterização como perigoso ou não e o seu armazenamento adequado. O local a ser utilizado para o armazenamento de resíduos também deve ser considerado como um aspecto importante, o qual deve fazer com que o perigo de contaminação ambiental seja minimizado.

5.8 Coleta e transporte externos

De acordo com as definições da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) e Brasil (2006), a coleta externa consiste "na remoção dos RSS armazenados nas unidades,

nos abrigos externos, com vistas ao seu transporte até o tratamento e/ou disposição final". Salienta-se que esta coleta externa deve ser realizada utilizando técnicas que garantam a preservação das condições de acondicionamento e a integridade dos trabalhadores, da população e do meio ambiente, devendo estar de acordo com as orientações dos órgãos de limpeza urbana. Cabe destacar que, da mesma forma que nas demais etapas, a equipe da coleta e do transporte externo deve atender rigorosamente a utilização dos EPIs e EPCs adequados.

Dentre os aspectos da coleta externa, torna-se importante o estabelecimento de roteiros seguros e com rotas otimizadas, de forma que o resíduo chegue o mais rápido possível aos locais de tratamento e disposição, minimizando os riscos à população. Além disso, é adequado evitar, quando possível, a passagem por locais de notada relevância ambiental, tais como: Áreas de Proteção Ambiental (APAs), Áreas de Preservação Permanentes (APPs), Unidades de Conservação (UCs).

Conforme recomendações da NBR 12.810 (ABNT, 1993d), a coleta de RSS deve ser exclusiva e a intervalos não superiores a 24 horas. Na condição da coleta ser realizada em dias alternados, os recipientes contendo resíduo do tipo A, além dos restos de preparo de alimento, devem ser armazenados à temperatura máxima de 4ºC.

No que se refere ao transporte externo dos RSS, destaca que o tipo de veículo utilizado pode ser variável, de pequeno até grande, sendo esta decisão função das definições técnicas dos sistemas municipais. Geralmente, para esta tipologia de resíduos, são utilizados dois tipos de carrocerias (Brasil, 2006): aquelas montadas sobre chassi de veículos e aquelas do tipo furgão. Salienta-se que ambas são modalidades sem ou com baixa compactação, evitando o rompimento dos sacos. A mesma fonte recomenda que os sacos nunca devem ser retirados do suporte durante o transporte, evitando sua ruptura.

Em caso de acidente de pequenas proporções, a própria equipe encarregada da coleta externa deve retirar os resíduos do local atingido, efetuando a limpeza e desinfecção simultânea, sempre mediante o uso dos EPIs e EPCs adequados. Já em caso de acidente de grandes proporções, a empresa e/ou a administração responsável pela execução da coleta externa deve notificar imediatamente os órgãos municipais e estaduais de controle ambiental e de saúde pública.

5.9 Tratamento de resíduos de serviços de saúde

O tratamento dos RSS é uma etapa do gerenciamento que evoluiu historicamente em função dos desafios enfrentados pela área da saúde, tais como o controle da disseminação das doenças infectocontagiosas, a exemplo do que ocorreu na década de 80, com o advento da Aids, da qual decorreu uma grande comoção pública em relação à conduta da higiene hospitalar. Em função disso, todos os resíduos que entrassem em contato com os pacientes passaram a ser considerados como infectantes e mereciam, portanto, tratamento específico.

Segundo Brasil (2006), o tratamento dos RSS consiste, de forma genérica, em quaisquer processos (manuais, mecânicos, físicos, químicos ou biológicos), que alterem as características dos resíduos, visando a minimização do risco à saúde, a preservação da qualidade do meio ambiente, a segurança e a saúde do trabalhador.

O tratamento, de acordo com as definições da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), consiste na aplicação de método, técnica ou processo que modifique as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de danos ao meio ambiente. No quadro 12 são apresentadas as orientações mínimas para o tratamento das diferentes categorias de resíduos, de acordo com Brasil (2004b e 2006).

As técnicas existentes para tratamento das diferentes tipologias que compõem o RSS serão tratadas com maior amplitude em capítulo posterior.

Quadro 12 – Orientações mínimas para o tratamento das categorias de resíduos

TRATAMENTO POR CATEGORIA DE RESÍDUOS	
Tratamento de RSS do Grupo A	
Grupo A1*	- devem ser submetidos a tratamento em equipamentos que reduzam ou eliminem a carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana
Grupo A2*	- devem ser submetidos a tratamento em equipamentos que reduzam ou eliminem a carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana
Grupo A3	**Que não tenham valor científico ou legal e que não tenham sido conduzidos pelo paciente ou por seus familiares:** - devem ser encaminhados para sepultamento ou tratamento. Se forem encaminhados para o sistema de tratamento, devem ser acondicionados em sacos vermelhos com a inscrição "peças anatômicas" **Importante:** O órgão ambiental competente, nos estados, municípios e no Distrito Federal, pode aprovar outros processos alternativos de destinação
Grupo A4	- não necessitam de tratamento
Grupo A5	- devem ser submetidos à incineração *em equipamentos devidamente licenciados*

Tratamento de RSS do Grupo B	
- devem ser submetidos a tratamento ou à disposição final específicos Por tratar-se de resíduos que apresentam uma gama enorme de diferentes substâncias, a escolha do processo de tratamento deve ser criteriosa e adequada, pois uma escolha incorreta poderá acarretar danos ao meio ambiente, à saúde coletiva, à segurança e saúde dos trabalhadores, que lidam diariamente com os resíduos químicos, entre outros. O empreendimento sempre deve ter licença de operação	
Excretas de pacientes tratados com quimioterápicos antineoplásicos	- podem ser eliminadas no esgoto, desde que haja sistema de tratamento na região onde se encontra o serviço; caso não exista, devem ser submetidas a tratamento prévio no próprio estabelecimento, antes de liberados no meio ambiente
Resíduos de produtos e de insumos farmacêuticos sob controle especial, conforme a Portaria 344 (Brasil, 1998) e Resolução RDC 249 (Brasil, 2002)	- devem atender a legislação em vigor
Fixadores utilizados em diagnóstico de imagem	- devem ser submetidos a tratamento e processo de recuperação da prata
Reveladores utilizados no diagnóstico de imagem	- devem ser submetidos a processo de neutralização, podendo ser lançados na rede de esgoto, desde que atendidas as diretrizes dos órgãos de meio ambiente e do responsável pelo serviço público de esgotamento sanitário
Lâmpadas fluorescentes Resíduos químicos contendo metais pesados	- devem ser encaminhadas para reciclagem ou processo de tratamento - devem ser submetidos a tratamento ou à disposição final, de acordo com as orientações do órgão de meio ambiente

** Os resíduos A1 e A2 devem obrigatoriamente ser tratados dentro do estabelecimento gerador. A mesma recomendação dá-se em relação às bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas (por contaminação ou por má-conservação, ou com prazo de validade vencido e aquelas oriundas de coleta incompleta); aos resíduos provenientes de campanha de vacinação e à atividade de vacinação em serviço público de saúde; aos resíduos de atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação por micro-organismos Classe de Risco 4, com relevância epidemiológica e risco importante.*

Quadro 12A – Orientações mínimas para o tratamento das categorias de resíduos

	Tratamento de RSS do Grupo C
Resíduos de fácil putrefação contaminados com radionuclídeos, depois de atendidos os respectivos itens de acondicionamento e identificação de rejeito radioativo	- devem manter as condições de conservação mencionadas na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), durante o período de *decaimento* do elemento radioativo - o tratamento para *decaimento* deverá prever mecanismo de blindagem, de maneira a garantir que a exposição ocupacional esteja de acordo com os limites estabelecidos na norma CNEN-NN 3.01 (CNEN, 2011) - quando o tratamento for realizado na área de manipulação, devem ser utilizados recipientes blindados individualizados - quando o tratamento for realizado em sala de *decaimento*, esta deve possuir paredes blindadas, ou os rejeitos radioativos devem estar acondicionados em recipientes individualizados com blindagem - para serviços que realizem atividades de medicina nuclear e possuam mais de três equipamentos de diagnóstico, ou pelo menos um quarto terapêutico, o armazenamento para *decaimento* deverá ser feito em uma sala de *decaimento* de rejeitos radioativos com no mínimo 4m², com os rejeitos acondicionados de acordo com o estabelecido na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) - a sala de *decaimento* de rejeitos radioativos deve ter acesso controlado, além de estar sinalizada com o símbolo internacional de presença de radiação ionizante e de área de acesso restrito, dispondo de meios para garantir condições de segurança contra ação de eventos induzidos por fenômenos naturais e estar de acordo com o Plano de Radioproteção aprovado pela CNEN para a instalação - o transporte externo de rejeitos radioativos, quando necessário, deve seguir orientação prévia específica da CNEN
	Tratamento de RSS do Grupo D
Resíduos orgânicos	- resíduos orgânicos, flores, resíduos de podas de árvore e jardinagem, sobras de alimento e de pré-preparo, restos alimentares de refeitórios e de outros que não tenham mantido contato com secreções, excreções ou outro fluido corpóreo, podem ser encaminhados ao processo de compostagem - restos e sobras de alimentos citados acima podem ser utilizados como ração animal, desde que sejam submetidos a processo de tratamento que garanta a inocuidade do composto, devidamente avaliado e comprovado por órgão competente da Agricultura e Vigilância Sanitária do município, estado ou do Distrito Federal
Resíduos líquidos provenientes de rede de esgoto (águas servidas) de estabelecimento de saúde	- devem ser tratados antes do lançamento no corpo receptor (córregos, etc.) - sempre que não houver sistema de tratamento de esgoto da rede pública, devem possuir o tratamento interno
	Tratamento de RSS do Grupo E
Resíduos perfurocortantes contaminados com agente biológico classe de risco 4, micro-organismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente, que se tornem epidemiologicamente importantes, ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido	- devem ser submetidos a tratamento, mediante processo físico ou outros processos que vierem a ser validados para a obtenção de redução ou eliminação da carga microbiana, em equipamento compatível com nível III de inativação microbiana
Resíduos perfurocortantes contaminados com radionuclídeos	- devem ser submetidos ao mesmo tempo de decaimento do material que o contaminou

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b e 2006).

5.10 Disposição final

A última etapa do gerenciamento dos RSS é a disposição final, entendendo-se como a etapa a partir da qual o resíduo não sofrerá mais nenhum tipo de manuseio. Brasil (2006) define a disposição final como a "disposição definitiva de resíduos no solo ou em locais previamente preparados para recebê-los". De acordo com a legislação brasileira, a disposição deve obedecer a critérios técnicos de construção e operação, para a qual é exigido licenciamento ambiental, de acordo com a Resolução Conama 237. (Brasil, 1997a).

A adequada disposição final dos resíduos continua sendo um grande desafio para os gestores municipais no mundo, e em especial no Brasil. Muitas vezes, a falta de uma adequada disposição final é apenas mais uma das muitas deficiências que devem ser superadas no campo do gerenciamento dos resíduos sólidos, como o inadequado armazenamento; a ineficiência dos serviços de coleta; falta de programas de minimização da geração na origem; falta de profissionalização técnica e gerencial dos órgãos responsáveis pelo manejo dos resíduos, e incapacidade de estabelecer planejamento estratégico de médio e longo prazos para o setor de resíduos sólidos. Este tema será tratado com maior profundidade em capítulo subsequente.

Com relação à responsabilidade pelos resíduos, a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) aponta que compete aos geradores de RSS e ao responsável legal pela atividade de assistência a saúde o gerenciamento dos resíduos desde a geração até a disposição final, de forma a atender os requisitos ambientais e de saúde pública e saúde ocupacional, sem prejuízo de responsabilização solidária de todos aqueles que, direta ou indiretamente, causem ou possam causar degradação ambiental.

A PNRS, instituída pela Lei Federal 12.305 (BRASIL, 2010), inclui, na destinação final adequada de resíduos,

> a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação e o aproveitamento energético ou outras destinações admitidas pelos órgãos competentes do Sisnama, do SNVS e do SUAVA, entre elas a disposição final, observando normas operacionais específicas de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e a minimizar os impactos ambientais adversos. (Brasil, 2010).

Cabe salientar que, para a disposição final dos RSS, deve-se observar a classificação dos resíduos gerados nos serviços de saúde, presentes na Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), visto que este pode ser desde um resíduo altamente periculoso até um resíduo equiparado aos resíduos domiciliares.

No quadro 13 são apresentados os grupos de resíduos e seus respectivos tratamentos e/ou as disposições finais.

Quadro 13 – Tratamento e/ou disposição final para cada grupo de resíduos

GRUPO A		
	Resíduos pertencentes ao grupo	**Tratamento e/ou disposição final**
A1	- culturas e estoques de micro-organismos - resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados - descarte de vacinas de micro-organismos vivos ou atenuados - meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas - resíduos de laboratórios de manipulação genética - resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes Classe de Risco 4, micro-organismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente, que se torne epidemiologicamente importante, ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido - bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes, rejeitadas por contaminação ou por má-conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta - sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre	- devem ser submetidos a processos de tratamento em equipamento que promova redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação microbiana, e devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado, ou a local devidamente licenciado para disposição final de resíduos de serviços de saúde
A2	- carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações - cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou confirmação diagnóstica	- devem ser submetidos a processo de tratamento com redução de carga microbiana compatível com nível III de inativação, e devem ser encaminhados para aterro sanitário licenciado ou local devidamente licenciado para disposição final de resíduos de serviços de saúde, ou sepultamento em cemitério de animais

Quadro 13A – Tratamento e/ou disposição final para cada grupo de resíduos

GRUPO A		
	Resíduos pertencentes ao grupo	**Tratamento e/ou disposição final**
A3	- peças anatômicas (membros) do ser humano - produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas, ou estatura menor que 25 centímetros, ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou familiares	- quando não houver requisição pelo paciente ou familiares e/ou não tenham mais valor científico ou legal, devem ser encaminhados para sepultamento em cemitério, ou tratamento térmico por incineração ou cremação, em equipamento devidamente licenciado para esse fim
A4	- *kits* de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados - filtros de ar e gases aspirados de área contaminada - membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares - sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou micro-organismo causador de	- podem ser encaminhados sem tratamento prévio para local devidamente licenciado para a disposição final de resíduos de serviços de saúde
	- *kits* de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados - filtros de ar e gases aspirados de área contaminada - membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares - sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou micro-organismo causador de doença emergente, que se torne epidemiologicamente importante, ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons - resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica, que gere este tipo de resíduo - recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenha sangue ou líquidos corpóreos na forma livre - peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos ou de confirmação diagnóstica - carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações - bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão	- podem ser encaminhados sem tratamento prévio para local devidamente licenciado para a disposição final de resíduos de serviços de saúde
A5	- órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons	- devem ser submetidos a tratamento específico orientado pela Anvisa

GRUPO B
- devem ser submetidos a tratamento ou disposição final específicos - por ser tratar de resíduos que apresentam uma gama enorme de diferentes substâncias, a escolha do processo de tratamento deve ser criteriosa e adequada, pois uma escolha incorreta poderá acarretar danos ao meio ambiente, à saúde coletiva, à segurança e saúde dos trabalhadores, que lidam diariamente com os resíduos químicos - o empreendimento sempre deve ter licença de operação

Resíduos pertencentes ao grupo GRUPO C	**Tratamento e/ou disposição final**
- enquadram-se neste grupo quaisquer materiais resultantes de laboratórios de pesquisa e ensino na área de saúde, laboratórios de análises clínicas e serviços de medicina nuclear e radioterapia que contenham radionuclídeos em quantidade superior aos limites de eliminação	- quaisquer materiais resultantes de atividades exercidas pelos serviços que contenham radionuclídeos em quantidades superiores aos limites de isenção especificados na norma CNEN-NE-6.02 (CNEN, 1985), e para os quais a reutilização é imprópria ou não prevista, são considerados rejeitos radioativos e devem obedecer as exigências definidas pela CNEN

Resíduos pertencentes ao grupo GRUPO D	**Tratamento e/ou disposição final**
- papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos, peças descartáveis de vestuário, resto alimentar de paciente, material utilizado em antissepsia e hemostasia de venóclises, equipo de soro e outros similares não classificados como A1 - sobras de alimentos e do preparo de alimentos - resto alimentar de refeitório - resíduos provenientes das áreas administrativas - resíduos de varrição, flores, podas e jardins - resíduos de gesso provenientes de assistência à saúde	- quando não forem passíveis de processo de reutilização, recuperação ou reciclagem devem ser encaminhados para aterro sanitário de resíduos sólidos urbanos, devidamente licenciado pelo órgão ambiental competente

Resíduos pertencentes ao grupo GRUPO E	**Tratamento e/ou disposição final**
- materiais perfurocortantes ou escarificantes, tais como: lâminas de barbear, agulhas, escalpes, ampolas de vidro, brocas, limas endodônticas, pontas diamantadas, lâminas de bisturi, lancetas - tubos capilares, micropipetas, lâminas e lamínulas, espátulas e todos os utensílios de vidro quebrados no laboratório (pipetas, tubos de coleta sanguínea e placas de Petri) e outros similares	- os resíduos pertencentes ao Grupo E devem ter tratamento específico, de acordo com a contaminação química, biológica ou radiológica

Fonte: Adaptado de Brasil (2004b).

5.11 Considerações finais

Com base nas informações pormenorizadas neste capítulo, o gerenciamento de resíduos pode ser entendido como a ação de manejá-los da melhor forma possível, desde a sua geração até a disposição final adequada, levando-se em consideração aspectos técnicos, econômicos, ambientais e legais. A estruturação de um sistema de gerenciamento, por meio do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, é fundamental ao estabelecimento de resultados ótimos – em termos de minimização da geração –, aumento da eficiência de segregação, diminuição dos custos operacionais e dos acidentes de trabalho, dentre outros aspectos, uma vez que permite identificar ações e funções dos diferentes atores, as quais geram ou respondem pelo gerenciamento de tais resíduos.

No que tange ao gerenciamento de RSS, há uma série de instrumentos legais, resolutivos e normativos que devem ser considerados, que orientam a estruturação de um sistema eficaz. A elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde, embora mandatória, deve ser encarada como uma ação necessária à melhoria da gestão do empreendimento em saúde, já que, além de possibilitar a compilação de informações, conduz à prática reflexiva, que constitui-se em fator fundamental à promoção da mudança, na forma como esses resíduos vêm sendo manejados nas instituições que os geram.

Neste sentido, tanto funcionários quanto a gerência dos serviços precisam estar sensibilizados para esta questão, o que efetivamente gera uma demanda por um programa permanente de capacitação voltado à temática dos resíduos sólidos.

Considerando que o momento mais crítico, em termos de eficiência do processo de gerenciamento de resíduos, está na sua fase de segregação, e que esta ação ocorre no momento do atendimento ao paciente, e é procedida pelo profissional de assistência à saúde, a sensibilização desses é fundamental à eficácia de qualquer sistema de gerenciamento de resíduos.

O programa de capacitação e sensibilização dos profissionais da área da saúde deve abranger não somente questões relativas ao correto manejo dos resíduos, mas também aos princípios da não geração, redução e reutilização. Uma postura de proatividade frente às atividades do empreendimento, com vistas à minimização da geração de resíduos, resulta em muitos benefícios a este empreendimento, os quais serão pormenorizados ao longo dos capítulos subsequentes. Cabe salientar, assim, que, ao assumir um posicionamento proativo frente a esta questão, tanto a sociedade quanto o meio ambiente são beneficiados.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 7.500:2011 – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2011. Emenda 1, de 19.04.2013.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9.191:2008 – Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio.* Rio de Janeiro: ABNT, 2008.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.* Rio de Janeiro: ABNT, 2004.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.235:1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.* Rio de Janeiro: ABNT, 1992.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.807:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.807:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia.* Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.808:1993 – Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Manuseio.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993c.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento.* Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.810:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Coleta.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993d.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 13.056:2000 – Filmes plásticos – Verificação da transparência – Método de ensaio.* Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 13.221:2010 – Transporte terrestre de resíduos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 13.853:1997 – Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes e cortantes – Requisitos e métodos de ensaio.* Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 14.652:2001 – Coletor-transportador rodoviário de resíduos de serviços de saúde – Requisitos de construção e inspeção – Resíduos do grupo A*. Rio de Janeiro, ABNT, 2001.

BRASIL. Lei Federal 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 2010.

_____. Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Resolução 420, de 12 de fevereiro de 2004*. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Brasília, DF, 2004a.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *RDC 50, de 21 de fevereiro de 2002*. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília, DF, 2002a.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *RDC 249, de 5 de setembro de 2002*. Publica a atualização do Anexo I, Listas de Substâncias Entorpecentes, Psicotrópicas, Precursoras e Outras sob Controle Especial, da Portaria SVS/MS 344, de 12 de maio de 1998, republicada no Diário Oficial da União de 1º de fevereiro de 1999. Brasília, DF, 2002b.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *RDC 305, de 14 de novembro de 2002*. Dispõe sobre a proibição, em todo o território nacional, enquanto persistirem as condições que configurem risco à saúde, o ingresso e a comercialização de matéria-prima e produtos acabados, semielaborados ou a granel para uso em seres humanos, cujo material de partida seja obtido a partir de tecidos/fluidos de animais ruminantes, relacionados às classes de medicamentos, cosméticos e produtos para a saúde. Brasília, DF, 2002c.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 07 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004b.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde*. Brasília, DF, 2006.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 237, de 19 de dezembro de 1997*. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Brasília, DF, 1997a.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 257, de 30 de junho de 1999*. Estabelece que pilhas e baterias que contenham em suas composições chumbo, cádmio, mercúrio e seus compostos, tenham os procedimentos de reutilização, reciclagem, tratamento ou disposição final ambientalmente adequados. Brasília, DF, 1999.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 275, de 25 de abril de 2001*. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília, DF, 2001.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 358, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências.* Brasília, DF, 2005.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Portaria 344, de 12 de maio de 1998*. Aprova o Regulamento Técnico sobre substâncias e medicamentos sujeitos a controle especial. Brasília, DF, 1998.

_____. Ministério dos Transportes (MT). *Portaria MT 291, de 31 de maio de 1988*. Baixa instruções complementares ao Regulamento do Transporte Rodoviário de Produtos Perigosos. Brasília, DF, 1988.

_____. Ministério do Transporte (MT). *Portaria MT 204, de 20 de maio de 1997*. Aprova as Instruções Complementares aos Regulamentos dos Transportes Rodoviários e Ferroviários de Produtos Perigosos. Brasília, DF, 1997b.

CNEN. Comissão Nacional de Energia Nuclear. *CNEN-NE-6.05. Gerência de rejeitos radioativos em instalações radiativas.* Rio de Janeiro, CNEN, 1985.

_____. Comissão Nacional de Energia Nuclear. *CNEN-NN-3.01. Diretrizes Básicas de Proteção Radiológica.* Rio de Janeiro, CNEN, 2011.

FORMAGGIA, D. M. E. Resíduos de Serviços de Saúde. In: *Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde*. São Paulo: CETESB, 1995. p. 3-13.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente. *Guia de manejo interno de resíduos sólidos de estabelecimentos de saúde*. Trad. Carol Castillo Argüello. Brasília, DF: 1997.

RODRIGUES, E. A. C. et al. *Infecções hospitalares:* prevenção e controle. São Paulo: Sarvier, 1997.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde:* contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. 2004. 242 p. Tese (Doutorado em Eng. de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

SCHNEIDER, V. E. et al. *Manual de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde.* 2. ed. Caxias do Sul: EducsS, 2004. v. 1. 319 p.

TAKAYANAGUI, A. M. M. *Trabalhadores de Saúde e Meio Ambiente:* ação educativa do enfermeiro na conscientização para gerenciamento de resíduos sólidos. 1993. 179 p. Tese (Doutorado em Enfermagem) – Escola de Enfermagem de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo. Ribeirão Preto, 1993.

Resíduos	Acondicionamento	Tratamento	Acondicionamento pós-tratamento	Destinação
		GRUPO A		
A1 – culturas e estoques de micro-organismos, resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética	- compatível com o processo de tratamento	- tratamento prévio com redução da carga microbiana - nível III de inativação microbiana	- sem descaracterização física: em saco branco leitoso - com descaracterização física: como resíduos do Grupo D	- aterro Classe II - domésticos
A1 – resíduos de atividades de vacinação com micro-organismos vivos ou atenuados, frascos de vacinas com expiração do prazo de validade ou conteúdo inutilizado, vazios ou com restos do produto, agulhas e seringas	- recipiente rígido, resistente à punctura, ruptura e ao vazamento, com tampa e devidamente identificado	- tratamento prévio com redução da carga microbiana - nível III deinativação microbiana	- sem descaracterização física: em saco branco leitoso - com descaracterização física: como resíduos do Grupo D	- sem tratamento no local de geração: ser recolhidos e devolvidos às Secretarias de Saúde responsáveis pela distribuição - garantir o transporte seguro até a unidade de tratamento
A1 – resíduos da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes Classe de Risco 4; micro-organismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causador de doença emergente, epidemiologicamente importante, ou mecanismo de transmissão desconhecido	- saco vermelho	- tratamento prévio com redução da carga microbiana - nível III deinativação microbiana	- sem descaracterização física: em saco branco leitoso - com descaracterização física: como resíduos do Grupo D	- aterro Classe II - domésticos
A1 – bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes rejeitadas por contaminação ou por má-conservação, prazo de validade vencido, oriundas de coleta incompleta; sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos, recipientes e materiais contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre	- tratamento na fonte: saco vermelho - tratamento externo: recipiente rígido, resistente à punctura, ruptura e vazamento, com tampa provida de controle de fechamento e devidamente identificada, garantir o transporte seguro até a unidade de tratamento*	- antes da disposição final: tratamento prévio com redução da carga microbiana - nível III de inativação microbiana - após tratamento térmico - via incineração	- como resíduos do Grupo D	- aterro Classe II - domésticos
A2 – carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações, e os cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou à confirmação diagnóstica	- compatível com o processo de tratamento: necessidade de fracionamento, em função do porte do animal, a autorização do órgão de saúde competente deve obrigatoriamente constar do PGRSS	- antes da disposição final: tratamento prévio com redução da carga microbiana - nível III de inativação microbiana - após tratamento térmico via incineração	- saco branco leitoso	- aterro Classe II - domésticos

A3 – peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas ou estatura menor que 25 centímetros ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou por seus familiares	- se encaminhados a tratamento, acondicionar em saco vermelho	- sepultamento em cemitério, desde que haja autorização do órgão competente - tratamento térmico por incineração ou cremação, em equipamento devidamente licenciado	-	-
A4 –*kits* de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores; filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares; sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham nem sejam suspeitos de conter agentes Classe de Risco 4, nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou micro-organismo causador de doença emergente, que se torne epidemiologicamente importante, ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons; tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica, que gere este tipo de resíduo; recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenham sangue ou líquidos corpóreos na forma livre; peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos ou de estudos anatomopatológicos ou de confirmação diagnóstica; carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações; cadáveres de animais provenientes de serviços de assistência; bolsas transfusionais vazias, ou com volume residual pós-transfusão	- saco branco leitoso	- pode ser destinado sem tratamento	-	- local licenciado para disposição de RSS
A5 – órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantese demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons	- sacos vermelhos	- incineração, de acordo com a Resolução RDC 305 (BRASIL, 2002c)	-	-

Resíduos	Acondicionamento	Tratamento	Acondicionamento pós-tratamento	Destinação
		GRUPO B		
- resíduos químicos que apresentam risco à saúde ou ao meio ambiente	- de acordo com as exigências de compatibilidade química dos resíduos entre si - em recipientes individualizados, quando forem destinados à reciclagem ou ao reaproveitamento - embalagens secundárias não contaminadas pelo produto devem ser fisicamente descaracterizadas e acondicionadas como resíduo do Grupo D	- os reveladores utilizados em radiologia: neutralização - excretas de pacientes tratados com quimioterápicos antineoplásicos: estação de tratamento de esgotos - resíduos de produtos e de insumos farmacêuticos: de acordo com a Portaria 344 (BRASIL, 1998b) e Resolução RDC 249 (BRASIL, 2002b)	—	- os reveladores utilizados em radiologia: após neutralização, lançados na rede coletora de esgoto ou em corpo receptor - quando não forem submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem, devem ser submetidos a tratamento ou à disposição final específicos - pilhas, baterias e acumuladores: descarte conforme Resolução Conama 257 (BRASIL, 1999) - resíduos contendo metais pesados – Aterro de Resíduos Perigosos, Classe I - resíduos contendo mercúrio: recuperação
- resíduos químicos que não apresentam risco à saúde ou ao meio ambiente	–	- não necessitam de tratamento podendo ser submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem	—	- resíduos sólidos: sistema de destinação final adequado - resíduos líquidos: lançamento em rede coletora de esgoto ou em corpo receptor, desde que atendam, respectivamente, as diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais

		GRUPO C		
- rejeitos radioativos, resíduos do Grupo A de fácil putrefação, contaminados com radionuclídeos, excretas de seres humanos e de animais submetidos à terapia ou a experimentos com radioisótopos	- em recipientes de material rígido, forrados internamente com saco plástico resistente - rejeitos radioativos líquidos: em frascos de até dois litros ou em bombonas de material compatível com o líquido armazenado - materiais perfurocortantes: descarte no local em recipientes estanques, rígidos, com tampa, devidamente identificados	- armazenamento, em condições adequadas, para o *decaimento* do elemento radioativo realizado na própria sala de manipulação, ou em sala específica identificada	-	-
		GRUPO D		
- resíduos similares aos domiciliares	- sacos impermeáveis - resíduos do Grupo D, destinados à reciclagem ou reutilização: identificação dos recipientes e nos abrigos de guarda, segundo a Resolução Conama 275 (BRASIL, 2001). Para demais resíduos do Grupo D, deve ser utilizada a cor cinza	- resíduos líquidos: estação de tratamento - resíduos orgânicos: compostagem	-	-
		GRUPO E		
- materiais perfurocortantes	- descarte no local de geração, em recipientes, rígidos, resistentes à punctura, ruptura e ao vazamento, com tampa, atendendo aos parâmetros referenciados na norma NBR 13.853 (ABNT, 1997)	- tratamento prévio com redução da carga microbiana - nível III de inativação microbiana	-	-

6

Caracterização de resíduos de serviços de saúde: metodologia para o diagnóstico e a definição de índices, taxas e indicadores de geração

Vania Elisabete Schneider
Denise Peresin
Nilva Lúcia Rech Stedile
Janini Cristina Paiz
Marcio Bigolin

As principais causas do crescimento progressivo da geração de resíduos de serviços de saúde (RSS) é o contínuo incremento da complexidade da atenção e o uso crescente de materiais de uso único. A população brasileira está cada vez mais concentrada em áreas urbanizadas e a expectativa média de vida do brasileiro vem aumentando. Estes fatos acarretam, consequentemente, em um aumento significativo na geração de RSS, em consequência da demanda cada vez maior de serviços de saúde, com uma população idosa e usuária frequente de diversos tipos e níveis de especialidades. Considere-se ainda o aumento da incidência de doenças oncológicas, as quais requerem tratamentos quimioterápicos e radioterápicos, cuja periculosidade para o ambiente associada aos resíduos gerados é inquestionável. É nesse contexto que o gerenciamento dos resíduos gerados na assistência à saúde apresenta-se como um desafio aos gestores, tanto institucionais quanto públicos, bem como aos técnicos que atuam nesta área.

A etapa inicial de um Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) envolve a análise da geração, que também pode ser denominada de diagnóstico. O diagnóstico prevê a identificação de tipos e quantidades de resíduos gerados, podendo ser realizado, por meio de métodos de caracterização quali-

quantitativa e de identificação das fontes de geração. Conforme o Manual de Gerenciamento de Resíduos (Sistema Firjan, 2006), "não se pode gerenciar o que não se conhece", confirmando a importância do diagnóstico na etapa inicial de planejamento e, posteriormente, para o monitoramento contínuo do sistema.

Para realizar um gerenciamento eficiente, é preciso obter dados, os mais representativos possíveis, acerca da fonte geradora, dos materiais e dos insumos utilizados, dos processos de trabalho, do consumo de água e energia, do número de colaboradores fixos e terceirizados, das condições das instalações, da infraestrutura, entre outros. Quanto mais completo for o diagnóstico, mais revelará do sistema a ser gerenciado, fornecendo subsídios para um planejamento mais preciso.

A caracterização de resíduos é um dos métodos que permite avaliar as condições de geração, bem como os aspectos quali-quantitativos relacionados. Seu propósito é analisar a viabilidade de minimização da geração, a reutilização, a reciclagem, o tratamento e a disposição final dos resíduos, bem como fornecer indicativos para subsidiar a segregação e a redução da contaminação da massa total de resíduos. No caso dos RSS, a caracterização permite a identificação clara e inequívoca das inadequações na segregação, revelada pelo descarte incorreto em relação à tipologia de resíduos. A composição da massa dos mesmos permite ainda avaliar o potencial de impacto ambiental com relação ao descarte, ao tratamento e à destinação final. (Schneider, 2004).

A caracterização pode ser útil para: analisar as particularidades de cada setor e suas dificuldades específicas quanto aos resíduos; identificar os materiais que os compõem; dimensionar espaços físicos e equipamentos; definir sistemas de tratamento e o grau de mistura de componentes potencialmente infectantes, recicláveis, perigosos e químicos com outras categorias, bem como a composição de resíduos comuns. Permite identificar também a compreensão de conceitos de periculosidade biológica, química e física, bem como o conceito de reciclabilidade por parte dos profissionais, uma vez que cabe a estes, no momento da assistência, promover o descarte correto de cada resíduo gerado. Neste sentido, segundo Schneider (2004) a caracterização fornece subsídios para a capacitação profissional acerca dos conceitos que devem ser reforçados, construídos ou reformulados.

Em termos qualitativos, os resíduos devem ser classificados com base em características voltadas ao risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente, que os tornem importantes do ponto de vista sanitário, operacional e ambiental. Tanto a Anvisa, por meio da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) quanto o Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), por meio da Resolução 358 (Brasil, 2005), orientam para a classificação dos RSS de acordo com o potencial de risco biológico (Grupo A), químico (Grupo B), radiológico (Grupo C) e físico (Grupo E). Considerando o risco potencial do resíduo, é possível prever modelos de gerenciamento, tratamento e disposição final adequados às características do mesmo. A característica de infectividade, por exemplo, permite estabelecer áreas de maior ou menor risco dentro das unidades e, assim, caracterizar os resíduos em função de sua procedência.

A caracterização dos RSS deve ser considerada como um instrumento básico para o gerenciamento e de primordial importância para o controle das situações de risco derivadas do manejo inadequado. O resultado de um estudo de caracterização realizado adequadamente possibilita um apropriado gerenciamento ou sequenciamento das etapas, por meio da identificação de inadequações. O desconhecimento das condições de geração pode comprometer as etapas subsequentes de segregação; o dimensionamento dos espaços físicos necessários ao manejo; a escolha de alternativas técnicas a serem utilizadas para o tratamento de cada fração-componente; a seleção de equipamentos e dispositivos mais convenientes para tal propósito; a estruturação de programas de educação permanente adequados às necessidades percebidas em termos de atualização; capacitação; e definição de fluxos de resíduos dentro do estabelecimento.

Ao iniciar um estudo de caracterização, é necessário que sejam definidos os objetivos e as respectivas ações a serem realizadas. Por exemplo, se o objetivo for verificar se a quantidade de dispositivos de acondicionamento para resíduos perfurocortantes está adequada, será necessário que se apontem os locais onde ocorre a geração e as quantidades geradas por dia, por paciente ou outro indicador que forneça as respostas ao que está sendo buscado. Se o objetivo for identificar as inadequações durante a fase de segregação, a rotulação dos dispositivos de acondicionamento e dos sacos plásticos, como forma de identificar a origem (setor), torna-se indispensável.

As características físico-químicas e microbiológicas dos RSS estão intimamente ligadas à fonte de geração e constituem pontos a serem analisados no momento em que se estuda a problemática desse tipo de resíduo. Além disso, são fundamentais nas etapas de manuseio, tratamento e disposição final.

Conforme aponta a NBR 10.004 (ABNT, 2004), a identificação dos constituintes a serem avaliados na caracterização do resíduo, deve ser criteriosa e estabelecida de acordo com as matérias-primas, os insumos e os processos que lhe deram origem. No caso dos RSS, o mais importante no momento da caracterização é o processo que lhe deu origem, ou seja, os procedimentos nos quais o resíduo foi gerado e com o que teve contato, sendo esses usos que definirão a destinação/periculosidade do mesmo.

Basicamente, segundo Risso (1993), existem duas maneiras de caracterizar um resíduo: por caracterização analítica, amostragens e análises; ou por meio da fonte geradora, ou seja, em função da origem, conforme pode ser visto no quadro 1.

Quadro 1 – Procedimentos para caracterização de RSS

Formas de caracterização	Característica do processo	Execução
Analítica	Análise qualitativa	*Caracterização química*: pH, umidade, teor de carbono e nutrientes, teor de matéria orgânica e combustível, poder calorífico, entre outras, por análise laboratorial *Caracterização biológica:* presença de microrganismos por análise laboratorial
	Análise quantitativa	Identificação de materiais que compõem o resíduo e sua proporção em peso ou volume na massa total, quantificando as frações componentes
Segundo a origem	Análise qualitativa	Avaliar procedência (local de geração) e o risco potencial do resíduo acumular micro-organismos patogênicos (ex.: isolamentos, bloco cirúrgico, unidades de internação clínica, etc.)
	Análise quantitativa	Verificação do volume/massa procedente de cada unidade avaliada

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Risso (1993).

6.1 Caracterização analítica

A caracterização analítica, segundo Risso (1993), se processa com a coleta de amostras e a execução de análises qualitativas e quantitativas de resíduos, normalmente físicas ou químicas e, raramente, biológicas.

Na caracterização química (análise qualitativa), verificam-se características como: pH, umidade, teor de carbono e nutrientes, teor de matéria orgânica, poder calorífico, teor de matéria combustível, dentre outras. Na caracterização biológica, a amostra de resíduo é caracterizada quanto à existência de determinados micro-organismos previamente definidos, de acordo com: potencial de sobrevida no ambiente; potencial de infectividade e de patogenicidade; capacidade de veiculação hídrica; quantidade presente na amostra; entre outros aspectos, tudo dependendo do objetivo que pretende alcançar.

As análises químicas e biológicas requerem equipamentos específicos e condições apropriadas, normalmente encontradas em laboratórios, o que determina que sejam acondicionadas, preservadas e transportadas de forma segura para o local onde serão analisadas. Ambas as caracterizações, química e biológica, são pouco utilizadas em função do custo e da complexidade para sua realização, sendo requeridas apenas em situações específicas.

Na caracterização física (análise quantitativa), investigam-se os diferentes materiais que compõem o resíduo e também a sua proporção em peso ou volume na massa total, quantificando as frações componentes. A quantificação em massa ou em volume é um dado importante para o Plano de Gerenciamento que será adotado e, normalmente, é determinada pela relação massa/volume, número de pacientes/dia, leito ativo/dia, atendimentos/dia, procedimentos/dia, etc., resultando

na taxa de geração. Nesse tipo de caracterização a periodicidade é um fator importante na amostragem para a atualização dos dados, devido ao fato de que a composição do resíduo varia em função de uma série de fatores influenciados pelas condições climáticas, agenda de especialidades (atendimentos em cada dia da semana), surtos epidêmicos, entre outros. A análise pode ser realizada em campo, por meio da separação dos componentes, de acordo com os critérios previamente estabelecidos, pesagem e cálculos, com base nas taxas de ocupação ou no atendimento/procedimento(s).

No entanto, os resultados de uma caracterização de resíduos realizada em determinada instituição ou serviço, em um dado período, não servem para retratar a realidade do mesmo em data posterior ou um outro local. Torna-se apenas um ponto de referência, um registro histórico que aponta, assim, para a importância da realização de caracterizações periódicas, por meio do monitoramento da geração. Além disso, para que seja possível obter dados que possam ser generalizados, deve-se atentar para a coleta de uma amostra proporcional ao volume total gerado e por local de origem. (Risso, 1993; Schneider, 2004).

6.2 Caracterização em função da origem

A caracterização em função da origem considera o risco potencial que o resíduo apresenta, conforme o tipo de procedimento ou paciente em que foi utilizado. É apropriada quando não se deseja utilizar os complexos procedimentos para amostragem e subsequentes análises microbiológicas e químicas.

De acordo com Risso (1993), como em estabelecimentos de serviços de saúde a característica de risco de infecção deve ser considerada, a caracterização segundo o local de origem pode ser utilizada com sucesso, tornando o processo mais eficiente, rápido e econômico, sendo possível atribuir uma graduação do risco de infecção para cada setor por meio de observação, conhecimento prévio dos funcionários do estabelecimento e estudos realizados anteriormente.

A quantificação e classificação completa dos RSS em cada um dos setores são necessárias, pois o conhecimento do volume e da natureza de cada resíduo segregado pode orientar a seleção de formas adequadas de tratamento e/ou disposição final. Torna-se importante destacar que cada setor possui características específicas e gera resíduos diferenciados, relacionados com o tipo de assistência prestada. Exemplos clássicos são as diferenças de composição e proporção entre as categorias geradas em um centro cirúrgico, centro obstétrico e uma unidade de internação, ou seja, a proporção de resíduos infectantes é alta no centro cirúrgico e no obstétrico e menor nas unidades de internação.

Os cuidados necessários com o manuseio dos RSS devem ser ainda maiores quando forem provenientes de locais de alto risco, como área de isolamento de pacientes com doenças infectocontagiosas, salas de hemodiálise e laboratórios de microbiologia. Esses cuidados podem ser menores em setores administrativos, nos quais os resíduos são similares aos resíduos comuns.

6.3 Os índices de geração de RSS

A quantidade de RSS gerados depende do tipo de instituição e das atividades desenvolvidas nesta. Assim sendo, quando for necessário quantificar os RSS gerados em um município ou estabelecimento, para qualquer fim que se destine, é indispensável realizar um levantamento quali-quantitativo em cada um, de preferência durante o período de algumas semanas, com o objetivo de obter a média mais representativa possível do tipo e da quantidade de RSS gerados por unidade geradora. Segundo Formaggia (1995), normalmente adota-se uma relação entre a quantidade média gerada por dia e o número de leitos ocupados, formando um parâmetro comparativo, no caso de hospitais.

A taxa de geração pode ser calculada de diferentes maneiras: taxa de geração média de resíduo/leito/dia; resíduo/leito ativo/dia, considerando a disponibilidade de leitos e a média de leitos ocupados em determinado período; taxa de geração média de resíduos/funcionário/dia, considerando a média de funcionários em um Hospital, por exemplo. (Nagashima; barros; fontes, 2007; Schneider, 2004). Nos casos de estabelecimentos não hospitalares, é aconselhável utilizar, para fins de cálculo, a geração média/funcionário/dia ou geração média/procedimento/dia. No caso de estabelecimentos sem internação, aconselha-se, para cálculo do índice de geração, o uso do número de procedimentos/dia. Nesse caso, a sugestão é classificar os procedimentos, dividindo-os em procedimentos que levam e que não levam à geração de resíduos.

A tabela 1 apresenta os índices e taxas que podem ser geradas, a partir dos dados de pesagem, com base no estudo realizado por Schneider (2004).

Tabela 1 – Modelo de apresentação dos índices de geração, a partir dos dados de uma caracterização

Resíduo	Geração Média Diária (kg)	Índice de Geração (kg/leito/dia)	Volume Médio Diário (litros)	Índice de Geração (litros/leito/dia)	Taxa de Geração Diária (%)
Comum Grupo D	297,36	1,36	3.469,73	15,75	52,5
Reciclável	96,87	0,44	3.561,33	16,16	17,4
Infectante Grupo A	142,78	0,65	986,04	4,48	25,9
Especial Grupo B	23,26	0,11	144,27	0,65	4,2
Total	**560,27**	**2,56**	**8.161,36**	**37,04**	**100**

*Dados utilizados para a estimativa: número de leitos no período – 267; ocupação média no período – 249 leitos; taxa de ocupação: 93,26%.

Fonte: Schneider (2004).

Convém ressaltar que, no período de execução dos estudos de Schneider (2004), a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) e a Resolução Conama 358 (BRASIL, 2005) ainda não haviam sido publicadas, e os resíduos perfurocortantes eram classificados como subgrupo dos infectantes. Logo, não foram apresentados dados isolados da categoria perfurocortante (Grupo E).

A geração de resíduos é decorrente, fundamentalmente, da(s) especialidade(s) e do tamanho do estabelecimento; dos produtos e materiais utilizados na assistência; do fluxo de pacientes e do número de profissionais envolvidos; da lógica de organização dos processos de trabalho, bem como dos Planos de Gestão aplicados a cada situação. Sendo assim, encontra-se uma grande variabilidade nas taxas de geração, tornando complexa a generalização e dificultando a análise comparativa. Significa que não é fácil estabelecer relações que permitam estimar a quantidade de resíduos gerados por um estabelecimento, em função de tal diversidade de fatores.

Na maioria dos casos, relaciona-se a quantidade média de resíduos gerados diariamente com o número de leitos de estabelecimentos hospitalares, obtendo-se números que podem estar sujeitos a certo grau de imprecisão, muito embora sejam de fácil manejo e aplicação. Esta situação não pode ser aplicada a outros estabelecimentos de serviços de saúde, como farmácias, ambulatórios, Unidades Básicas de Saúde (UBS), consultórios, clínicas, entre outros, para os quais cabe um estudo específico. Com relação ao cálculo para os ambulatórios, por exemplo, pode-se estimar o número de atendimentos prestados, definindo, *a priori*, quais as características peculiares do atendimento ambulatorial em questão.

Schneider et al. (2002a), ampliando a questão para além dos estabelecimentos hospitalares, realizaram um levantamento acerca da geração de resíduos farmacêuticos no Município de Caxias do Sul, envolvendo tanto hospitais quanto estabelecimentos comerciais (drogarias) e farmácias. Os autores chamam a atenção para a dificuldade em quantificar a geração destes resíduos, uma vez que, estes se encontram, em sua maior parte, estocados nos domicílios e são descartadas na coleta pública, normalmente sem identificação. Esta questão poderá sofrer uma nova configuração a partir da implementação da logística reversa de resíduos farmacêuticos, condicionada pela Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS, 2010).

Trabalho semelhante foi realizado para avaliar a geração de resíduos odontológicos neste mesmo Município, com o intuito de propor um índice de geração *per capita* (profissional/dia), além de chamar a atenção para os impactos destes resíduos sobre a saúde individual, coletiva e ambiental (Schneider; Stedile; Petry, 2002), uma vez que são, em sua maioria, descartados na via pública juntamente com os resíduos domésticos e comerciais. Neste estudo chama-se atenção para o fato de, no conjunto, os odontólogos estabelecidos no Município constituírem um contingente de geração aproximado ao do hospital público ali instalado (267 leitos ativos no período), porém espalhados por todo o território municipal, configurando-se, desta forma, como poluição difusa, cujo controle só pode ser feito junto à fonte geradora. Estes dois temas são tratados em capítulos específicos neste compêndio.

Considerando as questões postas, bem como a necessidade de quantificação da geração diária e mensal exigida atualmente pelo órgão ambiental, quando da formulação dos Planos de Gerenciamento, e no automonitoramento igualmente constante no Plano, as questões metodológicas para determinação da geração carecem de uma avaliação mais profunda e delineamentos práticos, uma vez que cada estabelecimento deverá realizar seus diagnósticos periodicamente, segundo o que orienta a RDC 306. (Brasil, 2004).

6.4 A caracterização como ferramenta para o diagnóstico dos RSS

A realização da caracterização física e composição gravimétrica dos resíduos é um processo relativamente simples, trabalhoso e que consiste em três grandes etapas:

I. definição do tamanho da amostra em função do volume gerado, das formas de coleta da amostra, da identificação dos dispositivos de acondicionamento e local de armazenamento externo;
II. análise da pertinência, em termos de classificação de cada componente. Esta etapa é realizada pela pesagem da massa total, abertura dos dispositivos de acondicionamento da amostra, classificação do conteúdo, de acordo com as normas vigentes e (re)pesagem da massa, após segregação correta para cada componente. Os resultados das pesagens totais e por categoria permitem determinar a distribuição percentual destas e a inadequação da segregação, ou seja, o quanto de cada categoria de resíduo está segregado corretamente e quais os componentes da mistura;
III. análise e tratamento dos dados obtidos na caracterização, com definição do grau de heterogeneidade de cada categoria, dos índices de geração e dos custos de tratamento.

A Organização Pan-Americana da Saúde (OPAS), por sua vez, apresenta uma série de etapas a serem seguidas, em um estudo de caracterização de resíduos em estabelecimentos de serviços de saúde que, em síntese, devem observar (OPAS, 1997):

- identificação e seleção das fontes geradoras de resíduos;
- seleção de zonas de amostragem, considerando características do estabelecimento quanto ao tamanho, quantidade, qualidade e complexidade de serviços;
- determinação do tamanho da amostra e sua representatividade;
- período da amostragem, recomendando-se um período de sete dias, em dias alternados, buscando envolver períodos com mais e menos atendimentos;
- desenvolvimento de análises físicas, químicas e biológicas, considerando sempre os diferentes períodos.

Ainda segundo OPAS (1997), o estudo de geração de resíduos deve ser levado a efeito pelo menos durante uma semana, para a determinação da massa e da densidade, o que é considerado estatisticamente representativo, pois contempla a variação diária (segunda a domingo) de geração. A periodicidade deve ser definida em função de uma série de fatores que influenciam a geração e necessidade de atualização dos dados.

Os resíduos gerados devem ser analisados por categorias, conforme definido pela Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) e pela Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), sendo que, dentre os resíduos classificados como comuns pode-se também avaliar o potencial de reciclabilidade. Dependendo do porte da unidade geradora (hospital, ambulatório, Unidade Básica de Saúde, clínica, entre outros), do volume de resíduos gerados, e do espaço físico disponível para armazenamento, a caracterização poderá ser realizada diariamente, ou em dias alternados, e até mesmo semanalmente, em um único dia em unidades pequenas, onde a geração de resíduos é baixa. Nestes casos, torna-se possível obter uma quantidade mais representativa para a realização da análise da composição gravimétrica. Em unidades maiores, devido ao grande volume de resíduos gerados, por sua vez, a caracterização poderá ser diária. Se o volume final diário for muito grande, a caracterização pode ser realizada por meio da obtenção de amostras representativas de resíduos de cada um dos setores, em cada dia da semana.

No sentido de identificar a procedência de cada dispositivo que contém os resíduos a serem caracterizados, a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) orienta para a identificação contendo as seguintes informações: setor/local de geração, responsável pelo fechamento do recipiente, data e turno. Esta identificação é fundamental para que as inadequações sejam corrigidas por setor e para a elaboração de programas educativos específicos para setores nos quais sejam identificados problemas maiores e que comprometem os processos de trabalho em saúde e o gerenciamento adequado dos resíduos. A identificação permite, ainda, reconhecer os profissionais que apresentam maior dificuldade com os critérios de segregação. O resíduo gerado, quando adequadamente identificado, pode levar facilmente aos profissionais responsáveis pela geração e segregação, o que facilita o desenvolvimento de estratégias de capacitação também específicas.

Schneider (2004) analisou duas instituições de assistência especializada em saúde, em nível hospitalar, no Município de Caxias do Sul, com vistas a definir e testar uma metodologia simplicada para o monitoramento da geração de resíduos. A autora definiu como delineamento amostral a quantificação em massa dos resíduos de cada categoria gerados em 24 horas, em cada mês, em um dia da semana diferente, escolhido aleatoriamente e em diferentes semanas do mês, no período de 24 meses. A caracterização de resíduos era, assim, realizada mensalmente, avaliando-se a geração nas diferentes categorias (infectantes, químicos, comuns e recicláveis) em cada setor e turno, pesando-se o total de resíduos gerado durante 24 horas e analisando-se a composição a partir de amostras de 200 litros de cada categoria (figura 1). Naquela ocasião, os perfurocortantes eram pesados com os infectantes, mas atualmente devem ser pesados como categoria específica.

Nesse sentido, o monitoramento seria contínuo e as particularidades da geração em relação aos dias da semana e aos meses, em que os resíduos eram gerados, puderam ser medianizadas e/ou correlacionadas em relação aos anos anteriores ou posteriores, pelos dias da semana e mensalmente. O método desenvolvido e utilizado atualmente pelos autores está ilustrado na figura 1.

Figura 1 – Síntese do método de caracterização de RSS

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Schneider (2004).

A caracterização dos componentes das amostras pelo seu potencial de periculosidade e reciclabilidade permite identificar resíduos segregados inadequadamente. No método proposto por Schneider (2004), resíduos descartados de maneira incorreta são analisados e qualificados à parte, identificados pela categoria a que realmente pertencem, gerando, desta forma, o índice de heterogeneidade. Este representa os desvios da amostra e, por consequência, o grau de ineficiência do sistema. A tabela 2 apresenta uma proposta de organização dos dados, revelando, por exemplo, a quantidade e o percentual de resíduos infectantes presentes nas

outras categorias (grau de heterogeneidade), ocorrendo o mesmo com os resíduos comuns, recicláveis e químicos.

Tabela 2 – Modelo de forma de organização dos dados

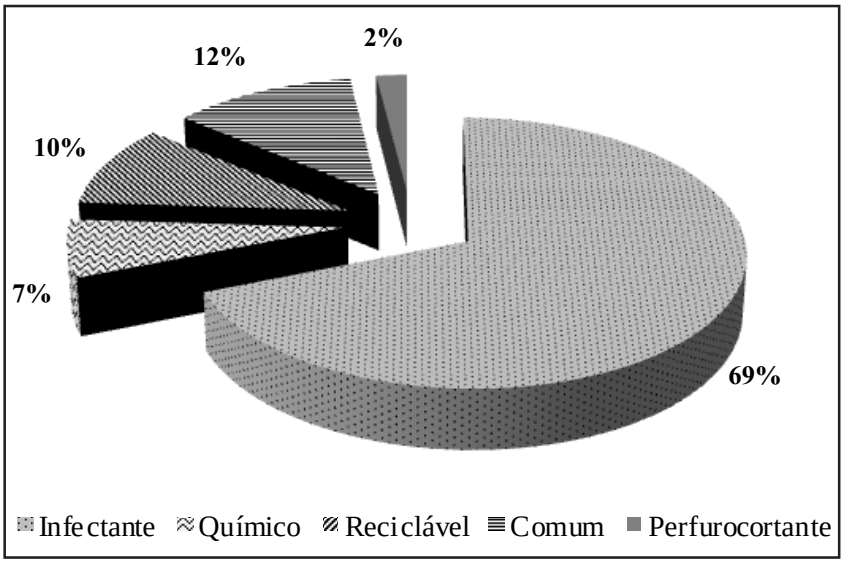
Resíduo	Massa (kg)	Porcentagem (%)
Resíduos Infectantes		
Infectantes	***17,640***	***91,21***
Perfurocortantes	0,000	0,00
Químicos	0,320	1,65
Comuns	0,405	2,09
Recicláveis	0,975	5,04
TOTAL	***19,340***	***100,00***
Resíduos comuns		
Infectantes	0,150	1,20
Perfurocortantes	0,000	0,00
Químicos	0,000	0,00
Comuns	***11,300***	***90,26***
Recicláveis	1,070	8,55
TOTAL	***12,520***	***100,00***
Resíduos recicláveis		
Infectantes	0,005	0,07
Perfurocortantes	0,000	0,00
Químicos	0,000	0,00
Comuns	0,440	6,30
Recicláveis	***6,535***	***93,62***
TOTAL	***6,980***	***100,00***
Resíduos químicos		
Infectantes	0,005	0,03
Perfurocortantes	0,000	0,00
Químicos	***17,247***	***93,98***
Comuns	0,000	0,00
Recicláveis	1,100	5,99
TOTAL	***18,352***	***100,00***

Fonte: Schneider et al. (2012).

Outro modelo de representação dos dados consiste na utilização de gráficos (figura 2) elaborados a partir dos resultados obtidos em caracterizações.

Quando necessário apenas quantificar os RSS gerados em um estabelecimento, por categorias, o correto é realizar pesagem dos mesmos durante sete dias consecutivos, a fim de se obter uma média representativa. Para avaliar a geração por paciente/usuário, adota-se uma relação entre a quantidade média gerada por dia e o número de leitos ocupados neste mesmo período, com o qual se forma um parâmetro comparativo. (Lange; Cussiol; Schneider, 2008).

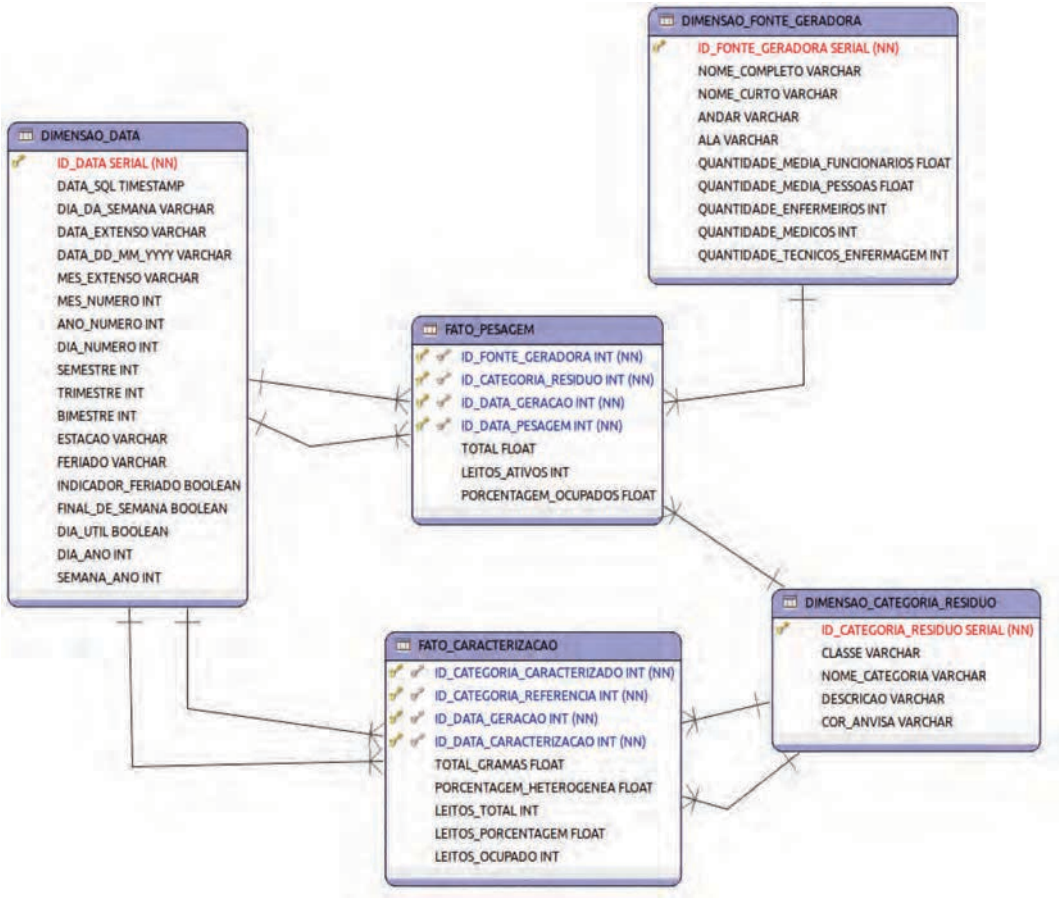
Figura 2 – Representação gráfica da heterogeneidade de resíduos infectantes



Fonte: Elaborada pelos autores.

Mais recentemente, com a utilização das ferramentas procedentes de informática, como banco de dados e Sistemas de Informação, novas formas de monitoramento do gerenciamento dos RSS tornaram-se possíveis. A implementação de um Sistema de Informação Gerencial (SIG), por exemplo, possibilita o gerenciamento dos dados, a construção de relatórios, gráficos, projeções, e auxilia a tomada de decisões. Para a implementação de um SIG torna-se necessário, primeiramente, catalogar os dados obtidos por meio da quantificação mássica e caracterização dos resíduos; após desenvolve-se a modelagem/arquitetura do SIG, com base nas informações coletadas. A modelagem multidimensional é uma metodologia de gerenciamento de informações que permite o acesso rápido à informação e à alimentação do sistema. Desta forma, esta ferramenta é indicada para gerenciar os dados advindos da caracterização dos RSS. A figura 3 apresenta o modelo multidimensional utilizado para alimentação dos dados obtidos por meio da caracterização dos resíduos, segundo Schneider, De Luca e Bettin (2003).

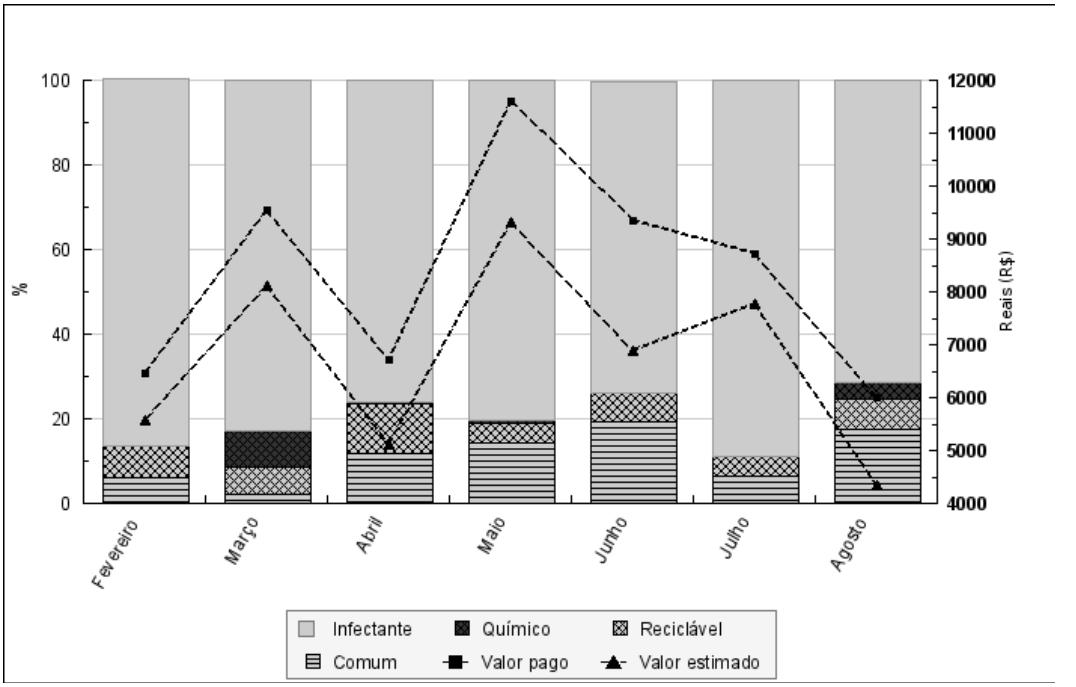
Figura 3 – Modelo multidimensional utilizado para a alimentação dos dados obtidos na pesagem e caracterização dos RSS



Fonte: Schneider et al. (2013).

A figura 4 e a figura 5 apresentam a aplicação do SIG para o cálculo dos custos com o tratamento dos resíduos e da economia que um estabelecimento de saúde teria se a segregação fosse 100% adequada. Além de possibilitar os cálculos de custo e economia com tratamento e disposição, o SIG gera automaticamente os gráficos decorrentes da consulta realizada. A construção de gráficos que possibilitem a avaliação da geração e heterogeneidade dos resíduos durante um determinado período de tempo (período de caracterização) permite a identificação de mudanças nos índices de geração e heterogeneidade, de acordo com a sazonalidade. Possibilita também identificar as mudanças no grau de heterogeneidade após a realização de capacitações em relação ao manejo de RSS por profissionais atuantes em estabelecimentos de saúde.

Figura 4 – Construção de gráficos de avaliação de heterogeneidade, custo com tratamento e economia em um estabelecimento de saúde através de um SIG

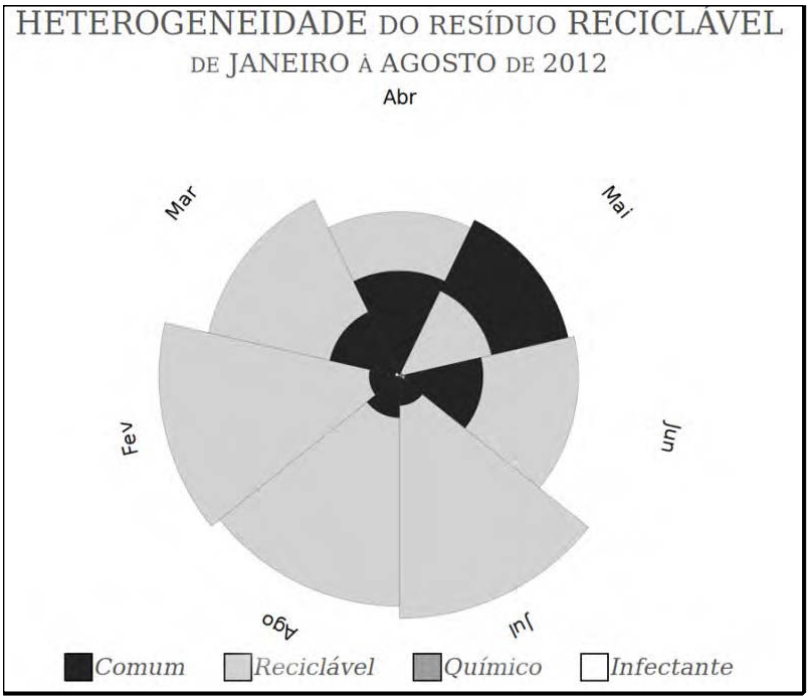


Fonte: Schneider et al. (2013).

A aplicação de gráficos que possibilitam a avaliação mensal da heterogeneidade dos resíduos é apresentada na figura 5. Cabe destacar que a construção deste gráfico foi possível pela existência do SIG, e o tipo de gráfico deve ser definido em função das características dos estabelecimentos e dos usuários das informações presentes nos mesmos. Neste exemplo foi utilizado o modelo proposto por Florence Nightingale (1859) e, por isso, é denominado de gráfico nightingaleano, cuja aplicabilidade está descrita em Stedile et al. (2014). Florence foi pioneira em estabelecer a importância do saneamento em hospitais. Ela reuniu dados sobre o número de mortes relacionadas ao saneamento e, por causa de seus novos métodos de comunicar esses dados, ela também foi pioneira em estatística aplicada. Nightingale utilizou-se de gráficos, os quais mais tarde foram denominados Coxcomb.

Esta representação gráfica permite avaliar a heterogeneidade dos RSS e, mesmo que se limite a apresentação de estatística descritiva, este diagrama facilita a visualização temporal de dados e a evolução de um determinado fenômeno, como a visualização do grau de heterogeneidade e evolução do processo de gerenciamento dos RSS.

Figura 5 – Heterogeneidade dos RSS entre os meses de janeiro a agosto de 2012 em um Hospital Escola



Fonte: Stedile et al. (2014).

Muitas outras formas e gráficos podem ser aplicados para visualização rápida dos resultados da caracterização, facilitando o processo de avaliação e de tomada de decisões quanto ao correto manejo dos RSS e quanto ao monitoramento do PGRSS, dependendo do que se queira ressaltar e da visibilidade estética que se queira dar aos dados.

6.5 Considerações finais

Em síntese, a realização da caracterização constitui-se de um procedimento básico e essencial para a elaboração do Plano de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS). Mesmo após a implantação do PGRSS, a caracterização continua tendo um papel importante para a atualização dos dados, a fim de avaliar os indicadores de eficiência estabelecidos pela Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), para monitorar a sua implementação como um todo.

A caracterização permite a verificação da segregação dos resíduos em classes distintas; a identificação dos locais que a realizam de forma inadequada; a necessidade de adequações do sistema de gerenciamento implantado; a possibilidade de redução de custos com tratamento e a destinação dos resíduos.

As taxas de geração de RSS estimadas a partir das caracterizações permitem alterações nos processos de trabalho e manejo de resíduos, bem como o estabelecimento de medidas para melhorar a eficácia do manejo. As taxas obtidas em diferentes estabelecimentos de saúde demonstram a importância da realização de estudos de caracterização e quantificação mássica e/ou volumétrica dos resíduos individualizados para cada fonte geradora, considerando-se suas especificidades.

O método a ser utilizado na caracterização dos resíduos deve ser adequado ao objetivo e à realidade a que se destina; porém, deve possuir, como princípios norteadores, a periodicidade, a amostra representativa e a classificação dos resíduos, de acordo com a fonte geradora, já que esta informação dará indicativos de sua categoria conforme definido pela legislação vigente.

A modernização das técnicas de recuperação e/ou armazenamento de informação associada à implementação de um Sistema de Informação Gerencial permite o auxílio na tomada de decisão, por parte dos gestores dos estabelecimentos de saúde, contribuindo, desta forma, para o aprimoramento do sistema de gerenciamento dos resíduos e para o monitoramento do PGRSS.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004: 2004 – Resíduos sólidos – Classificação.* ABNT, 2004.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 07 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução 358, de 29 de abril de 2005*. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

FORMAGGIA, D. M. E. Resíduos de Serviços de Saúde. *In:* Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviço de Saúde. São Paulo: Cetesb, 1995. p. 3-13.

LANGE, L. C.; CUSSIOL, N. A. M.; SCHNEIDER, V. E. *Resíduos sólidos: gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.* Guia do profissional em treinamento: nível 2 / Ministério das Cidades. Secretaria Nacional de Saneamento Ambiental (Org.). – Brasília: Ministério das Cidades, 2008. 98 p.

NAGASHIMA L. A.; BARROS C. J.; FONTES C. E. R. *Análise da produção e taxa de geração de resíduos sólidos de serviço de saúde do hospital universitário regional de Maringá.* Maringá, PR, 2007.

NIGHTINGALE, F. *A contribution to the sanitary history of the British army during the late war with Russia.* London (UK): John W. Parker and Son; 1859. [acesso 19 mar 2014]. Disponível em: <http://pds.lib.harvard.edu/pds/view/7420433>. Acesso em 19 mar. 2014.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente. *Guia de manejo interno de resíduos sólidos de estabelecimentos de saúde.* Tradução Carol Castillo Argüello. Brasília, DF: 1997. 64 p.

RISSO, W. M. Q. *Gerenciamento de resíduos serviços de saúde: a caracterização como instrumento básico para abordagem do problema.* (Mestrado) – Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da UCS, São Paulo, 1993. 163p.

SCHNEIDER, V. E.; STEDILE, N. L. R. S.; PETRY, P. L. *Sistematização de fontes geradoras de Resíduos Sólidos Odontológicos no município de Caxias do Sul.* Relatório Técnico de Pesquisa (não publicado). Caxias do Sul, 2002.

SCHNEIDER, E. V.; DE LUCA, J. S.; BETTIN, F.; A influência da sazonalidade na geração de resíduos sólidos de serviço de saúde (RSSS). *In:* 22 Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, p. 1-5, Joinville-SC, 2003.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde:* contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. Tese (Doutorado). Instituto de Pesquisas Hidráulicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

SCHNEIDER, V. E. et al. *Evaluation of health-care waste management and segregation efficiency in a teaching hospital.* In: 3rd International Conference on Industrial an Hazardous Waste Management, CRETE, 2012.

SCHNIEDER, V. E. et al. Sistema de Informações Gerenciais (SIG): ferramenta de monitoramento do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (RSS) e de custos de tratamento. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade – GeAS*. São Paulo, v. 2, n. 1, p. 165-188, jan/jun, 2013.

STEDILE, N. L. R. et al. The application of Nightingale's graphs in the evaluation of healthcare waste heterogeneity in a Hospital. *Revista Latino-Americana de Enfermagem (Online)*, v. 22, p. 1-8, 2014.

SISTEMA FIRJAN. *Manual de Gerenciamento de Resíduos: Guia de procedimento passo a passo.* Rio de Janeiro: GMA, 2006.

7

O plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde como ferramenta de planejamento e gestão

Vania Elisabete Schneider
Raquel Finkler

A administração de qualquer empreendimento envolve alguns conceitos fundamentais, dentre os quais destacam-se: o planejamento, a gestão e o gerenciamento. Estes pressupostos são indissociáveis e essenciais à implementação de um sistema de gerenciamento de resíduos, tanto sólidos quanto líquidos.

O planejamento é um meio sistemático de determinar a situação atual de um processo, onde se deseja chegar e qual a trajetória a ser percorrida. O diagnóstico da situação atual de um determinado processo depende da identificação dos fatores que compõem a realidade presente, de forma que este seja o mais representativo possível. Segundo Santos (2004, p. 24), "um papel importante destinado ao planejamento é o de orientar os instrumentos metodológicos, administrativos, legislativos e de gestão para o desenvolvimento de atividades em um determinado espaço e em um determinado tempo". Os resultados do planejamento são geralmente apresentados na forma de diretrizes, planos, programas, normas, projetos e ações articuladas.

O planejamento ambiental, por sua vez, apresenta todo o esforço da civilização em direção à preservação e conservação dos recursos ambientais de um território, com vistas à própria sobrevivência. Parte do princípio da valoração e conservação das bases naturais de um território, com base na autossustentação da vida e das interações que mantém, ou seja, das interações ecossistêmicas. Emprega como instrumentos todas as informações disponíveis da área de estudo e tecnologias que facilitem o desempenho ambiental, buscando sempre que possível à sustentabilidade. (Franco, 2000).

A gestão, por outro lado, compreende a ação de organizar e administrar os recursos disponíveis ou a sua falta. Para realizar gestão é necessário o conhecimento de todos os elementos disponíveis ou ausentes no universo analisado, obtidos por meio de diagnósticos, o que propicia a construção de um cenário futuro projetado ou desejado. Gestão é lançar mão de todas as funções e conhecimentos necessários para, por meio de pessoas, atingir os objetivos de uma organização de forma eficiente e eficaz. (Dias, 2002).

A gestão ambiental, neste contexto, é concebida diretamente sob este enfoque, em que é preciso conhecer e organizar todos os elementos formadores do ambiente a gerir, culminando na delimitação dos seus pontos fortes e fracos, das oportunidades e ameaças a serem transformadas em ações constantes.

Implementar o planejamento e a gestão ambiental envolve aspectos legais, institucionais, técnicos e operacionais, de modo a atender as exigências de ações eficientes e eficazes, no que diz respeito à prevenção e ao controle da poluição. Segundo Alirol (2001), as ações necessárias, para chegar à prática do desenvolvimento sustentável, passam pela melhoria do processo de gestão, assim sendo, planejamento e gestão são ferramentas complementares e interdependentes.

Em qualquer instância ou atividade, a busca pelo autoconhecimento e a sua interpretação dão suporte às possibilidades de planejamento, sendo que o produto final, que pode ser realizado na forma de um plano, se torna a ferramenta que norteia as ações e atividades de organização. Os programas, por sua vez, detalham as peculiaridades do plano e expõem a linha e as regras básicas a serem seguidas e atingidas. Correspondem à atividade, ou ao grupo de atividades correlatas, planejado e implantado como algo individualizado, mas que está no corpo de intenções do plano. Dentro deste escopo, as normas descrevem os procedimentos ou as medidas que garantam a realização do plano e dos programas. O processo de planejamento aponta, ainda, a necessidade de alterações na estrutura institucional, tanto de gestão quanto física, e a proposição de novas formas de gestão e de relação com a sociedade. (Schneider, 2004).

Neste contexto, o plano de gerenciamento é um conjunto de medidas administrativas e operacionais para a implementação de ações, podendo ser definido como um levantamento de informações acerca dos diversos aspectos de uma determinada atividade, com a análise de todos os fatores intervenientes da situação a gerir, e propostas de soluções e estratégias para garantir a execução da política de gestão ambiental institucional. O plano fundamenta o planejamento das políticas de gestão ambiental e garante a integração e o comprometimento dos diversos atores, bem como estabelece normas e ações para tornar a atividade ecoeficiente, com consequências positivas ao meio ambiente.

Na assistência à saúde, o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) é um documento integrante do processo de licenciamento ambiental e constitui-se no conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas, técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a geração de resíduos e encaminhá-los de forma eficiente, visando a proteção dos profissionais; a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do ambiente. (Brasil, 2006).

O PGRSS deve apontar e descrever os procedimentos relativos ao manejo de resíduos, de acordo com as características e os riscos potenciais dos mesmos, abrangendo as etapas de geração, segregação, acondicionamento, coleta, armazenamento, transporte, tratamento e disposição final. Consiste, portanto, em um conjunto de ações desenvolvidas visando o manejo adequado dos resíduos, nos aspectos intra e extraestabelecimento.

O PGRSS deve ser formulado de acordo com as características particulares de cada estabelecimento, considerando os objetivos das políticas e sistemas nacional, estadual e municipal de meio ambiente, compatibilizando o planejamento com os respectivos instrumentos legais, resolutivos e normativos existentes nas três esferas administrativas. No documento, devem estar descritas as medidas previamente definidas, voltadas ao controle e ao monitoramento das atividades efetivas e/ou potencialmente causadoras de impacto ambiental. Deve contemplar, ainda, as alternativas e o gerenciamento viáveis, os recursos indispensáveis e a equipe necessária e responsável pela sua implementação, de forma a constituir-se em um instrumento de planejamento ambiental do estabelecimento.

O PGRSS deve ser elaborado contemplando três etapas, conforme descrição do quadro 1:

Quadro 1 – Etapas que devem ser consideradas para a elaboração do PGRSS

Etapa	Descrição
Levantamento de dados	Deve conter informações, dados estatísticos, descrições e caracterizações relativas aos RSS, tanto nos aspectos quantitativos quanto qualitativos
Diagnóstico	Elaborado a partir dos resultados obtidos no cruzamento e na análise dos dados levantados, indicando: aspectos positivos e negativos, potencialidades, necessidades e dificuldades que envolvem o processo de geração e manejo dos resíduos
Prognóstico	Com base na avaliação dos cenários atuais, obtidos através da avaliação do diagnóstico, impactos ambientais e mapeamento da geração e do manejo, são elaborados os indicadores para avaliação da eficiência e eficácia do processo de gestão

Fonte: ISAM (2011).

A partir dos cenários levantados, inicia-se a fase de hierarquização dos problemas e a definição das diretrizes de ação a serem implementadas.

Dentre os objetivos principais de um PGRSS, está o de reduzir, tanto quanto possível, os riscos à saúde da população atendida, dos funcionários da assistência e de outros profissionais, decorrentes do manejo inadequado, especialmente daqueles que, por seu caráter infeccioso ou por suas propriedades físicas e/ou químicas, representam um alto grau de periculosidade.

O plano, como uma ferramenta de gestão, norteia a tomada de decisão dos gestores e dos profissionais da saúde. Sua elaboração deve ser realizada seguindo os procedimentos descritos na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) e Resolução

Conama 358 (Brasil, 2005), atendendo, ainda, aos termos de referência disponibilizados pela vigilância sanitária e pelos órgãos ambientais estaduais e municipais. Também devem ser consideradas as normas específicas da ABNT, tais como NBR 12.807 (ABNT, 2013a); NBR 12.808 (ABNT, 1993a); NBR 12.809 (ABNT, 2013b); NBR 12.810 (ABNT, 1993b); e igualmente a NR 32 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) (Brasil, 2008), entre outras.

7.1 Gerador: atribuições e responsabilidades quanto à elaboração do PGRSS

O gerador de RSS, conforme descrito na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), tem a obrigação de elaborar um plano de gerenciamento, que deve descrever as rotinas de manejo em conformidade com suas características, sendo compatíveis com as diretrizes e normas estabelecidas pelo órgão ambiental local, no que se refere à coleta, ao transporte e à disposição final. A PNRS (Brasil, 2010), em seu art. 20, estabelece a obrigatoriedade de elaboração de um plano de resíduos pelos geradores de RSS; no art. 27 consta que os geradores (pessoa física e jurídica) são os responsáveis pela implementação e operacionalização integral do plano aprovado por órgão competente.

Os geradores de menor porte (estabelecimentos de atenção individualizada), os quais são caracterizados por uma dispersão territorial, geram menores volumes de resíduos, sendo comum a inexistência de plano. Embora seja igualmente obrigatória a elaboração do plano (independente do porte), este pode ser elaborado de forma simplificada.

Já os geradores de maior porte (serviços secundários e especializados), os quais estão concentrados em uma área definida, geram maiores volumes de resíduos em diferentes estados: sólido, líquido e gasoso. Assim sendo, o seu plano deve contemplar detalhadamente a forma de manejo de todas estas tipologias de resíduo, de forma a não incorrer em dúvidas quando da sua implementação.

Os estabelecimentos que possuam mais de um serviço, com alvarás sanitários distintos, podem elaborar um único plano que contemple todas as suas atividades. No caso do estabelecimento iniciar a prestação de serviços ou realizar reformas e/ou ampliação de sua área física, deve encaminhar para a vigilância sanitária o PGRSS com as suas devidas alterações, acompanhado do Projeto Básico de Arquitetura. Cabe ressaltar que os serviços que geram resíduos radioativos devem indicar o profissional registrado no Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN), como responsável pelas atividades.

Em qualquer tipo de estabelecimento (pequeno, médio e grande porte), o plano deve ser revisto periodicamente (a cada quatro anos, aproximadamente), já que a complexidade e inovação nas ações, práticas e tecnologias em saúde são constantes e resultam em alterações quali-quantitativas dos resíduos gerados.

O gerador deve identificar e reconhecer o problema para que, reunindo esforços de diferentes profissionais, seja possível iniciar o processo de elaboração do plano. Segundo Anvisa (Brasil, 2006), as seguintes etapas devem ser realizadas nesta fase:

I. definição de um responsável pelas tarefas (pode ser provisório);

II. realização da análise dos contextos local, estadual e nacional no qual deverá se inserir o PGRSS, nos aspectos econômico, social, político, jurídico, entre outros;

III. identificação das políticas nacionais em vigor no campo de resíduos sólidos;

IV. levantamento do que está sendo realizado na gestão de resíduos nos serviços públicos, Organizações Não Governamentais (ONGs), grupos de base, iniciativas locais;

V. realização de estudo da documentação existente – relatórios internos, literatura sobre o assunto, estatísticas oficiais, alvarás, autos, licenciamentos, entre outros;

VI. realização de uma avaliação preliminar dos resíduos de serviços de saúde gerados pelo estabelecimento e da gestão destes;

VII. realização do mapeamento de todas as áreas do estabelecimento envolvidas com RSS;

VIII. elaboração de uma estratégia de trabalho;

IX. obtenção do respaldo da direção da instituição;

X. discussão com a direção de todas as etapas de trabalho.

Os resultados esperados, segundo Brasil (2004), estão centrados em três pontos:

I. conhecimento preliminar do problema;

II. plano preliminar de trabalho;

III. aprovação da diretoria.

O gerador deve designar o profissional responsável pela elaboração do PGRSS, o qual deve ter registro ativo no conselho de classe e apresentar a Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) ou outro documento similar. A elaboração do plano pode, e pela sua complexidade deve, ser realizada por uma equipe multidisciplinar de profissionais, conforme sugere a Resolução RDC 306. (Brasil, 2004).

No caso de estabelecimentos de serviços de atendimento individualizado, o responsável técnico pelo mesmo também pode se responsabilizar pela elaboração e implementação do plano. No caso de uma equipe multidisciplinar atuar na elaboração, devem ser considerados os seguintes aspectos, segundo Brasil (2006):

- formação técnica dos profissionais;
- qualificação e habilidades para a realização da função; e
- avaliação das competências individuais para o enriquecimento do grupo de trabalho (melhor utilização).

Segundo Bittar (2004) na assistência à saúde, as ações são muitas vezes desenvolvidas sem planejamento e organização, dentro do imediatismo, o que é uma característica da prestação de cuidados em saúde (aliviar imediatamente a dor e o sofrimento). Este tipo de postura leva a sérias dificuldades de coordenação/direção e avaliação/controle de programas e serviços. O autor recomenda o uso de mecanismos operacionais sociais, como comissões, estruturas matriciais, reuniões e grupos de trabalho, visando obter qualidade por meio de um trabalho sistemático com estes diferentes grupos, os quais completam o quadro de pessoal das unidades.

Cabe destacar que, antes de iniciar sua elaboração, é importante que os gestores informem a todos os colaboradores as razões e as etapas do trabalho. A comunicação aos colaboradores pode ser feita através de reuniões, oficinas, boletins informativos, entre outros recursos. A aplicação de questionários também é uma opção e um indicativo do nível de conhecimento dos profissionais com relação à questão dos RSS.

A elaboração do PGRSS pode ser facilitada, se forem considerados os seguintes aspectos, segundo Opas (1997):

- quantificação e classificação dos resíduos gerados em cada serviço de especialidade médica e unidades de apoio, assim como das características de periculosidade de cada fração componente, de acordo com as normas vigentes e/ou padrões internos, com a maior precisão possível;
- seleção das alternativas técnicas e dos procedimentos mais convenientes para o gerenciamento interno dos resíduos, acondicionamento, separação interna, tratamento e disposição dos resíduos tratados, identificando, em cada caso, os responsáveis pela execução de cada etapa, os recursos humanos e materiais necessários e os espaços físicos requeridos para executá-los;
- elaboração de um plano de emergência eficaz para situações como derramamento de líquidos infecciosos, ruptura de bolsas plásticas e recipientes, falhas de equipamentos, etc.;
- elaboração de programas de treinamento e de capacitação permanente tanto para os profissionais responsáveis pelo gerenciamento como para os geradores;
- elaboração de normas e procedimentos para a execução de cada uma das etapas do plano de gerenciamento;
- apresentação da proposta de implementação e funcionamento do PGRSS às autoridades competentes;
- articulação com as comissões de prevenção e controle de infecções dos estabelecimentos e de implantação de sistemas de educação permanentes em todos os níveis;
- implementação de programas de fiscalização interna.

O gerenciamento externo dos RSS deverá contar com a participação dos diferentes setores da sociedade envolvidos no processo e obedecer às seguintes etapas segundo Schneider (2004):

- realização de estudos sobre a localização dos estabelecimentos de serviços de saúde e características dos serviços proporcionados, considerando e respeitando os planos de expansão dos estabelecimentos existentes e os projetos de novas unidades;
- avaliação técnica e econômica para o estabelecimento de planos de soluções centralizadas, conjuntas ou individuais, levando-se em conta a capacidade dos equipamentos existentes para o tratamento e a possibilidade de otimização do seu aproveitamento, considerando, ainda, os aspectos sanitário-ambientais e de segurança na operação e de continuidade de serviços;
- definição de uma política clara que envolva o gerador, o setor público e o setor privado;
- elaboração de regulamento, de acordo com a política definida e com o esque-ma de solução adotado, que inclua aspectos sanitário-ambientais, sistemas tarifários, responsabilidade de cada instituição, setor envolvido e mecanismos necessários à vigilância e à fiscalização.

Com base nestes referenciais, a implantação de um PGRSS pode ser descrita em termos de dez etapas principais, de acordo com Rosa, Bortoluzzi e Meurer (2007):

Quadro 2 – Etapas de implantação do PGRSS

Etapas de Implantação do PGRSS	
I. Definição de objetivos gerais e específicos	VI. Terceirização no manejo
II. Definição de equipe de trabalho e de responsabilidades	VII. Mapeamento de riscos
III. Diagnóstico da situação atual	VIII. Recursos necessários
IV. Definição do PGRSS	IX. Plano de implementação
V. Definição do programa de reciclagem	X. Monitoramento da eficácia do plano

Fonte: Elaborado pelos autores e segundo Rosa, Bortoluzzi e Meurer (2007).

Essa visão mostra a amplitude que resulta a elaboração de um PGRSS e aponta a complexidade de inserção do mesmo, caso este seja consolidado, de fato, como orientador de condutas e decisões sobre gerenciamento de resíduos.

O Anexo 1 deste capítulo contempla uma lista de verificação, com as indicações de registros de informações necessárias para a elaboração do PGRSS, adaptada do conteúdo apresentado no Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde da Anvisa. (Brasil, 2006).

7.2 Diagnóstico das condições de manejo

A primeira e fundamental etapa para o sucesso do plano de gerenciamento de resíduos está condicionado à realização de um diagnóstico abrangente e detalhado da forma de manejo dos resíduos, de modo a revelar, da melhor forma possível, o cenário atual do estabelecimento. Para tanto, sugere-se a realização do levantamento de informações com a utilização de uma ferramenta para avaliação, a qual é apresentada no quadro 3. A ferramenta foi elaborada a partir das informações que constam no Manual da Anvisa (Brasil, 2006), na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) e em diversas normas da ABNT.

Quadro 3 – Sugestão de ferramenta para levantamento e verificação de informações sobre manejo de resíduos

Etapa	Aspectos a serem identificados / analisados / verificados
Quantificação	– quantidade de cada tipo de resíduo gerado por setor, por meio de volume ou pesagem, em um determinado período
Segregação	– se o resíduo é acondicionado próximo ao local de geração e se há dispositivos de acondicionamento adequados a cada tipologia e em número suficiente – se os resíduos são segregados conforme a classificação estabelecida pela Resolução RDC 306 (BRASIL, 2004) e pela Resolução Conama 358 (BRASIL, 2005) – se os resíduos do Grupo D são segregados como comuns e recicláveis – se o tipo de resíduo está compatível com a cor do saco
Identificação	– se os dispositivos de acondicionamento estão identificados segundo a classificação estabelecida pela Resolução RDC 306 (BRASIL, 2004) – se as embalagens (sacos plásticos) para resíduos infectantes estão identificados de acordo com o estabelecido pela Resolução RDC 306 (BRASIL, 2004)
Acondicionamento	– se as embalagens (sacos plásticos) para acondicionamento de resíduos atendem os critérios estabelecidos pela NBR 9.191 (ABNT, 2008): material resistente à ruptura e ao vazamento, e impermeabilidade – se os dispositivos para resíduos infectantes são de material lavável, resistentes à punctura, ruptura e ao vazamento, com tampa pedal, com cantos arredondados e resistente a tombamento – a existência de acondicionamento em dispositivo adequado para os perfurocortantes (recipientes rígidos, resistentes à punctura, ruptura e ao vazamento e com tampa) – se há definição e padronização dos dispositivos de acondicionamento e embalagens – quais os dispositivos utilizados para acondicionamento de resíduos químicos sólidos e se os mesmos são adequados em função das suas propriedades físicas – quais os dispositivos utilizados para acondicionamento de resíduos comuns e/ou recicláveis – se os dispositivos para acondicionamento de resíduos químicos líquidos são de material compatível com o líquido armazenado, resistentes, rígidos e estanques, com tanque rosqueado e vedante – se as embalagens (sacos plásticos) com resíduos estão contidas em recipientes devidamente fechados – se estão sendo respeitados os limites de preenchimento dos dispositivos de acondicionamento e de embalagens
Coleta e transporte interno	– se a coleta está sendo feita separadamente, de acordo com cada tipo de resíduo – se, durante a coleta de resíduos, os colaboradores responsáveis pela atividade utilizam os Equipamentos de Proteção Individuais (EPIs) necessários, conforme as normas de saúde e segurança do trabalho – se o dimensionamento da coleta está adequado ao volume gerado, número de colaboradores disponíveis, número de carros de coletas e demais ferramentas e utensílios utilizados na coleta – se existe padronização de turnos, horários e frequência de coleta para os diferentes tipos de resíduos – se os sacos plásticos, no momento da coleta, são fechados, torcidos e/ou amarrados na sua abertura com arame, barbante ou nó – se os carros de coleta estão devidamente identificados com os símbolos de segurança – se o transporte mecânico e o uso de carro de coleta atende os critérios definidos na legislação e normatização
Fluxo da coleta interna	– a existência de registros (mapas, plantas) de coleta e transporte de resíduos (geração a abrigo externo) – o nível de ruído dos carros de coleta de resíduos – as características de cada roteiro para os diversos resíduos – a compatibilidade de roteiros previamente definidos para cada tipo de resíduo e horários das coletas em função da distribuição de roupas, alimentos e medicamentos, períodos de visita ou de maior fluxo de pessoas ou de atividades

Quadro 3 A– Sugestão de ferramenta para levantamento e verificação de informações sobre manejo de resíduos

Armazenamento interno	– se os locais para armazenamento interno atendem os requisitos mínimos de dimensionamento, equipamentos e segurança – como é efetuada a limpeza do local para armazenamento de resíduos – quais os tipos de dispositivos de acondicionamento disponibilizados no local: se estão de acordo com tipologia e quantidade gerado – se na entrada do local de armazenamento há símbolo de identificação em local de fácil visualização
Armazenamento externo	– as condições do abrigo externo de resíduos – se no abrigo o armazenamento de resíduos está de acordo com sua tipologia e quantidade gerada – como é efetuada a limpeza do abrigo de resíduos – os tipos de dispositivos de acondicionamento disponibilizados no local – se o abrigo de resíduos é utilizado exclusivamente para armazenamento de resíduos – se na entrada do abrigo de resíduos há símbolo de identificação em local de fácil visualização – se o espaço reservado para armazenamento de resíduos químicos foi projetado, construído e é operado de forma a atender as medidas de segurança e higiene recomendadas – se o abrigo de resíduos está dotado de ventilação, cobertura, iluminação artificial, ponto de água (preferencialmente quente e sob pressão), piso impermeável, drenagem e ralo sifonado – se o abrigo possui área de higienização para carros de coleta interna e demais equipamentos utilizados – para onde está sendo encaminhado o efluente da lavagem do abrigo e da área de higienização
Coleta e transporte externo	– os tipos de veículos utilizados de acordo com sua adequação às normas – se o veículo possui sistema de contenção para líquidos – o procedimento da equipe de coleta quanto ao rompimento de sacos, liberação de líquidos ou contaminação do ambiente
Tratamento	– se o estabelecimento possui tratamento prévio ou se o serviço é terceirizado – se os resíduos do Grupo A, que requerem tratamento prévio, estão sendo tratados em equipamentos adequados – quais resíduos químicos perigosos estão sendo submetidos a tratamento – quais resíduos químicos são submetidos a processo de reutilização, recuperação ou reciclagem – o processo para decaimento de rejeitos radioativos (se houver) – a existência de rede coletora com tratamento de esgoto
Segurança ocupacional	– se os colaboradores que atuam no manejo de resíduos possuem os EPIs necessários, conforme as normas de saúde e segurança do trabalho, e se os utilizam de forma correta
Destino final	– quais os tipos de disposição final existentes e se os mesmos possuem licenciamento ambiental
Gestão	– a existência de política de gestão ambiental no estabelecimento e/ou Sistema de Gestão Ambiental (SGA) – a existência de gestão de riscos ambientais – quais são as empresas prestadoras de serviços na área e se as mesmas emitem certificação de conformidade com as orientações do órgão de limpeza urbana – a necessidade de adequação do espaço físico do estabelecimento para atender normas, legislações e facilitar o correto gerenciamento dos RSS
Capacitação	– levantar cursos, treinamentos e campanhas voltados a todos os envolvidos no gerenciamento, bem como as frequências, nas quais o foco é a questão ambiental (abastecimento de água, resíduos sólidos, esgotos, poluição do ar, sustentabilidade e outros)

Fonte: Elaborado com base em Brasil (2004) e Brasil (2006).

7.3 Passo a passo para a elaboração de um PGRSS

Concluída a etapa de diagnóstico, inicia-se a elaboração do PGRSS propriamente dito. Neste momento, as informações devem ser organizadas e sistematizadas. As informações sistematizadas devem ser analisadas criteriosamente, derivando delas ações a serem implementadas, seus respectivos objetivos, responsáveis, prazos, recursos necessários e formas de acompanhamento e avaliação.

O uso de ferramentas de planejamento contribui para esclarecer quais são as ações prioritárias no que se refere ao manejo de resíduos em estabelecimentos de saúde. Lobato et al. (2009) afirmam que um plano de ação auxilia para atingir o objetivo planejado, bem como à implementação de uma solução para eventuais problemas e prioridades.

[1] Representa as iniciais em inglês de *Why* – por que, *What* – o que, *Where* – onde, *When* – quando, *Who* – quem, *How* – como e *Howmuch* – quanto custa.

A ferramenta 5W2H[1] é bastante útil para a hierarquização das prioridades. Segundo Marshall Junior et al. (2008), esta ferramenta é utilizada principalmente no mapeamento e na padronização de processos, na elaboração de planos de ação e no estabelecimento de procedimentos associados a indicadores. É de cunho basicamente gerencial e busca fácil entendimento através da definição de responsabilidades, métodos, prazos, objetivos e recursos associados. As respostas às perguntas formuladas no 5W2H resultam na definição clara de um plano de ação.

A utilização de ferramentas de gerenciamento para a elaboração de um PGRSS contribui para a definição de metas e o cronograma de execução das atividades. Brasil (2006) exemplifica quanto às metas que podem constar em um PGRSS: criar práticas de minimização dos resíduos; substituir os materiais perigosos, sempre que possível, por outros de menor periculosidade; reduzir a quantidade e a periculosidade dos resíduos; atrelar ao gerenciamento um trabalho de responsabilidade, corresponsabilidade e responsabilidade social; criar manual de boas práticas em manejo de resíduos sólidos; criar procedimentos de auditoria interna e supervisão; melhorar as medidas de segurança e higiene no trabalho, entre outros.

É importante ressaltar, ainda, que as metas devem ser propostas de acordo com as necessidades específicas de cada estabelecimento, com o potencial de risco envolvido, bem como com a sua capacidade operacional.

Por fim, no PGRSS devem estar previstos e descritos os custos relacionados à implantação do sistema de gerenciamento, os quais incluem: recursos humanos envolvidos; obras de construção civil; aquisição de equipamentos (para coleta de resíduos, máquinas, informática, entre outros), móveis e utensílios, entre outros.

Para a elaboração do PGRSS, sugere-se a estrutura apresentada no quadro 3, elaborado por meio de uma adaptação do que está indicado no Manual de Gerenciamento de RSS da Anvisa. (Brasil, 2006).

Quadro 4 – Informações que devem constar no PGRSS

DADOS SOBRE O ESTABELECIMENTO		
Dados gerais do estabelecimento	– integrantes da equipe e/ou empresa que elabora e implementa o PGRSS; cadastro dos profissionais ao conselho de classe, bem como Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) para realização do serviço	– caracterização do estabelecimento; serviços e atividades prestados pelo estabelecimento
	CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS *(descrever/ identificar, informar)*	
Abastecimento de água	– forma de abastecimento utilizada pelo estabelecimento: rede pública e/ou solução alternativa (poço, caminhão-pipa, etc.) – caso utilize poço, informar a licença de uso e outorga; controle interno ou externo de qualidade da água	– tipo de controle interno ou externo que está sendo feito para a avaliação da qualidade da água; aplicação de produtos químicos, por parte do estabelecimento, na água
Efluentes líquidos	– existência, ou não, de um sistema de tratamento de efluentes no estabelecimento; forma de esgotamento sanitário dos efluentes; monitoramento do sistema de tratamento de efluentes	– análise crítica dos resultados obtidos no monitoramento do sistema de tratamento de efluentes
Emissões gasosas	– existência da geração de vapores e gases	– pontos de geração

Quadro 4A – Informações que devem constar no PGRSS

DADOS SOBRE O ESTABELECIMENTO			
Dados gerais do estabelecimento	– integrantes da equipe e/ou empresa que elabora e implementa o PGRSS; cadastro dos profissionais ao conselho de classe, bem como Anotação de Responsabilidade Técnica (ART) para realização do serviço	– caracterização do estabelecimento; serviços e atividades prestados pelo estabelecimento	
CARACTERIZAÇÃO DOS ASPECTOS AMBIENTAIS *(descrever/ identificar, informar)*			
Abastecimento de água	– forma de abastecimento utilizada pelo estabelecimento: rede pública e/ou solução alternativa (poço, caminhão-pipa, etc.) – caso utilize poço, informar a licença de uso e outorga; controle interno ou externo de qualidade da água	– tipo de controle interno ou externo que está sendo feito para a avaliação da qualidade da água; aplicação de produtos químicos, por parte do estabelecimento, na água	
Efluentes líquidos	– existência, ou não, de um sistema de tratamento de efluentes no estabelecimento; forma de esgotamento sanitário dos efluentes; monitoramento do sistema de tratamento de efluentes	– análise crítica dos resultados obtidos no monitoramento do sistema de tratamento de efluentes	
Emissões gasosas	– existência da geração de vapores e gases	– pontos de geração	
Resíduos	*Geração de resíduos*	– grupos de resíduos gerados no estabelecimento	– geração de cada grupo de resíduo em cada setor do estabelecimento
	Segregação	– normas de segregação adotadas para cada grupo de resíduos	
	Acondicionamento	– características técnicas dos diferentes tipos de dispositivos a serem utilizados no acondicionamento de cada grupo de resíduos gerados; características técnicas das embalagens a serem utilizadas no acondicionamento de cada tipo de resíduo	– acondicionamento de cada grupo de resíduo (onde e como) – cores e símbolos padronizados para cada tipo de resíduo
	Coleta e transporte interno	– métodos de coleta e transporte interno que serão adotados; transporte interno manual ou em carros de coleta, em função dos grupos de resíduos e quantidades; rotina e frequência de coleta para cada unidade ou setor do estabelecimento; formas de coleta em função dos grupos de resíduos; rotina e frequência de coleta para cada unidade do estabelecimento; higienização dos carros coletores, produtos utilizados e frequência	– tipo, capacidade, identificação, cores, entre outras características, do carro de coleta; – roteiros de coleta, de acordo com o volume de resíduos gerados por tipo de grupo – equipamentos de proteção individual (EPIs) e equipamentos de proteção coletiva (EPCs) utilizados para realizar a coleta do resíduo
	Armazenamento temporário	– localização, tipos de resíduos a serem armazenados, frequência de coleta; higienização desses espaços e frequência de limpeza	– tipos e quantidades de coletores para a guarda temporária de resíduos; sinalizações para identificação dessas áreas
	Armazenamento para a coleta externa	– quantidade de contenedores a ser utilizada para cada grupo de RSS, capacidade volumétrica de cada um e disposição na área; rotina do armazenamento externo do estabelecimento; rotina de recepção dos RSS das coletas internas	– higienização do abrigo, os contenedores, carros coletores e com que frequência – EPIs e EPCs a serem utilizados
	Coleta e transporte externo	– quem realiza a coleta externa (setor público ou empresa contratada ou sob concessão); tipo de veículo utilizado para o transporte, rotina e frequência de coleta externa do estabelecimento para os diferentes tipos de resíduos gerados	– destino dos resíduos coletados, por tipologia – documentos comprobatórios (licenças, alvarás e outros) das empresas coletoras e dos transbordos, quando houver
	Tratamento	– tratamento interno para os resíduos, especificados por tipo de resíduo – sistema de decaimento de rejeitos radioativos – documentos comprobatórios (licenças, alvarás, documentos de monitoramento definidos pelo órgão ambiental) dos sistemas e tecnologias adotados	– tipos de tratamento externo adotados para cada grupo de resíduos, equipamentos e instalações de apoio (tecnologias de tratamento adotadas; nome da empresa responsável pela operação do sistema; localização das unidades de tratamento, endereço e telefone; responsável técnico pelo sistema de tratamento, nome, RG, profissão e registro profissional; – EPIs e EPCs necessários
	Disposição final	– formas de disposição final dos RSS por tipo de resíduos (empresas que executam a disposição final dos RSS); localização das unidades de disposição final adotadas para cada grupo (nome, RG, profissão, registro profissional, empresa ou instituição responsável e telefone)	– documentos comprobatórios (licença ambiental e documentos de monitoramento, definidos pelo órgão ambiental) de que a empresa está apta a realizar o serviço

Quadro 4B – Informações que devem constar no PGRSS

OUTRAS INFORMAÇÕES A SEREM APRESENTADAS	
Outras avaliações de riscos	– mapa de risco do estabelecimento, se houver
Serviços especializados	– serviço especializado em engenharia de segurança e em medicina do trabalho (SESMT); comissão interna de prevenção de acidentes (CIPA); programa de prevenção de riscos ambientais (PPRA); programa de controle médico de saúde ocupacional (PCMSO), se houver
Recursos humanos envolvidos nos Serviços Especializados	– inter-relações entre as diversas estruturas existentes no estabelecimento (CCHI, Cipa, Sesmt etc.); resumo das responsabilidades e qualificações de cada um
Capacitação	– capacitações a serem realizadas nas formas iniciais e de educação continuada
Controle de insetos e roedores	– medidas preventivas e corretivas do programa de controle de insetos e roedores
Situações de emergência e de acidentes	– ações a serem adotadas em situações de emergência e acidentes. Por exemplo: procedimento adotado em caso de derramamento, greve de funcionários, etc.
Identificação e locação em esquemas ou fluxogramas	– locais de geração de resíduos por grupo, fluxos e roteiros a serem executados por tipo de resíduos, locais de armazenamento, contenedores, etc.

Fonte: Brasil (2006).

7.4 Indicadores da eficácia na implantação do PGRSS

Os indicadores são descrições operacionais (em quantidade, em qualidade, de acordo com o público-alvo ou a localização) dos objetivos e resultados do PGRSS e que podem ser medidos de maneira confiável. (Brasil, 2006). Os indicadores, portanto, devem servir para avaliar resultados e servem para acompanhar sua eficácia.

Segundo Brasil (2006), os indicadores da eficácia da implantação do PGRSS devem ter como características:

- ser mais uma ferramenta de gestão do que uma ferramenta de controle;
- inserir-se num processo de informação, de comunicação e de busca por educação ambiental e melhoria;
- melhorar a capacidade da instituição de compreender as realidades nas quais intervém, agir e se organizar de maneira eficaz e eficiente;
- facilitar a avaliação de maneira que as equipes e os responsáveis tenham uma ideia clara da gestão dos RSS;
- aperfeiçoar os indicadores identificados durante o planejamento, para avaliar o desempenho da implantação.

Considerando-se a obrigatoriedade do gerador em monitorar e avaliar o PGRSS, a seguir são apresentados alguns indicadores que podem ser utilizados para avaliar a operacionalização de ações constantes no PGRSS, conforme Brasil (2004) e Brasil (2006):

- acidentes com resíduo perfurocortante (taxa de acidentes em profissionais da limpeza, total de acidentes em profissionais da limpeza, número total de acidentes);

- geração de resíduos (variação, total de resíduos por período, total de resíduos anuais);
- resíduos do Grupo A (variação na proporção, total gerado);
- resíduos do Grupo B (variação na proporção, total gerado);
- resíduos do Grupo D (variação na proporção, total gerado);
- resíduos do Grupo E (variação na proporção, total gerado);
- resíduos recicláveis (variação na proporção, total gerado);
- pessoas capacitadas (variação no percentual, total de pessoas capacitadas);
- custos (variação na proporção de custos, custo do gerenciamento de RSS, custo total do gerenciamento).

7.5 Implantação do PGRSS

Para a implementação do plano, é indispensável observar os seguintes requisitos (Brasil, 2006): disponibilidade de recursos financeiros; capacitação da equipe técnica, e comprometimento de todos os funcionários, iniciando com a alta diretoria até os serviços menos representativos. Além desses, também é importante a disponibilidade de avaliação e monitoramento constante de sua operacionalização. Neste sentido, a educação continuada para capacitação dos profissionais em manejo de resíduos deve ser priorizada, de forma a atingir as metas que constam no PGRSS. Simplesmente a adoção de normas não é suficiente à sua implantação e operacionalização, já que muitos dos profissionais não as conhecem ou as manuseiam.

Neste sentido, Bittar (2004) afirma que há dificuldade em ter normas e padrões dentro de um hospital, por exemplo, devido à quantidade de regras informais e formais que decorrem das interações e negociações que se estabelecem entre os participantes na divisão do trabalho.

A fim de superar as dificuldades surgidas ao longo do período de implantação do PGRSS e nas suas etapas de manutenção, sugere-se a implantação da ferramenta Ciclo PDCA.[2] Desta forma, pode-se mais facilmente implementar um sistema de melhoria contínua dos processos relacionados à operacionalização do PGRSS. Praticando-se este método de forma cíclica e ininterrupta, acaba-se por promover a melhoria contínua e sistemática na organização, consolidando a padronização de práticas. (Marshall Junior et al., 2008).

7.6 Considerações finais

A elaboração e implementação de um PGRSS não devem ser confundidas com o gerenciamento. O plano é um documento orientador da forma como o manejo dos resíduos deve ocorrer e, nesse sentido, estabelece as condutas e influencia nas decisões profissionais sobre o que e como manusear os resíduos gerados na

[2] P – plan (planejamento); D – do (realizar/fazer); C – check (checar/verificar/avaliar); A – act (agir/aplicar).

assistência à saúde. Deve ser precedida de um bom e profundo diagnóstico, cujos dados deem sustentação às orientações que o compõem.

Sua eficácia depende da apropriação e incorporação de seu conteúdo nos processos de trabalho, bem como do monitoramento de sua execução e aprimoramento constante. A adoção de ferramentas da qualidade contribui para a melhoria contínua do processo de gerenciamento.

Quanto mais profissionais fizerem parte das definições, mais fácil será o entendimento, a execução e avaliação. Desta forma, a construção deve ser coletivizada, bem como todas as definições socializadas ao conjunto de responsáveis pela sua execução.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9.191:2008 – Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio.* Rio de Janeiro, ABNT, 2008.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR nº 12.807:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia*. Rio de Janeiro, ABNT, 2013a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.808:1993 – Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação.* Rio de Janeiro, ABNT, 1993a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento.* Rio de Janeiro, ABNT, 2013b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.810:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Coleta.* Rio de Janeiro, ABNT, 1993b.

ALIROL, P. Como Iniciar um Processo de Integração. In: VARGAS, H. C., RIBEIRO, H. (Orgs.). *Novos Instrumentos de Gestão Ambiental Urbana.* Editora da Universidade de São Paulo-EDUSP. São Paulo-SP. p. 21-42. 2001.

BITTAR, O. J. N. V. Cultura & qualidade em hospitais**.** *In:* Quinto Neto A, Bittar OJNV. Hospitais: administração da qualidade e acreditação de organizações complexas. Porto Alegre: Da Casa, 2004. Cap.1.

BRASIL. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 2010.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 7 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 358, de 29 de abril de 2005.* Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde*. Brasília, DF, 2006.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). *NR 32 – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde.* Brasília, DF, 2008.

DIAS, E. P. Conceitos de gestão e administração: uma revisão crítica. *Revista Eletrônica de Administração*, v. 1, n. 1, 2002. p. 1-12.

FRANCO, M. A. R. *Planejamento ambiental para a cidade sustentável.*São Paulo: Annablume: Fapespe, 2000.

ISAM. Instituto de Saneamento Ambiental. *Plano Ambiental do município de Garibaldi.* Caxias do Sul, RS, 2011.

LOBATO, D. M. et al. *Estratégia de empresas.*Rio de Janeiro: Editora FGV, 2009.

MARSHALL JUNIOR, I. et al. *Gestão da qualidade.* Rio de Janeiro: Ed. FGV, 2008.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. Centro Pan-Americano de Engenharia Sanitária e Ciências do Ambiente. *Guia de manejo interno de resíduos sólidos de estabelecimentos de saúde.* Trad. Carol Castillo Argüello. Brasília, DF: 1997. 64 p.

ROSA, A. M. da; BORTOLUZZI, F; MEURER, M. de. M. *PGR:* plano de gerenciamento de resíduos. Porto Alegre: UFRGS, 2007. 67 p.

SANTOS, R. F. dos. *Planejamento Ambiental:* Teoria e Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184 p.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde: contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes*. 2004. 242 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

Anexo 1

Lista de verificação para registro de informações sobre o gerenciamento de resíduos: subsídio para a elaboração do PGRSS

Informação	Registros de informações	
Dados gerais do estabelecimento	– razão social; CNPJ – tipo de estabelecimento – propriedade (pública, filantrópica, privada, outro) – endereço completo (rua, bairro, município, etc.)	– telefone/fax; *site/e-mail* – horários de funcionamento (24 horas, diurno, noturno, emergência, etc.) – responsável legal – data da fundação
Componentes da equipe de elaboração	– responsável pelo PGRSS (elaboração, implantação e/ou manutenção); identificação dos profissionais (registro, conselho, ART, formação)	– caso uma empresa seja contratada: nome da empresa, registro no conselho, etc.
Caracterização do estabelecimento	– número de funcionários (existentes, previsão de contratação, total) – condições de funcionamento (em operação, em implantação, em expansão, em realocação) – tipos de serviços terceirizados e número de funcionários (manutenção, limpeza, serviços clínicos, informática, etc.) – áreas totais: construída e do terreno	– documentação complementar: alvará sanitário e sua validade; licença ambiental – estrutura física e horários de funcionamento dos setores – abastecimento de água: tipo, consumo, existência de reservatório; coleta de esgoto: tipo de coleta, tratamento intra ou extrastabelecimento – condições de entorno: estudo de impacto de vizinhança, condições de acesso, riscos de desastres naturais
Caracterização das atividades e dos serviços prestados	– tipos de especialidades – número de atendimentos	– número de leitos (por especialidade) – número de profissionais colaboradores (tipo de vínculo, formação)
Tipo de resíduo gerado	– geração de resíduo conforme sua tipologia por unidade geradora; quantidade (mássica ou volumétrica) mensal gerada em cada unidade, por tipo	– estimativa de geração dos resíduos por unidade geradora – quantidade mensal de cada tipo de resíduo no estabelecimento
Informações sobre coleta e transporte externo	– empresas prestadoras de serviço: nome, CNPJ/CPF, tipo de resíduo coletado, documentos legais	– frequência de coleta por tipo de resíduo (diária, dias alternados, semanal, etc.); tipos de veículos utilizados (basculante, baú, compactador, outro)
Tratamento dos resíduos	– tratamento interno por tipo de resíduo	– tratamento externo por tipo de resíduo
Destinação final	– disposição final utilizada para cada tipo de resíduos	– empresa prestadora do serviço (nome, CNPJ/CPF, documentos legais)

Fonte: Elaborado com base em Brasil (2006).

8

Educação permanente: estratégia de desenvolvimento de competências para o manejo de resíduos de serviços de saúde

Nilva Lúcia Rech Stedile
Vania Elisabete Schneider

A complexidade que envolve o gerenciamento dos resíduos de serviços de saúde (RSS) exige uma análise inter e transdisciplinar do fenômeno, envolvendo variáveis relacionadas com diferentes áreas do conhecimento, tais como: saúde, engenharia, epidemiologia, antropologia, sociologia, ciências políticas, biologia, ecologia, entre outras. Uma instituição de saúde, ao definir suas políticas de gerenciamento, precisa analisar não apenas as variáveis internas – as quais determinam a geração dos RSS –, mas o conjunto de relações entre estas e as variáveis externas, as quais acabam por interferir nos resultados que podem ser obtidos no manejo dos resíduos, desde a minimização da geração até o destino final adequado.

Entre as variáveis internas está o grau de capacitação dos recursos humanos na saúde para lidar com resíduos. Esta capacitação é de responsabilidade inicial das instituições formadoras de profissionais e deve ser continuada nas instituições de saúde, na forma de educação permanente. No caso dos hospitais de ensino, é importante uma integração ensino/serviço para que seja garantida certa continuidade e afinidade nas ações desenvolvidas pelos processos formativos, no sentido de obter o manejo adequado e consolidar comportamentos que possam reduzir os impactos gerados por tais resíduos à saúde individual, coletiva e ambiental.

O conceito ampliado de saúde, que hoje embasa os processos formativos (e consolidado pela legislação), introduz novas formas de entendimento da gestão, da atenção em saúde, da educação permanente, do ambiente, entre outros, os quais permitem perceber a fragilidade nos currículos dos diferentes cursos, no sentido de

pensar o cuidado em saúde de forma holística e interdisciplinar. Significa que, nas formas tradicionais de ensino, bastaria introduzir como "item de conteúdo" o manejo de resíduos e esperar comportamentos profissionais adequados; na visão ampliada de saúde, esta precisa ser uma competência discutida e desenvolvida nos diferentes cenários que incorporam essa problemática no contexto de trabalho.

As competências hoje exigidas dos profissionais de saúde incluem tanto a capacidade para o trabalho interdisciplinar em equipe e uma percepção ampliada da sua importância, quanto o respeito ao trabalho e conhecimento do outro como contributivo para a melhoria da qualidade dos serviços prestados em saúde e para a redução de riscos. Essas competências são passíveis de desenvolvimento em desenhos curriculares inovadores, que considerem os cenários de prática como locais potenciais para o desenvolvimento das mesmas.

Nessa perspectiva, insere-se a educação permanente como uma ferramenta estratégica para o desenvolvimento de novas habilidades, requeridas a partir da mudança de lógica dos processos formativos em nível superior (de conteúdos para competências), bem como das exigências impostas pela universalização do acesso ao conhecimento (dinamicamente produzido, reconstruído e socializado), por meio da introdução das tecnologias da informação nos ambientes de aprendizagem e de trabalho.

Acredita-se que a educação permanente tenha potência para democratizar decisões e transformar serviços, na medida em que passa a ser considerada tanto uma prática de ensino e aprendizagem quanto uma política de formação de recursos humanos em saúde. A prática de ensino e aprendizagem significa a produção de conhecimento no cotidiano das instituições de saúde, a partir da realidade vivida pelos envolvidos, tendo os problemas enfrentados no dia a dia do trabalho e as experiências desses atores, como base de interrogação e mudança. Nesse sentido, apoia-se no conceito de ensino problematizador e de aprendizagem significativa. Como política de formação, a educação permanente envolve a contribuição do ensino à construção e consolidação do sistema de saúde vigente (Ceccim; Ferla, 2009), na medida em que os problemas são enfrentados por todos os atores envolvidos em determinado cenário, no campo da saúde, e considerados possibilidade de formação, do que resulta a transformação deste também em um cenário de aprimoramento de habilidades e competências da equipe.

A educação permanente visa ainda, em última instância, compor uma estratégia de mudança institucional e não apenas melhorar o desempenho pessoal (capacitação). Segundo o Ministério da Saúde (Brasil, 2009), "todo processo de educação permanente requer elaboração, desenho e execução a partir de uma análise estratégica e da cultura institucional dos serviços de saúde em que se inserem". Nesta direção, ultrapassa a lógica da transmissão vertical de informação, para incluir novos enfoques, tecnologias e formas de fazer em educação. São programas que emergem do cotidiano, a partir da prática. São, nesse sentido, ascendentes, ou seja, surgem dos profissionais a partir das suas reais necessidades e são efetivados com a colaboração da gestão dos serviços.

Segundo Ribeiro e Motta (2009), espera-se que a educação permanente seja um instrumento, uma ferramenta para ajudar no descompasso entre a orientação da formação de profissionais da saúde e os princípios, as diretrizes e as necessidades do Sistema Único de Saúde (SUS). Nessa perspectiva, é necessário que, ao mesmo tempo em que as instituições formadoras de profissionais para atuar no campo da saúde introduzam novas formas de ensinar e aprender, estreitamente ligadas aos cenários de prática, as instituições de saúde possam desenvolver programas de educação permanente, capazes de potencializar o desenvolvimento das novas competências requeridas, especialmente àqueles que vivenciaram processos de formação em uma lógica tradicional, baseada na transmissão vertical de informações de professores para alunos. Seguindo os autores:

> [...] para produzir mudanças de práticas de gestão e de atenção, é fundamental que sejamos capazes de dialogar com as práticas e concepções vigentes, que sejamos capazes de problematizá-las – não em abstrato, mas no concreto do trabalho de cada equipe – e de construir novos pactos de convivência e práticas que aproximem o SUS da atenção integral e de qualidade. Para isso serve a Educação Permanente: para produzir novos pactos e novos acordos coletivos de trabalho. Seu foco são os processos de trabalho (atenção, gestão, controle social), seu "alvo" são as equipes (atenção, gestão, controle social), seu lócus de operação são os coletivos. (Ribeiro; Motta, 2009, p. 5).

Dentro de uma perspectiva holística de saúde, das novas necessidades de formação profissional e do entendimento de que saúde é sinônimo de trabalho em equipe interdisciplinar e multiprofissional, o manejo de RSS passa a ser responsabilidade não apenas das higienizadoras ou da equipe de enfermagem, mas de todo aquele que gera ou se defronta com os resíduos que resultam da prestação de cuidados em saúde, independentemente do local onde esses são gerados.

Conforme Stedile e Ceccin:

> [...] os projetos de curso, antes fechados e incomunicáveis ente si, têm como exigência a interdisciplinaridade e a interprofissionalidade, forçando o estabelecimento de novas relações e interações entre atores que, no campo da atuação profissional, precisam continuamente recriar as formas de entendimento e de enfrentamento dos problemas e demandas da saúde. (Stedile; Ceccin, 2007, p. 12).

Nesta lógica inovadora de pensar, a formação insere-se na proposição de novas formas de abordagem da problemática dos resíduos decorrentes da atuação profissional em saúde. Os programas educativos para capacitar no manejo de RSS devem envolver a instituição como um todo e constitui fator fundamental para a efetivação de programas de gerenciamento eficientes, eficazes e duradouros.

É neste sentido que igualmente a ABNT, na NBR 12.809 (ABNT, 1993b e 2013), defende que todos os funcionários dos serviços de saúde devem ser capacitados tanto para segregar os resíduos adequadamente quanto para reconhecer o sistema de identificação. Já a Anvisa, na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), propõe que seja apresentado, juntamente com o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), o Programa de Educação. Segundo essa Resolução, cabe ao gerador:

> promover a capacitação e o treinamento inicial e de forma continuada para o pessoal envolvido no gerenciamento dos resíduos; [...] fazer constar, nos termos de licitação e de contratação sobre os serviços referentes ao tema desta e seu regulamento técnico, as exigências de comprovação, de capacitação e treinamento dos funcionários das firmas prestadoras de serviço de limpeza e conservação que pretendam atuar nos estabelecimentos de saúde, bem como no transporte, tratamento e destinação final destes resíduos. (Brasil, 2004).

Mesmo que Educação Permanente em Saúde, expressão proposta pelo Ministério da Saúde (MS), e a Educação Continuada (Anvisa), tenham diferentes significados, ambas remetem à necessidade de capacitação permanente dos profissionais. Nesse sentido, a descrição de uma experiência desenvolvida em um hospital de ensino, apresentada na sequência, deve ilustrar a importância da implantação de estratégias de educação para a obtenção de resultados adequados, eficientes e eficazes de manejo dos RSS.

8.1 Experiência de educação permanente em um hospital de ensino

No sentido de contribuir para uma proposta de capacitação profissional, descreve-se aqui um Programa Educativo desenvolvido em um Hospital Geral, o qual atende ao SUS e é considerado Hospital-Escola ligado a uma Universidade Comunitária do interior do Estado do Rio Grande do Sul. A experiência pode ser útil ao aprimoramento de estratégias de capacitação, facilitando sua replicação e possibilitando a proposição do Programa de Educação Permanente. (Schneider, 2004). O programa foi desenvolvido anteriormente a abertura dos serviços à população (neste momento por meio de capacitação mais tradicional, também denominada Educação em Serviço ou Continuada) e manteve-se continuadamente, assumindo gradativamente os pressupostos da Política Nacional de Educação Permanente em Saúde (PNEPS) (Brasil, 2009), a qual:

- destina-se a públicos multiprofissionais;
- possui enfoque nos problemas cotidianos das práticas das equipes de saúde;
- insere-se de forma institucionalizada no processo de trabalho, gerando compromissos entre os trabalhadores, os gestores, as instituições de ensino e os usuários;
- objetiva a transformação das práticas técnicas e sociais;

- utiliza-se de pedagogias centradas na resolução de problemas, com supervisão dialogada e oficinas realizadas preferencialmente no próprio local de trabalho.

O hospital em questão sofreu intervenções para atender as Normas da ABNT (antes mesmo de sua abertura), quanto aos locais de armazenamento interno, fluxos, sistemas de coleta, dispositivos de coleta e sistemas de tratamento, os quais foram analisados e implementados. Uma vez em funcionamento, foi proposto o sistema de gerenciamento envolvendo as diferentes etapas previstas pela NBR 12.808 e NBR 12.809. (ABNT, 1993a; 1993b e 2013).

Com o sistema implantado, foi acompanhado o processo de seleção de funcionários e estabelecido um programa educativo que incluía, além das rotinas do hospital, o gerenciamento dos resíduos. Esses funcionários pertenciam a diferentes categorias profissionais: médicos, enfermeiros, técnicos de enfermagem e higienizadoras.

A estratégia de sensibilização começou antes mesmo do início das atividades e envolveu todos os profissionais contratados, os quais passaram por vários encontros durante os três meses que antecederam a abertura dos serviços.

Os profissionais eram organizados em grupos de até 30 pessoas e, por aproximadamente 2 horas, participavam de atividades que abordavam questões acerca da relação homem *versus* meio ambiente, bem como das responsabilidades individuais na problemática ambiental, levando-os a refletir sobre a geração de resíduos no dia a dia, não somente nas atividades profissionais, mas também no âmbito da residência. No aspecto profissional, a ênfase era dada ao potencial de risco a que o profissional estava exposto diretamente pelo manuseio de resíduos, no que tange à saúde ocupacional e ao autocuidado, levando-o a compreender que a responsabilidade com o cuidado é, antes de tudo, uma questão de cuidado pessoal.

O heterocuidado como preditivo do profissional da saúde, a quem cabe o cuidado com o outro, foi um apelo importante na reflexão sobre as consequências decorrentes do manejo inadequado dos resíduos, tanto para a saúde ocupacional de outros profissionais do estabelecimento (foco intramuros) quanto para a saúde ocupacional de profissionais que o sucedem no manejo extramuros, levando-o a compreender, por esta estratégia, como um descuido pode estender o risco interno para a sociedade de maneira geral.

Quando do início das atividades, o estabelecimento já contava com todos os dispositivos instalados, inclusive um sistema de tratamento, e todos os funcionários já haviam passado pela capacitação, tendo sido criada uma Comissão de Resíduos. Esta teria por responsabilidade monitorar a segregação como etapa problemática e decisiva no processo de gerenciamento. Para tanto, eram feitas visitas periódicas aos setores em funcionamento para observações diretas, com vistas à verificação de inadequações e ao desenvolvimento de estratégias educativas, condizentes e específicas, bem como eram abertos espaços de aprendizagem colaborativa para

que os funcionários descrevessem formas de agir, soluções, problemas ou dúvidas quanto ao manejo. Nesse momento, eram também examinadas dificuldades e dúvidas que emergiam no processo de trabalho, as quais eram sanadas em encontros elaborados com este propósito.

O sistema foi acompanhado por aproximadamente um ano, a partir do início das atividades do hospital, por uma equipe de pesquisadores e pelos profissionais integrantes da comissão de controle de infecções, objetivando seu contínuo aprimoramento.

A orientação foi sempre no sentido de segregar os resíduos ainda nos setores, no momento da geração, ficando proibida a retirada de qualquer material descartado de dentro dos dispositivos. Por exemplo, considerava-se que, caso o resíduo infectante fosse descartado inadequadamente, este comprometia todo o conteúdo do dispositivo, passando o mesmo a ser classificado como infectante ainda que acondicionado como comum ou reciclável.

O impacto maior dessa forma de agir foi no volume final de resíduos gerados e, consequentemente, nos custos com o tratamento. Neste sentido, investiu-se muito na construção dos conceitos de reciclabilidade e periculosidade biológica e química com o quadro funcional, uma vez que se entendia que o poder de decisão, quanto a que categoria (infectante, químico, perfurocortante, comum ou reciclável) destinar o resíduo, cabia única e exclusivamente ao profissional, no momento em que assiste o paciente e que gera tal resíduo. Em outras palavras, a falta de clareza dos profissionais sobre as características definidoras e diferenciais de cada classe de resíduos os leva à segregação inadequada, e compromete todas as etapas subsequentes do manejo. Esta forma de agir aumenta os riscos em relação à saúde ocupacional e ambiental, além de aumentar a probabilidade de ocorrência das infecções hospitalares. (Schneider, 2004).

No início do desenvolvimento do Programa de Educação Permanente, foram organizados grupos para visitas ao Aterro Sanitário Municipal, às Centrais de Triagem de Resíduos Recicláveis e ao Sistema de Incineração instalado no município, como estratégia de sensibilização acerca dos desdobramentos extramuros do descarte de resíduos. Este contato com a realidade, segundo Schneider (2004), tende a mobilizar o profissional e envolvê-lo mais com o processo de formação que está vivenciando, uma vez que materializa o risco e permite visualizar o alcance, em termos de decorrência, das ações profissionais em saúde.

No âmbito extramuros, ainda, o foco era dado, além da saúde ocupacional, aos riscos à saúde pública, refletindo-se sobre a relação saúde *versus* doença e o papel das instituições de assistência à saúde na prevenção. Por esta linha, estendia-se a discussão para a saúde ambiental, levando-se à reflexão acerca do indivíduo com o meio em que vive e o resultado dos desequilíbrios causados à saúde humana pelos problemas ambientais decorrentes das atividades antrópicas. Esta dimensão também se refere ao heterocuidado.

Quando os conceitos fundamentais (risco, ambiente, saúde, minimização, segregação, entre outros) já haviam sido superficialmente (re)construídos, era

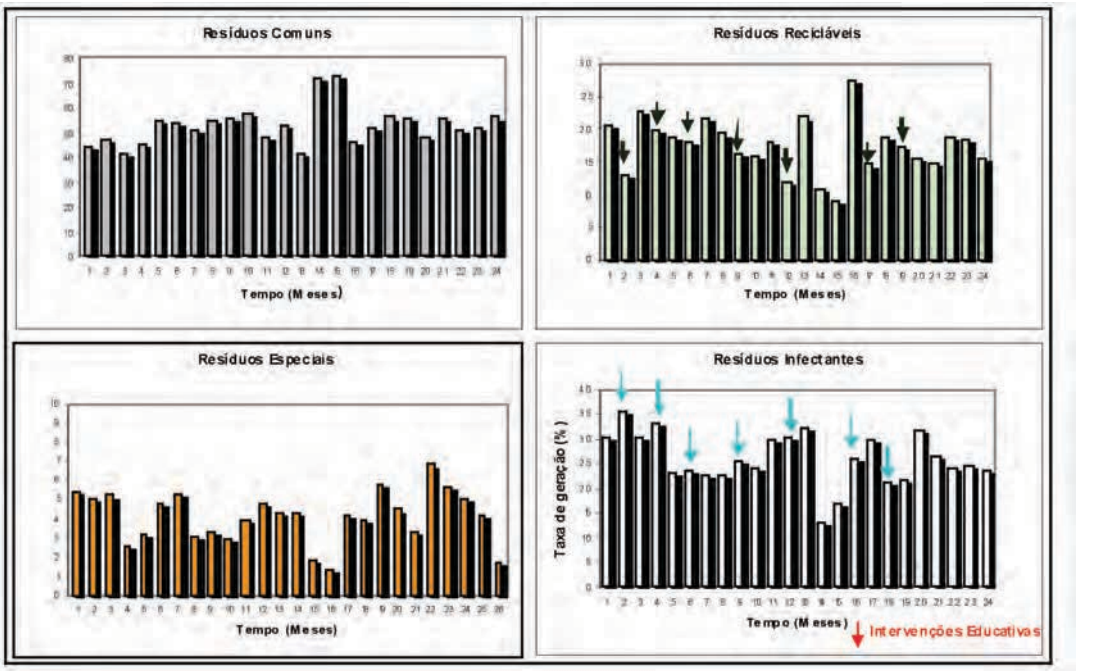
apresentada a proposta de gerenciamento de resíduos, com destaque para as responsabilidades individuais, e o compromisso profissional como determinante da eficiência e de eficácia do sistema.

Os profissionais eram então desafiados a observar as condições de organização do programa implantado (dispositivos, embalagens, adequações de locais, fluxos e rotinas), visando sugestões e contribuições, que seriam analisadas no encontro subsequente, após o início do funcionamento do hospital. A Comissão de Resíduos era apresentada para que os profissionais pudessem recorrer a esta, imediatamente, em caso de dúvidas, problemas e/ou inadequações. A chefia direta de cada setor também era envolvida e responsabilizada, juntamente com sua equipe, no sentido de observar as condutas e atentar para a colaboração no efetivo funcionamento do processo, sendo esta, também, uma intervenção direta com a Comissão de Controle de Infecção Hospitalar (CCIH), com os pesquisadores e bolsistas, que estavam apoiando a equipe. A estratégia pedagógica *ação-reflexão-ação* mostrou-se potente para aumentar a visibilidade sobre si e sobre o outro.

A partir do início das atividades do hospital, a temática *Resíduos de Serviços de Saúde* passa a integrar o Programa de Educação Permanente, como uma das temáticas centrais na formação profissional. Os conceitos e procedimentos passaram a integrar um regulamento interno (Regulamento Interno para o Gerenciamento dos RSS), distribuído a todas as chefias e a setores como orientação, mas também como um sentido de aplicação.

Cada novo profissional contratado deveria passar pelo curso de capacitação inicial e, na medida do possível, o maior número de profissionais deveria participar ao longo do ano, de pelo menos dois dos seis encontros realizados numa abordagem teórico-prática, com duração de 2 horas cada. Além disso, os assuntos relacionados a esta temática eram revistos internamente nos setores, sempre que fossem observadas inadequações na segregação, ou mensalmente quando era feita a pesagem e a caracterização dos resíduos. Neste cenário, oficinas são recursos importantes no desenvolvimento de habilidades no manejo, por favorecer a reflexão e forçar a tomada de decisões sobre o mesmo. (Schneider, 2004). O gráfico apresentado na figura 1 apresenta resultados às intervenções realizadas no hospital. As flechas indicam as

ocasiões em que as capacitações foram desenvolvidas. Observa-se que na maior



Fonte: Schneider (2004).

parte delas houve redução do grau de mistura nos meses subsequentes.

Figura 1 – Respostas às intervenções educativas realizadas no hospital

A caracterização dos resíduos gerados pelo setor, por outro lado, é uma estratégia indispensável à localização precisa de inadequações na segregação, pois permite identificar as mesmas com excelente grau de precisão. Nesse sentido, é uma ferramenta potente para o *feedback* que retroalimenta uma proposta de educação permanente em saúde. Registrar por meio de fotografia o material inadequadamente segregado, permitindo conduzir reflexões coletivas e individuais importantes para a tomada de consciência e mudança de comportamento. (Schneider, 2004).

Nos setores em que se evidenciavam problemas, as lideranças eram chamadas para tomar ciência do grau de imprecisão da segregação e para o desenvolvimento de ações resolutivas na reversão do quadro identificado. Cabe destacar que as inadequações de segregação revelam uma deficiência conceitual de base ou dificuldade de identificação das características definidoras de cada classe de resíduo, o que precisa ser trabalhado na educação permanente. O controle de infecção deve ser sempre notificado e a este cabe tomar medidas para evitar que os problemas tenham continuidade. (Schneider, 2004).

Quando, por reiteradas vezes, eram observados problemas com a segregação, todo o setor passava por uma nova capacitação; a partir das questões evidenciadas, promovia-se uma discussão acerca das dificuldades conceituais ou operacionais que levavam a erros nos procedimentos desenvolvidos.

A presença de professores-pesquisadores e estudantes nas atividades desenvolvidas no hospital evidenciou a necessidade de intervenção junto à formação dos profissionais. Sendo assim, introduziu-se, primeiramente no curso de graduação em Enfermagem, o tema Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde associado à disciplina de Vigilância à Saúde, que ocorreu semestralmente com dois créditos de formação específica (30 horas). O profissional da enfermagem foi escolhido em função de ser ele o que mais se envolve com a questão, podendo exercer um papel de multiplicador junto ao profissional médico, aos técnicos e auxiliares de enfermagem e às higienizadoras. O enfoque teórico-prático levava estudantes a realizarem diagnósticos; a elaborarem planos e, quando inseridos no sistema, a implementarem intervenções para o gerenciamento de resíduos. Isto alcançou um sem-número de instituições – desde consultórios até ambulatórios, clínicas, farmácias, dentre outras –, as quais passaram a gerenciar seus resíduos, o que se consolidou com a implementação, também no município, do controle e licenciamento de atividades e apresentação de planos de gerenciamento.

A partir de 2004, com a experiência com o curso de Enfermagem, o tema passou a ser contemplado em uma disciplina de quatro créditos (60 horas) oferecida aos cursos de Enfermagem, Medicina, Farmácia, Biologia e Fisioterapia, entendidos como os cursos mais diretamente ligados à questão, cujos profissionais e alunos são responsáveis diretos pela quase totalidade de resíduos gerados. Esta iniciativa foi decisiva no desencadeamento de vários trabalhos relacionados ao estágio de conclusão de curso e à monografia. Assim, a temática passou a ser objeto de preocupação e estudo em vários contextos, o que resultou em impacto considerável sobre o gerenciamento de resíduos em diferentes cenários de práticas.

A partir de 2006, intervenções vêm sendo realizadas em outras disciplinas nos referidos cursos, particularmente as que envolvem atividades de laboratório e de ambulatório, para conscientizar os estudantes no que tange às responsabilidades individuais no gerenciamento de resíduos, em especial aos que oferecem risco biológico ou químico, na própria Universidade. Esta forma de proceder aproxima o estudante da realidade na qual atuará e permite desencadear discussões, análises e estratégias que culminam na tomada de decisão sobre o que fazer com cada tipo de resíduo gerado.

Convém salientar que, em um Programa de Educação Permanente como se buscou implantar nesse hospital em estudo, os sujeitos são coautores da sua própria capacitação. São sujeitos ativos e interativos de um processo de permanente reflexão e de evolução na reconstrução de conceitos. Esta característica permite afirmar que a experiência desenvolvida pode ser considerada construtivista, uma vez que privilegia o desenvolvimento de estratégias de pensamento (a partir da realidade), além de

envolver e responsabilizar cada sujeito por sua aprendizagem, colocando-o como corresponsável pelos processos de construção das mesmas.

A experiência desenvolvida e as caracterizações sistemáticas realizadas permitem afirmar que houve avanço substancial na forma de manejo dos RSS no hospital. Entre as decorrências, destacam-se: minimização da geração de resíduos; diminuição dos equívocos de segregação evidenciados pela redução da geração de resíduos infectantes; redução da mistura de diferentes tipos de resíduos; e aumento na geração de resíduos do tipo reciclável, com decorrente diminuição de custos de tratamento. Cabe salientar, ainda, a crescente adesão voluntária aos processos educativos, realizados sistematicamente.

As competências desenvolvidas no processo de operacionalização do Programa de Educação Permanente sobre RSS permitiram transpor a experiência para outros estabelecimentos, com diferentes graus de complexidade no sistema de saúde, tais como ambulatórios, consultórios, clínicas odontológicas e unidades básicas de saúde.

8.2 Considerações finais

O *know-how* acumulado em estudos e pesquisas, no que concerne ao gerenciamento dos RSS em diferentes fontes geradoras e no Programa Educativo desenvolvido, permite tecer considerações que podem ser úteis aos estabelecimentos de saúde preocupados com o manejo de resíduos sólidos:

- o programa precisa ser permanente. O desenvolvimento de educação na forma de treinamentos descontínuos não permite a consolidação de novos comportamentos em relação aos resíduos. O simples fato de entrar em contato com informações ou com a legislação existente não é suficiente para manter novos comportamentos e para desenvolver nova representação mental sobre os resíduos. Conforme Ceccim e Ferla (2009), a educação permanente em saúde pode ser um processo cada vez mais coletivo e desafiador das realidades, com base em quatro passos: aceitar que as realidades não são dadas; organizar espaços inclusivos de debate e problematização das realidades; organizar redes de intercâmbio para que as informações cheguem e sejam transferidas; produzir as informações de valor local em valor inventivo. O resultado do processo de transformação da sociedade tem sido a rápida obsolescência do conhecimento, o que obriga as pessoas a se atualizarem continuamente. Essa necessidade de educação permanente consolida a ideia de que o ser humano precisa ser um eterno aprendiz, pois vive num mundo que se transforma, que nos transforma e que é transformado por nós. Nesse contexto, todo processo de educação permanente deve estar preocupado com o desenvolvimento da capacidade de cada trabalhador aprender a aprender;
- o programa deve ser inserido não como uma proposta do Controle de Infecção, da enfermagem ou da equipe de pesquisadores, mas deve ser assumido como um Programa Permanente Institucional. Neste sentido, todas as situações vividas

no cenário prático podem ser objeto de estudo no Programa, de forma a levar os profissionais a uma reflexão e atualização permanentes. Em se tratando de hospital-escola, essas situações devem ser socializadas na sala de aula, como forma de aumentar o grau de clareza sobre esta problemática tão dinâmica e complexa e contribuir na interação ensino-serviço;

- a abordagem pedagógica do programa deve ser problematizadora, envolvendo os atores em todas as etapas do processo, permitindo que a aprendizagem seja ativa e significativa;
- os cenários de prática devem ser considerados cenários formativos, estimulando a interação permanente entre profissionais de diferentes áreas, professores, alunos e pesquisadores, de forma a qualificar tanto a Instituição de Saúde quanto a Universidade. Da mesma forma, os problemas identificados precisam ser compartilhados como forma de reunir e potencializar o saber da prática e os saberes acadêmicos;
- conceitos fundamentais, tais como: risco, saúde ambiental, auto e heterocuidado, saúde ocupacional, responsabilidade individual e coletiva, segregação, acondicionamento, entre outros, precisam ser continuamente revisados e rediscutidos;
- os diferentes profissionais devem ser envolvidos em todas as etapas do processo, com dois objetivos principais: garantir um tratamento interdisciplinar ao manejo e responsabilizar todos os profissionais envolvidos na geração, segregação, acondicionamento, transporte e disposição final de resíduos. Esta forma de proceder pode sensibilizar a equipe médica que, tradicionalmente, não tem se envolvido diretamente com a problemática dos resíduos, embora seja uma categoria profissional que os gera em grande quantidade;
- os programas devem ser desenhados de forma a respeitar as especificidades de cada local, uma vez que não só o tipo de resíduo, como também o perfil dos profissionais e a filosofia de cada instituição são variáveis e tornam cada uma, única e peculiar.

Por fim, sem um Programa de Educação Permanente bem-estruturado não é possível consolidar conceitos, compreensão e comportamentos adequados ao manejo

eficaz dos resíduos. A Educação Permanente, mais do que um modismo, surge como uma exigência dos novos tempos. É necessário e indispensável que sejam levadas em consideração as novas formas de construir conhecimentos e de relações entre pessoas, no sentido de que a aprendizagem possa ser colaborativa, bem como a presença das tecnologias da informação nas relações de trabalho e de aprendizagem.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.808:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Classificação.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Manuseio.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento.* Rio de Janeiro: ABNT, 2013.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). *Política Nacional de Educação Permanente em Saúde* (PNEPS). Brasília, DF, 2009.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306*, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

CECCIM, R. B.; FERLA, A. A. Educação permanente em saúde. In: PEREIRA, Isabel Brasil; LIMA, Júlio César França (Org.). *Dicionário da Educação Profissional em Saúde*. 2. ed. Rio de Janeiro: EPSJV, 2009.

RIBEIRO, E. C. O.; MOTTA, J. I. J. *Formação de facilitadores de educação permanente em saúde*: uma oferta para os pólos e para o Ministério da Saúde. Departamento de Gestão da educação em Saúde – SGTES. (2009). Disponível em: <http://200.189.lt3.52:208o/espp.nsf/of88>. Acesso em: 7 jul. 2011.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde*: contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. 2004. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

STEDILE, N. L. R.; CECCIN, R. *Ensino e atenção à saúde da mulher.* Aprendizado da integração da educação superior com a rede assistencial. Caxias do Sul (RS): Educs, 2007. (Série Fronteiras).

9

Biossegurança no manejo de resíduos de serviços de saúde

Ana Paula Steffens
Vania Elisabete Schneider
Nilva Lúcia Rech Stedile
Ana Cláudia Picolo de Souza Maldotti

Biossegurança é o conjunto de ações voltadas à prevenção, minimização ou eliminação dos riscos inerentes às atividades de ensino, pesquisa, produção, desenvolvimento tecnológico e prestação de serviços. Esses riscos podem comprometer a saúde do homem, dos animais, do meio ambiente ou a qualidade dos trabalhos desenvolvidos. (Teixeira; Valle, 2010).

Os profissionais da área da saúde estão expostos a diversos fatores de risco de natureza ocupacional: químicos, físicos, mecânicos, biológicos, ergonômicos e psicossociais. (Marziale et al., 2004). Dentre esses fatores, cabe destacar os de natureza biológica, considerando a permanente assistência direta aos pacientes e o contato frequente com doenças infectocontagiosas e materiais perfurocortantes.

O *Centers for Disease Controland Prevention* (CDC, 2007), ao investigar os casos de infecção em profissionais da saúde e os fatores de risco para o HIV no período de 1981 a 2006, documentou 57 casos, dos quais 24 eram enfermeiros (42%), 16 trabalhadores de laboratórios e clínicas (28%) e os demais 17 casos (30%) distribuídos entre cirurgiões, cuidadores domiciliares, técnicos em diálise, entre outros. Estes dados demonstram que os profissionais da saúde estão expostos a situações de risco para contrair doenças, particularmente as transmitidas pelo sangue, como a Sida e as Hepatites B e C.

O padrão de desenvolvimento científico, tecnológico e a organização da atenção básica à saúde, sob a lógica de mercado, direcionada para cura de doenças e centrado na prática médica especializada, constituíram formas de produção e consumo de serviços de saúde, que produziram consequente elevação de custos, baixo impacto na saúde da população, grande especialização e aumento das barreiras de acesso. Desta forma, a promoção da saúde apresenta críticas ao modelo biomédico e proposições para reorientação dos modelos de atenção à saúde, buscando intervir sobre os determinantes da saúde e basear suas ações nas premissas da intersetorialidade. (Pasche; Hennington, 2006).

Ações preventivas e promocionais, neste contexto, são fundamentais, e o ponto de partida é a identificação de fatores de risco. Isto significa que a prevenção depende da análise de cada contexto de trabalho, do mapeamento dos fatores de risco e do desenvolvimento de medidas que possam evitar que os mesmos atinjam o organismo, provocando doenças ocupacionais.

A questão do risco e da probabilidade de adoecimento ganhou destaque no meio científico e profissional, com o desenvolvimento da epidemiologia social e após o surgimento da Sida, cujos primeiros casos foram identificados no início da década de 80. Até então os profissionais mantinham um comportamento que hoje é considerado inadequado, ou seja, não eram utilizados equipamentos de proteção individual na assistência direta ao paciente e no manuseio de materiais em laboratórios de análise de sangue e de secreções humanas. Quando surgiram os primeiros casos nos Estados Unidos, no Haiti e na África Central, entre 1977 e 1978, desconhecia-se o agente transmissor. Os estudos foram evoluindo e com eles as recomendações de como tratar e manejar secreções de pacientes contaminados.

O Ministério da Saúde (Brasil, 2011), ao relatar a história da Sida, aponta 1980 como o ano em que foi diagnosticado o primeiro caso no Brasil, em São Paulo, o qual foi somente classificado em 1982. Em 1983, surge o primeiro caso decorrente de transfusão sanguínea e começam a surgir relatos de possíveis ocorrências em profissionais da saúde. Em 1982 a terminologia "grupos de risco" é substituída por "comportamento de risco", o que enfatiza a importância do auto e heterocuidado. A elevação do número de casos na população em geral e nos trabalhadores da saúde (primeiro caso em 1980; 6.295 casos em 1989; 474.273 casos em 2007), segundo a mesma fonte, mobiliza esses profissionais na discussão sobre a doença, culminado com a definição de novos critérios para a classificação dos casos de Sida (em 1989, no Congresso de Caracas, na Venezuela). Estudos mostraram a presença do vírus em diversos fluidos, como secreções vaginais, lágrimas e leite materno. Publicações traziam insegurança quanto às possíveis formas de contágio.

Em 1987, foi publicado o documento "Recomendações para a prevenção de transmissão de HIV em instituições de saúde". Este documento foi um marco na forma de encarar as doenças carreadas pelo sangue. Difere esta publicação de outras realizadas até então pela orientação de que as precauções com sangue e fluidos corpóreos deveriam ser adotadas para todo e qualquer paciente, independente da constatação ou não da infecção. Conhecido como "Precauções Universais para Sangue

e Fluidos", este documento criou o enfoque de que o sangue e os fluidos corporais de qualquer paciente são potencialmente infecciosos para o HIV, vírus da hepatite B (HBV), vírus da hepatite C (HCV) e outros patógenos sanguíneos. (Oda et al., 1996).

O Sistema de Vigilância Nacional de Doenças Ocupacionais, relacionadas a agentes de risco biológico, ainda não é satisfatório. Este fato dificulta o acompanhamento do impacto que os acidentes ocupacionais possuem no contexto de saúde. Segundo Brandão Júnior (2000), a vulnerabilidade do profissional de saúde estaria profundamente imbricada em comportamentos e vivências subjetivas relativas à organização e ao processo de trabalho hospitalar, bem como às condições sociais mais amplas, como acesso a serviços e existência de políticas públicas de biossegurança que contemplem a dimensão biopsicossocial, superando o preventivismo puramente técnico. Neste sentido, as estratégias de prevenção de alcance social, ou estrutural, são indispensáveis para o controle dos acidentes. Dentre estas se destaca a importância fundamental da ação organizada dos(as) trabalhadores(as) de saúde para que os recursos disponíveis para o controle dos acidentes sejam justos e efetivamente implementados.

Apesar dessas dificuldades, há consenso de que o uso das precauções minimiza a probabilidade de exposições acidentais. As Precauções Universais (PUs) foram propostas a partir do entendimento de que eram um conjunto de orientações que visam evitar as exposições laborais a patógenos do sangue. (Oda et al., 1996). Estas consistiam basicamente em duas orientações:

- *atenção no manejo de perfurocortantes*: descartar agulhas usadas em recipientes resistentes à perfuração; não reencapar agulhas usadas; não remover agulhas usadas de seringas descartáveis; não quebrar, entortar ou manipular de qualquer forma agulhas usadas;
- usar barreiras de proteção de modo a prevenir a exposição a sangue ou outros fluidos. Estas barreiras consistem nos equipamentos de proteção individual, tais como luvas, jalecos, máscaras, protetores faciais e oculares, toucas e capotes.

As PUs aplicavam-se ainda à sangue, a fluidos corporais contendo sangue visível, sêmen e secreções vaginais, fluido cérebro-espinhal, fluido sinovial, fluido pleural, fluidos peritoneais, fluido pericardial e líquido amniótico. Não eram necessárias frente à saliva, a fezes, a secreções nasais, ao pus, suor, a lágrimas, urina e ao vômito. (Oda et al., 1996; Steffens, 2003).

Em 1996, o CDC atualiza as PUs, incorporando a lógica dos isolamentos (precauções com aerossóis, precauções com gotículas e precauções por contato); ampliando-se e assumindo a denominação Precauções Padrão, a qual é utilizada até hoje. O novo conceito está associado às medidas de proteção frente a todos os fluidos corporais, secreção, excreções, pele não íntegra e membranas mucosas de todos os pacientes. (Risco Biológico, 2010). Nessa lógica, o tipo de equipamento de proteção

individual (EPIs), que deve ser utilizado, modifica-se conforme a situação: por exemplo, uso de máscara no transporte do paciente é obrigatório na precaução por gotículas mesmo no pós-contato, assim como o uso de precauções universais (luva, jaleco) é obrigatório em qualquer contato com o paciente.

Um importante avanço na proteção do trabalhador de saúde foi a Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde (NR 32) publicada em 2005. (Brasil, 2005b). A Norma tem por finalidade estabelecer as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como daqueles que exercem atividades de promoção e assistência à saúde em geral. Assim, além de existirem normas que tratam das práticas corretas para minimizar as exposições a material potencialmente contaminado, também há uma normatização própria que orienta sobre condições mínimas, para que estas práticas sejam executadas. Alguns aspectos ressaltados nesta norma, relativamente à biossegurança, são na sequência apresentados e discutidos.

9.1 Higienização das mãos

A higienização das mãos tem em si explícita a higienização simples, a higienização antisséptica e a antissepsia cirúrgica. As mãos dos profissionais carregam dois tipos de microbiotas: a residente e a transitória. É na colonização transitória que se encontram os germes mais associados às infecções hospitalares e o alvo da higienização das mãos. (Brandão, 2010).

Para o cotidiano do gerenciamento de resíduos e controle das infecções hospitalares, recomenda-se a higienização simples das mãos, com água e sabão e a fricção com produto a base de álcool para desinfecção. (Brasil, 2007).

A higienização simples visa remover os micro-organismos que colonizam as camadas superficiais da pele, assim como o suor, a oleosidade e as células mortas, retirando a sujidade que favorece a proliferação de micro-organismos. Utiliza-se água e sabão e se espera que o procedimento dure cerca de 60 segundos. A higienização simples será feita sempre que as mãos estiverem visivelmente sujas ou contaminadas com material proteico; ao iniciar o turno de trabalho, após ir ao banheiro, antes e depois das refeições, antes do preparo de alimentos e da manipulação de medicamentos. (Brasil, 2007).

A figura 1 apresenta esquematicamente a orientação para a lavagem das mãos.

Figura 1 – Orientação para lavagem de mãos

Fonte: Brasil (2007).

O uso da fricção com produto à base de álcool, para descontaminação rotineira, é indicada quando as mãos não estiverem visivelmente sujas, nas seguintes situações clínicas. (Brasil, 2007):

- antes de contato direto com paciente;
- após a remoção das luvas;
- após contato com a pele intacta do paciente; e
- após o contato com objetos inanimados ao redor do paciente.

A fricção deve ser feita usando cerca de 3 mL de álcool, o qual deve ser friccionado em todas as partes das mãos durante cerca de 30 segundos. Tal uso tem demonstrado redução das taxas de infecção hospitalar e dos micro-organismos resistentes a antibiótico. (Brandão, 2010).

9.2 Uso de barreiras de proteção

A utilização de barreiras de proteção deve estar presente sempre que haja um risco de contato com material potencialmente contaminado. As barreiras de proteção são garantidas pelo uso dos EPIs durante a assistência ao paciente.

A NR 32 (Brasil, 2008) regulamenta que os EPIs, descartáveis ou não, devem estar à disposição em número suficiente nos postos de trabalho, de forma que seja garantido o imediato fornecimento ou a reposição. A mesma norma sinaliza ainda a proibição de se deixar o local de trabalho portando esses EPIs, bem como a vestimenta utilizada no trabalho (jalecos). Inclui-se nesta obrigatoriamente não só os profissionais que prestam assistência direta, mas também os higienizadores, coletores e transportadores de resíduos.

Segundo a Resolução RDC 302 (Brasil, 2005a), os EPIs devem ser utilizados pelo pessoal de coleta, transporte de resíduos e limpeza. Isto é reforçado pela Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), que institui a obrigatoriedade de capacitar o pessoal envolvido diretamente com os resíduos na admissão do mesmo. A capacitação deve abordar a importância da utilização correta dos EPIs: uniforme, luvas, avental impermeável, máscara, botas e óculos de segurança específicos a cada atividade, bem como a necessidade de mantê-los em perfeita higiene e estado de conservação.

As luvas são a barreira mais comumente usada e devem estar presentes sempre que haja a probabilidade, mesmo que mínima, de ocorrência de exposição a sangue ou outro material biológico. Isto pressupõe seu uso sempre que houver contato com qualquer paciente. Salienta-se a necessidade de higienização das mãos tanto antes quando depois da utilização de luvas, as quais, nesta última instância, devem ser diretamente descartadas, evitando com isto a contaminação de superfícies, almotolias, portas e telefones. Caso as luvas sejam contaminadas por material biológico, quando da atividade de assistência, estas devem ser imediatamente trocadas, buscando evitar contaminações. Ainda, salienta-se que as luvas são únicas para cada paciente, evitando assim a contaminação cruzada.

9.3 Manipulação correta de perfurocortantes

A manipulação de perfurocortantes deve ser alvo de atenção por parte dos profissionais, devido aos frequentes acidentes que ocasionam. Nesse sentido, e para um agir preventivo, é importante não realizar o reencape, a desconexão e qualquer manipulação de agulhas usadas, as quais devem ser descartadas imediatamente, após o uso em recipientes rígidos. A responsabilidade pelo descarte é do próprio trabalhador que utilizou o material.

A NR 32 (Brasil, 2008) estabelece, ainda, que os materiais perfurocortantes devam ter dispositivos de segurança para evitar acidentes. A mesma Norma estabeleceu o prazo de dois anos para adequação dos serviços, a qual expirou em novembro de 2010. Além da adequação, deve ser garantida aos trabalhadores a capacitação para uso correto de tais equipamentos.

9.4 Acidentes com material biológico

A Lei Federal 8.213 (Brasil, 1991), conceitua acidente de trabalho como

> aquele que ocorre pelo exercício do trabalho, a serviço da empresa ou ainda, pelo serviço de trabalho de segurados especiais, provocando lesão corporal ou perturbação funcional que cause a morte, a perda ou a redução da capacidade para o trabalho, permanente ou temporária. (Brasil, 1991).

Desta forma, representa a concretização dos agravos à saúde, em decorrência da atividade humana, ou seja, concretização das cargas de trabalho, tendo interferência de variáveis inerentes à própria pessoa (físicas e/ou psíquicas), além do contexto social, econômico e político. (Sêcco et al., 2002).

A doença e os acidentes de trabalho não são acontecimentos aleatórios, de caráter meramente individual, mas algo que pode ser considerado coletivo, com influências ambientais e sociais. Mesmo que o padrão de desgaste se manifeste através dos indivíduos, é através da coletividade que adquire pleno significado e visibilidade. Não deve ser desconsiderada, no entanto, a visão individual do acidente, pois a vivência do trabalhador ocupa um lugar particular no processo saúde-trabalho. (Brandão Júnior, 2000).

Embora as repercussões de uma situação tão complexa acabem se entrelaçando e se (con)fundindo, e entendendo o trabalhador como um ser humano multifacetado e único, torna-se importante refletir especialmente acerca de três dimensões que interferem na ocorrência de acidentes: biológica, psíquica e social.

Quanto à dimensão biológica, percebe-se que, diante do risco de contaminação por doenças infecciosas, a lesão mecânica causada pelo objeto perfurocortante tem recebido uma atenção menor por parte do trabalhador. Embora a literatura consultada não faça referência sobre as lesões mecânicas causadas durante os acidentes de trabalho, chama-se a atenção nesse momento para a "abertura de uma porta de entrada", já que o acidente com perfurocortante não carrega em si apenas a chance de contaminação do trabalhador, mas também promove uma solução de continuidade na pele, o que pode propiciar outras exposições a material biológico. (Steffens, 2006).

Quando se pensa em acidente com exposição a material biológico, há uma ligação imediata com a possibilidade de contaminação. Em se tratando de um acidente com perfurocortante, que representa a maioria dessas exposições, essa perspectiva é ainda mais preocupante, pois as taxas de contaminação dos profissionais são maiores, sendo responsáveis por 80 a 90% das transmissões de doenças infecciosas entre os trabalhadores da saúde. Os riscos de transmissão de infecção por meio de uma agulha contaminada são de 1/3 para hepatite B, 1/30 para hepatite C e 1/300 para HIV. (Marziale et al., 2004; Steffens, 2006).

Entre os profissionais da saúde, a equipe de enfermagem é a mais sujeita a acidentes com material biológico. Isso se deve ao fato de serem esses profissionais os que permanecem durante o dia todo com os pacientes e realizam o maior número de procedimentos. Lopes et al. (1999); Brevidelli et al.(1995); e Marziale e Rodrigues (2002) citam que 88% dos acidentes de trabalho notificados na área da saúde acometem os profissionais da enfermagem.

Marziale e Rodrigues (2002), ao pesquisarem a metodologia utilizada em 55 artigos que tratavam de acidentes com material perfurocortante entre trabalhadores de enfermagem, identificaram que o principal fator associado à ocorrência de acidentes percutâneos é o reencape de agulhas. Os autores demonstram que os enfermeiros atribuem os acidentes de trabalho à negligência de outros profissionais e à sobrecarga de trabalho, enquanto que os demais trabalhadores de enfermagem os relacionam à fatalidade. Ainda segundo os autores, a falta de sensibilização e conscientização, a inadequada supervisão contínua e sistemática da prática, a não percepção individual sobre o risco e a falta de educação continuada são os principais fatores relacionados com a ocorrência desse tipo de acidente. A esses se somam a ausência de conhecimento sobre prevenção e comportamento de risco.

Mendoza et al. (2001), investigando a exposição ocupacional a sangue e fluidos em um hospital pediátrico no Chile, relatam que mais da metade dos casos de exposição ocorreu durante a realização de algum procedimento, e que, em quase 30% dos casos restantes, a exposição foi devido à má-disposição do material perfurocortante contaminado. Além disso, em 58% dos casos não houve o uso correto das barreiras de proteção. Os autores elencam a possibilidade de distorção destas informações devido à subnotificação de acidentes. Segundo estes autores, quando o paciente é sabidamente portador de HIV, os acidentes são notificados com mais eficiência. Esses autores também trazem dados relativos a acidentes com estudantes de Enfermagem, em que a subnotificação pode ser maior devido ao desconhecimento de como agir, ao temor de represálias e ao pouco conhecimento acerca da sua proteção.

O atendimento da exposição com material biológico deve ser tratado como emergência, e o trabalhador deve ser encaminhado imediatamente para o serviço de referência para atendimento. Para que este fluxo realmente se concretize, é de suma importância que todos os trabalhadores sejam capacitados sobre como agir no momento de exposições ocupacionais.

Segundo a orientação do Ministério da Saúde (Brasil, 2006), a sequência de passos recomendados é apresentada no quadro 1.

Quadro 1 – Recomendações no momento de exposições ocupacionais

RECOMENDAÇÕES	
No momento do acidente	– em caso de exposição de pele ou percutânea, lavar o local exposto com água e sabão – no caso de exposição de mucosa, lavar exaustivamente com água ou solução salina fisiológica – não lesionar a pele, com cortes ou injeções, nem usar soluções irritantes (como glutaraldeído, éter ou hipoclorito de sódio)
Na avaliação do paciente	– determinar o tipo de material envolvido (qual fluido corporal), o tipo de exposição (pele íntegra, pele não íntegra, percutânea, mucosa), conhecimento da fonte (determinação de qual paciente proveio o material contaminado)
Na orientação e aconselhamento	– orientar o trabalhador, colher consentimento para a realização dos exames sorológicos, comprometer o acidentado com seu acompanhamento durante seis meses, prevenir a transmissão secundária; – oferecer suporte emocional devido ao estresse pós-acidente, orientar a notificar sinais de soroconversão aguda (*rash* cutâneo, linfoadenopatias, dor de garganta e sintomas de gripe), reforçar as orientações quanto às normas de biossegurança
Na notificação	– registrar por meio de Comunicação de Acidente de Trabalho (CAT) e notificação ao Sistema Nacional de Agravos Notificáveis (Sinan)
Na avaliação da exposição ao material biológico	– realizar consulta médica para determinar a necessidade de uso de profilaxia pós-exposição e imunoglobulina (hepatite B)

Fonte: Adaptado de Brasil (2006).

A indicação de tratamento pode acentuar a percepção de gravidade do acidente para os trabalhadores, pois existe uma associação direta entre a contaminação com o vírus da Sida. A aceitação da quimioprofilaxia depende de vários fatores, entre eles o significado do acidente e a representação deste na vida do trabalhador. (Brandão Junior, 2000; Steffens, 2006).

Além da dimensão biológica aqui discutida, há que se atentar para a intensificação dos efeitos colaterais da quimioprofilaxia por reações psicossomáticas decorrentes das repercussões psíquicas dos acidentes. (Brandão Junior, 2000). As repercussões psíquicas se mostram, principalmente, por meio do medo da contaminação, e decorrente disto surge um grande desgaste psíquico imediato ao acidente e ao longo do seguimento sorológico. (Steffens, 2003; 2006).

Torna-se oportuno chamar a atenção sobre a dimensão psíquica dos fatores subjetivos, que interferem no comportamento dos profissionais ao manejarem os resíduos gerados e que representam riscos à saúde. Este é um fator indispensável para a efetiva correção de comportamentos inadequados e incorporação de novas formas de entender e realizar atividades em saúde, com segurança e eficácia. Nessa dimensão, a análise dos prováveis fatores que interferem na manutenção de comportamentos de risco (por exemplo, o fato de o profissional não aderir ao uso das PUs, resistências para aderir a comportamentos novos e seguros) pode auxiliar no desenvolvimento de estratégias que levem o profissional à reflexão sobre a problemática e ao desenvolvimento de novas formas de agir.

Na dimensão social, destaca-se o medo por novas situações de acidentes no trabalho, mudando o modo de fazer o trabalho e aumentando a adesão ao uso de EPIs. Em relação às famílias, os acidentes causam desgaste tanto aos familiares quanto ao trabalhador, que não se sente compreendido pelo fato de a família não conhecer os riscos de contaminação (Steffens, 2006) e não entender as consequências diretas de exposição aos mesmos.

Ainda na dimensão social, cabe ressaltar a variável econômica. Bosi (2002) calculou os gastos que um hospital universitário teve com quimioprofilaxia em acidentes de trabalho (material perfurocortante e exposição à mucosa), ocorridos em quatro meses. A autora concluiu que houve um gasto de U$995,20 somente com sorologia, sendo que o valor gasto com medicamentos foi de U$801,21. Dessa forma, para um total de 15 acidentes houve um gasto de U$1.314,40.[1] Por ser um hospital universitário, a autora apresenta ainda vários casos de acidentes envolvendo alunos de diversos cursos da área da saúde.

Para minimizar o processo de desgaste decorrente do acidente de trabalho, as estratégias apontam para a necessidade de estabelecer redes de apoio enquanto estruturas sociais, para amparar o trabalhador neste momento de fragilidade. As redes de apoio institucionais ainda se mostram fragilizadas e passíveis de intervenções para fortalecê-las. (Steffens, 2006).

9.5 Outros cuidados

Torna-se importante destacar outras orientações gerais, como: todos os profissionais devem estar vacinados para a hepatite B, além de ter a imunidade comprovada por exames laboratoriais. O uso de calçados fechados é obrigatório e se houver contaminação com material biológico da vestimenta de trabalho, o responsável pela higienização da peça é o empregador. (Brasil, 2005a).

Como existe o risco de acidente com material biológico, devem ser fornecidas aos trabalhadores instruções escritas, em linguagem acessível, acerca das rotinas realizadas no local de trabalho e medidas de prevenção de acidentes e de doenças relacionadas a este. Os trabalhadores devem comunicar imediatamente todo acidente ou incidente com possível exposição a agentes biológicos ao responsável pelo local de trabalho e, quando houver, ao serviço de segurança e saúde do trabalho e à Cipa. O empregador deve informar imediatamente, ainda, aos trabalhadores e aos seus representantes qualquer acidente ou incidente grave que possa provocar a disseminação de um agente biológico suscetível de causar doenças graves nos seres humanos, as suas causas e as medidas adotadas, ou a serem adotadas para corrigir a situação. (Brasil, 2005a).

[1] Cálculos realizados com a cotação do dólar, em 1º de agosto de 2014.

9.6 A precaução no contexto extramuros

Considerados os aspectos relativos à saúde ocupacional dos profissionais ligados à assistência à saúde, há que se considerar a questão nos próprios estabelecimentos, a exemplo da higienização e da equipe de enfermagem, bem como os profissionais extramuros, no que tange aos da coleta pública ou particular de resíduos.

Resíduos perfurocortantes, quando acondicionados inadequadamente, expõem igualmente ao risco de contágio outros profissionais do sistema de gerenciamento de resíduos sólidos para os quais, da mesma forma, há inúmeros relatos de casos de acidentes. Uma política responsável de gerenciamento de resíduos de assistência à saúde deve incluir, necessariamente, a preocupação com o autocuidado dos profissionais atuantes nos estabelecimentos de serviços de saúde, mas não pode esquecer, também, do aspecto "heterocuidado", extensível aos profissionais que os sucedem no manejo dos mesmos. (Schneider et al., 2004).

Os resíduos perfurocortantes, segundo Schneider (2004), são notadamente os que maior risco oferecem na questão extramuros, uma vez que mesmo tratados no aspecto biológico, se suas características físicas forem mantidas, ainda que não contaminados, criam a via de acesso para que outros patógenos existentes no ambiente se instalem no organismo. Isto é, no mínimo, um ônus inquestionável por parte dos geradores, os quais devem arcar com o acompanhamento do acidentado até que fique comprovada a superação do risco ou a cura da doença, ou, ainda, a manutenção da assistência e a indenização quando se tratar de lesão irreversível ou dano permanente.

Outro fato a ser considerado, segundo Schneider (2004), é a questão do reuso desses materiais quando dispostos inadequadamente em locais de livre acesso ao público, particularmente seringas com agulhas. A prática da catação é, portanto, mais um aspecto a considerar no gerenciamento dos resíduos provenientes de serviços de saúde, especialmente no que se refere ao armazenamento externo e ao destino final.

Considerados esses aspectos, há que se tomar cuidado nos processos de decisão quanto às recomendações para o acondicionamento, transporte e a destinação final desses resíduos. Voltando-se à questão das PUs, uma vez que essas não são atendidas já no momento da geração, a prevenção do risco estender-se-á até o destino final dos resíduos. Trata-se, portanto, de um tema de relevância social ampla, cujo foco principal é o próprio sistema de saúde, buscando interromper o ciclo saúde/doença.

9.7 Considerações finais

Há algumas décadas, a culpabilidade pelo acidente de trabalho, relacionado à prática de assistência à saúde, recaía sobre o trabalhador, considerando sua não adesão às práticas de proteção e sua resistência pessoal para desenvolver novos hábitos. Atualmente, reconhece-se o ambiente de trabalho e a disponibilização de oportunidades de educação e serviço, como determinantes principais do estabelecimento de novos comportamentos, tanto na geração quanto no manejo dos resíduos resultantes das atividades profissionais em saúde.

O trabalho na área de saúde envolve a exposição a diversas cargas de trabalho e, de modo especial, às cargas biológicas. Isso envolve, sem dúvida, um empenho do trabalhador em se proteger, buscando ativamente as informações e praticando suas atividades dentro das normas de segurança. Mas a forma como se dá o processo de trabalho em cada ambiente vai ser fator de impacto na proteção dos trabalhadores. A sobrecarga de trabalho, a insuficiência de insumos, a forma de organização do processo de trabalho e o déficit de pessoal, por exemplo, tem impacto direto nas taxas de acidentes. Isto desloca a questão do comportamento de risco (do trabalhador) para a vulnerabilidade (onde o ambiente de trabalho e suas condições oferecem riscos).

Outros aspectos que devem ser considerados dizem respeito às características específicas de cada estabelecimento. Desta forma, o mapeamento do grau de risco, o uso dos equipamentos de proteção individual, necessários a cada atividade e ambiente; a forma como as informações são disponibilizadas; o conhecimento da legislação disponível; a padronização e adoção de procedimentos e a disponibilização dos equipamentos necessários à proteção individual e coletiva são indispensáveis para a redução de riscos ocupacionais.

Um processo planejado de capacitação, que leve em conta as dimensões biológicas, psicológicas e sociais do trabalho em saúde e que deixe claro o conceito de risco individual e coletivo pode auxiliar na adesão profissional a novas práticas ou a superar barreiras que impedem o profissional de aderir às mesmas, bem como de posicionar-se quanto às condições de trabalho a que é submetido.

Nesse sentido, uma ferramenta indispensável para o controle dos riscos que estes resíduos representam à saúde individual, coletiva e ambiental, é a educação permanente, não apenas pela questão da rotatividade de trabalhadores, mas também pela necessidade de incorporação de novos conhecimentos que são sistematicamente produzidos em relação a técnicas, tecnologias e à legislação para o manejo dos resíduos. Transformar o ambiente de trabalho em local de coleta de dados, identificação, priorização e solução de problemas é um requisito para a atualização, capacitação e incorporação de novas formas de manejar resíduos gerados na assistência em saúde.

Deve-se estimular iniciativas que promovam a reflexão sobre o processo e a organização do trabalho, bem como estratégias que possibilitem minimizar o desgaste oriundo do processo de trabalho aos trabalhadores, visando, desta forma, um ambiente mais prazeroso e saudável, ou seja, um viver e trabalhar melhor no cotidiano das instituições de saúde.

REFERÊNCIAS

BRANDÃO, D. *Ações de Enfermagem na prevenção e controle das infecções hospitalares:* aspectos fundamentais. Material de curso on-line. Brasília: Conselho Federal de Enfermagem – Programa Proficiência, 2010.

BRANDÃO JÚNIOR, P. S. *Biossegurança e Aids:* As dimensões psicossociais do acidente com material biológico no trabalho em hospital. Dissertação de Mestrado. Escola Nacional de Saúde Pública. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2000.

BRASIL. Lei Federal 8.213, de 24 de julho de 1991. Dispõe sobre os Planos de Benefícios da Previdência Social e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 1991. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso em: 1º ago. 2014.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *RDC 302, de 13 de outubro de 2005*. Dispõe sobre regulamento técnico para funcionamento de Laboratórios Clínicos. Brasília, DF, 2005a. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> Acesso em: 1º ago. 2014.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 7 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> Acesso em: 01 ago. 2014.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Higienização das mãos em serviços de saúde.* Brasília, DF, 2007.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). *Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde*. Aprovada pela Portaria 32, de 18 de novembro de 2008. Brasília, DF, 2008.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). *Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde.* Aprovada pela Portaria 485, de 11 de novembro de 2005. Brasília, DF, 2005b.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Exposição a materiais biológicos*. Brasília: Ed. do Ministério da Saúde, 2006.

_____. *Sítio do Ministério da Saúde*. 2011. Disponível em: <http://saude.gov.br>. Acesso em 20 de maio de 2011.

BREVIDELLI, M. M. et. al. Adesão às precauções universais: uma análise docomportamento de equipe de enfermagem. *Revista Brasileira de Enfermagem.* Brasília, 48 (3): 218-232, jul/ago./set., 1995.

BOSI, A. R. *Proposta de melhoria para redução de acidentes de trabalho no Hospital Universitário de Brasília.* Monografia (conclusão de curso) – Faculdade União Educacional, Brasília, 2002.

CDC. *Center for Disease Controland Prevention.* Atlanta, USA, 2007. Disponível em: <http://www.cdc.gov>. Acesso em: 20 fev. 2011.

LOPES, M. H. B. M. et al. Adesão às medidas de precaução-padrão: relato de experiência. *Revista Latino – Americana de Enfermagem.* Ribeirão Preto, 1999.

MARZIALE. M. H. P.; RODRIGUES, C. M. A produção científica sobre os acidentes de trabalho com material perfurocortante entre trabalhadores de enfermagem. *Revista Latino-Americana de Enfermagem*, 10 (4): 571-7, jul./ago. 2002.

MARZIALE, M. H. P. et al. Riscos de contaminação ocasionados por acidentes de trabalho com material pérfurocortante entre trabalhadores de enfermagem. *Revista Latinoamericana de Enfermagem* 2004 fev.; 12(1): 36-42.

MENDOZA, C. et al. Exposición laboral a sangre y fluidos corporales. Experienciaenun hospital pediatrico. *Revista Chilena de Infectológia*, 2001.

ODA, L. M. et al. AIDS como doença ocupacional. *In:* TEIXEIRA, P.; VALLE, S. Biossegurança: uma abordagem multidisciplinar. Rio de Janeiro: Fiocruz, 1996. p. 239-256.

PASCHE, D. F.; HENNINGTON, E. A. O Sistema Único de Saúde e a promoção à saúde. *In:* CASTRO, A.; MALO, M.. SUS: Ressignificando a promoção à saúde. São Paulo: HUCITEC: DPAS, 2006.

RISCO BIOLOGICO. Disponível em: <http://www.riscobiologico.org>. Acesso em: 3 mar. 2010.

SÊCCO, I. A. O. et al. Acidentes de trabalho e riscos ocupacionais no dia-a-dia do trabalhador hospitalar: desafio para a Saúde do Trabalhador. *Revista Espaço para Saúde*, 4 (1), 2002.

SCHNEIDER, V. E. et al. *Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde.* 2ª. ed. Caxias do Sul: Educs, 2004. v. 1.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde: contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes.* Tese de doutorado apresentada a UFGRS para obtenção do título de Doutor em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento. Porto Alegre: IPH/ UFRGS, 2004.

STEFFENS, A. P. *Percepções da Equipe de Enfermagem acerca das Precauções Universais.* Monografia (Graduação em Enfermagem). Caxias do Sul: UCS, 2003.

STEFFENS, A. P. *Repercussões de acidentes de trabalho com pérfurocortante na vida de trabalhadores de enfermagem.* Dissertação (Mestrado em Enfermagem). Florianópolis: Universidade Federal de Santa Catarina, 2006.

TEIXEIRA, P.; VALLE, S. *Biossegurança:* uma abordagem multidisciplinar. RJ: Editora Fiocruz, 2010.

10

Resíduos químicos oriundos dos serviços de saúde

Vania Elisabete Schneider
Kira Lusa Manfredini
Isalmar Brustolin
Elis Marina Tonet
Irajá do Nascimento Filho

Oriundos de variadas atividades humanas, segundo Pedroza (2011), os resíduos químicos podem ser definidos como material (substância ou mistura de substâncias) com potencial de causar danos a organismos vivos, materiais, estruturas ou ao meio ambiente, ou, ainda, que podem tornar-se perigosos por interação com outros materiais. Ao longo do desenvolvimento da sociedade humana, este tipo de resíduo vem sendo descartado de forma desinformada, tornando-se um fator crítico, na medida em que há aumento do desenvolvimento tecnológico e mudanças de hábitos de consumo, alterando a composição qualitativa e o volume dos mesmos. (Nardy; Carbonari; Cunha, 2008). Sua classificação, quanto à periculosidade, segue a definição da NBR 10.004. (ABNT, 2004).

Os resíduos classe I segundo a classificação estabelecida pela NBR 10.004 (ABNT, 2004), presentes em muitos processos, também estão presentes nas atividades de assistência à saúde humana e animal. A Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) e a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), ambas editadas com vistas ao gerenciamento dos RSS, os agrupam como resíduos do *Grupo B*, são definidos como aqueles que contêm "substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de inflamabilidade, corrosividade, e reatividade e toxicidade". (Brasil, 2004).

Cabe salientar a correlação existente entre a NBR 10.004, a Resolução RDC 306 e a Resolução Conama 358, no que concerne à consonância dos conceitos

relacionados aos resíduos químicos. A patogenicidade, outra característica relacionada à periculosidade dos resíduos, está diretamente associada ao Grupo A (infectantes); os resíduos do Grupo E (perfurocortantes), por sua vez, podem apresentar risco químico e/ou biológico, dependendo do procedimento gerador do resíduo, ou risco físico, este relacionado ao potencial de punctura ou corte.

Nas atividades de assistência à saúde, os resíduos do Grupo B são gerados no procedimento de desinfecção e esterilização de materiais e superfícies, na manipulação e aplicação de substâncias medicamentosas diversas, nos equipamentos e instrumentos que utilizem substâncias químicas, nos procedimentos radiológicos (reveladores e fixadores), nos processos de diagnóstico, entre outras fontes.

Além das instituições tradicionais de saúde – hospitais, ambulatórios, clínicas, laboratórios e consultórios –, outras atividades podem ser potenciais geradoras de RSS e, consequentemente, de resíduos do Grupo B. Um exemplo de atividade geradora de RSS são as Instituições de Ensino Superior, cuja geração pode ocorrer tanto por meio das práticas de ensino, pesquisa e extensão, vinculadas a cursos da área da saúde, quanto devido à existência de serviços de assistência primária e secundária (ambulatórios) em sua estrutura.

Segundo Tavares e Bendassolli (2005), atividades industriais, comerciais e de serviços que mantenham estruturas de assistência à saúde também são potenciais geradoras desta categoria de resíduos. Os laboratórios de universidades, escolas e institutos de pesquisa acadêmicos e de saúde são geradores de resíduos químicos de elevada diversidade, mesmo que em volume geralmente reduzido quando comparado ao industrial, representando 1% do total de resíduos perigosos (Classe I) gerados em um país em desenvolvimento.

Por outro lado, este tipo específico de resíduo possui composição variada, mudando constantemente, tornando difícil a definição de métodos eficazes, a padronização de procedimentos, e até mesmo seu tratamento, visando o gerenciamento ambientalmente seguro e economicamente viável. (Gerbase et al., 2005).

Uma nova filosofia de trabalho para a área da química vem tomando grande impulso: a *química verde* ou *química sustentável*, que tem, como alguns de seus princípios, evitar a geração de rejeitos e utilizar processos mais seguros e sustentáveis para o meio ambiente. (Sanseverino, 2000; 2002).

10.1 Gerenciamento de resíduos químicos

Considerando-se o potencial de risco de agentes químicos para a saúde ambiental e humana, os mesmos devem ser escolhidos, manipulados, armazenados, utilizados, segregados e descartados com cautela, sempre respeitando as instruções dos fabricantes. Além disso, merece destaque a necessidade de um eficiente

programa de gerenciamento desses resíduos, que alcance ainda o tratamento e a disposição final.

A respeito do gerenciamento dos resíduos químicos oriundos da assistência à saúde humana e animal, este se configura como um conjunto de procedimentos de gestão, planejados e implementados a partir de bases científicas e técnicas, normativas e legais, com o objetivo de minimizar a geração e proporcionar aos resíduos gerados um encaminhamento seguro e de forma eficiente, visando a proteção dos trabalhadores, a preservação da saúde pública, dos recursos naturais e do ambiente. (Sisinno; Moreira, 2005). Afonso et al. (2003) apresentam os princípios que devem nortear o gerenciamento de resíduos, conforme apresentado no quadro 1. Cabe salientar que uma estrutura muito similar a esta é proposta como objetivo da PNRS: não geração,

Princípio	Concepção
Prevenir	a geração dos resíduos, modificando ou substituindo os produtos utilizados por outros menos impactantes
Minimizar	a proporção de resíduos perigosos que são inevitavelmente gerados, através da utilização de pequenos volumes. O trabalho em microescala, além de gerar pouco resíduo, pode ainda diminuir os custos com reagentes a curto e longo prazo
Segregar	e concentrar diferentes resíduos de modo a tornar economicamente viável a atividade gerenciadora. A segregação dos resíduos facilita o trabalho, independentemente do destino final ser a incineração, o reuso ou a reciclagem. Se existe uma separação dos resíduos por classes ou tipos, é possível tratá-los através de reações entre si
Reciclar	o componente material ou energético do resíduo; embora exista um custo maior, pois é necessária a adição de reagentes ou o consumo energético, muitas vezes tal processo é bastante viável
Tratar	o resíduo de forma mais adequada possível, estocando pelo menor tempo possível
Dispor	o resíduo de maneira segura

Fonte: Afonso et al. (2003).

redução, reutilização, reciclagem, tratamento e disposição final ambientalmente adequada.

Quadro 1 – Princípios para o gerenciamento seguro de resíduos sólidos

Relativamente à geração de resíduos químicos, as atividades dos estabelecimentos de prestação de serviços de saúde geram uma grande quantidade de resíduos que apresentam graus de periculosidade variados. Segundo Brasil (2006),

> adequando-se a uma atuação ambientalmente responsável e baseando-se na política de reduzir, reutilizar e reciclar (3Rs), é preciso identificar as fontes geradoras, quantificá-las e qualificá-las. O mais frequente é que sejam utilizados reagentes para neutralizações das substâncias envolvidas no processo ou na eliminação. No entanto, há maior interesse em se adotar novos procedimentos

> para eliminação e reaproveitamento de substâncias descartadas, com repercussão direta na economia e na segurança química do local. (Brasil, 2006).

As orientações para o manejo, acondicionamento, a coleta interna intermediária e o armazenamento externo dos RSS são recomendados por meio da NBR 12.809 (ABNT, 2013) e NBR 12.810 (ABNT, 1993b), para os resíduos oriundos da assistência à saúde, e NBR 10.004 (ABNT, 2004) para os resíduos perigosos de maneira geral.

Rodrigues et al. (1997) apresentam algumas regras gerais para o manuseio dos resíduos químicos:

- observar características de periculosidade – NBR 10.004 (ABNT, 2004), determinantes de tratamento específico;
- analisar as características dos riscos das substâncias contidas na Ficha de Informações de Segurança de Produtos Químicos (FISPQ), conforme NBR 14.725 (ABNT, 2009);
- manter estoques baixos, isto é, em quantidade suficiente ao uso por períodos curtos de tempo;
- usar recipientes compatíveis com a natureza e as propriedades do conteúdo;
- rotular os recipientes com nome, volume, simbologia característica e data de embalagem do produto;
- utilizar recipientes vedantes para evitar vazamento;
- neutralizar e/ou desinfetar os produtos que serão lançados à rede de esgoto. Por exemplo: solução de titulação, ácidos fracos, etc.;
- promover a substituição de produtos mais tóxicos por menos tóxicos e incentivar reaproveitamento e mesmo trocas interinstitucionais;
- a instituição deve contar com um técnico capacitado para o manuseio desses resíduos;
- não descartar indiscriminadamente resíduos químicos na rede de esgoto.

Para os resíduos químicos classificados como B3 pela NBR 12.808 (ABNT, 1993a), deverão ser buscadas soluções que compatibilizem a minimização do risco e o tratamento. O gerenciamento destes produtos, de acordo com Rodrigues et al. (1997), deveria atentar para os seguintes aspectos:

- sempre que possível, a reciclagem ou substituição por outro produto;
- embalagem em recipiente rotulado, contendo indicação do conteúdo, volume e identificação por simbologia própria;
- o órgão de controle ambiental deverá ser reconhecido como autoridade responsável para opinar sobre o gerenciamento adequado desses resíduos;

- o gerenciamento deve atender os requisitos ambientais e de saúde pública;
- as unidades geradoras de RSS são responsáveis pelo adequado gerenciamento de todos os resíduos por elas gerados.

A implementação de um programa de gerenciamento de resíduos exige, antes de tudo, mudança de atitude e, por isso, é uma ação que traz resultados a médio e longo prazo, uma vez que depende do elemento humano, que deve estar suficientemente conscientizado, reeducado, motivado e viabilizado em suas estratégias e ações para a gestão. (Afonso et al., 2003).

A despeito da complexidade envolvida no gerenciamento de resíduos químicos, estes devem ser prioritariamente minimizados, e aqueles inevitavelmente gerados devem ser cuidadosamente coletados, inventariados, segregados, embalados, rotulados, armazenados, tratados e dispostos, de acordo com as normas e os regulamentos existentes. Geradores de quaisquer quantidades de materiais perigosos têm obrigação ética e legal de minimizar e manejar corretamente os materiais residuais produzidos por suas atividades.

Neste contexto ainda, a minimização ou substituição de parte das substâncias utilizadas mostra-se como uma alternativa com benefícios econômicos e ambientais. Um estudo de Naime, Sartor e Garcia (2004), adaptado de EPA (1990) e apresentado

Tipo de resíduo	Fonte de geração	Método recomendado
Solvente	- patologia - histologia - engenharia - embalsamento - laboratórios	- substituir solventes de limpeza por solventes menos perigosos - segregar resíduos de solventes - recuperar e reutilizar solventes por meio de destilação - usar calibradores de solventes para testes rotineiros
Mercúrio	- equipamento obsoleto e/ou quebrado	- substituir instrumentos contendo mercúrio por eletrônicos - reciclar o mercúrio contido em resíduos de equipamento - fornecer *kits* individuais para limpeza de derramamento de mercúrio
Formaldeído	- patologia - necropsia - diálises - embalsamento - berçário	- diminuir a extensão de formaldeído - minimizar os resíduos da limpeza dos equipamentos de diálise - utilizar osmose reversa para tratamento de água - recuperar o resíduo de formaldeído - investigar a reutilização nos laboratórios de necropsia
Quimioterápicos antineoplásicos	- quimioterapia - clínica geral - farmácia - pesquisa - perfurocortantes - bandagem	- reduzir os volumes utilizados - otimizar o tamanho do recipiente da droga quando da compra - retornar drogas com prazos de validade vencidos - centralizar o local dos compostos quimioterápicos - fornecer *kits* de limpeza para derramamentos - segregar resíduos

Quadro 2A – Metodologia proposta para minimização de resíduos químicos no setor da saúde

Químicos fotográficos	- radiologia - raios X	- devolver o revelador fora da especificação para o fabricante - cobrir os tanques do fixador e do revelador para reduzir a evaporação - recuperar a prata - reciclar o resíduo do filme e papel - usar equipamento para reduzir perdas do líquido revelador - utilizar banho em contracorrente
Radioativos	- medicina nuclear - laboratório de testes clínicos	- usar menos isótopos perigosos quando possível - segregar e rotular apropriadamente os resíduos radioativos
Tóxicos Corrosivos Miscelâneas químicas	- quimioterapia - clínica geral - farmácia - pesquisa - perfurocortantes - bandagem	- inspeção e manutenção permanentes nos equipamentos para esterilização de oxido de etileno - substituir os agentes de limpeza por produtos menos tóxicos - reduzir volumes utilizados em experimentos - retomar os recipientes para reutilização - neutralizar os resíduos ácidos com resíduos básicos - usar manuseio mecânico para tambores para evitar derramamentos - usar métodos físicos em lugar de químicos para limpeza

Fonte: Adaptado de EPA (1990) por Naime, Sartor e Garcia (2004).

no quadro 2, traz sugestões sobre como os produtos químicos podem ser gerenciados de forma a haver uma minimização dos resíduos gerados.

Quadro 2 – Metodologia proposta para minimização de resíduos químicos no setor da saúde

10.2 O manejo de resíduos químicos e seus impactos à saúde ocupacional

Os RSS apresentam riscos para a saúde das pessoas que manipulam ou inalam seus vapores, mais especificamente para os profissionais da saúde e para os colaboradores que atuam nos serviços de higienização e limpeza das instituições de assistência à saúde. (Schneider, 2004; Uysal; Tinmaz, 2004; Silva; Hoppe, 2005; Diaz Savage; Eggerth, 2005). Profissionais que atuam na área da saúde estão não só expostos aos micro-organismos patogênicos, mas também a produtos químicos perigosos, uma vez que um grande número destes possui efeitos tóxicos, propriedades cancerígenas ou teratogênicas. O sistema respiratório, nervoso e gastrointestinal; os pulmões, rins, o fígado, assim como outros órgãos e tecidos, podem ser afetados ou seriamente danificados.

Neste sentido, considera-se de suma importância o conhecimento dos efeitos tóxicos de tais produtos, as vias de exposição e os riscos associados à sua

manipulação. A exposição a produtos químicos pode ocorrer por inalação, contato, ingestão, picadas de agulhas e cortes na pele.

Um levantamento feito pela Organização Internacional do Trabalho (OIT) constatou 35 milhões de casos anuais de doenças relacionadas ao trabalho, por exposição a substâncias químicas no mundo, com a ocorrência de 439.000 mortes, incluindo, entre outras causas relacionadas, 36.000 óbitos por pneumoconioses, 35.500 óbitos por doenças respiratórias crônicas, 30.700 óbitos por doenças cardiovasculares e 315.000 óbitos por câncer. (ILO, 2004). A Organização Mundial da Saúde, por sua vez, estima que esses cânceres provoquem uma perda anual de 1 milhão e 400 anos de vida saudável, e que as intoxicações agudas por produtos químicos sejam responsáveis por outros 7,5 milhões de anos de vida saudável perdidos pela população mundial. (WHO, 2002).

Os trabalhadores expõem-se às cargas químicas na execução do seu processo de trabalho, na medida em que as cargas de trabalho constituem elementos que interagem entre si e com o corpo do trabalhador, gerando processos de desgaste. (SILVA; KURCGANT; QUEIROZ, 1998). Em um estudo sobre a saúde dos trabalhadores de enfermagem, verificou-se que foram detectadas 145 substâncias químicas, às quais os trabalhadores referiram estarem expostos durante o exercício de suas atividades. (COSTA; FELLI, 2012). Há que se considerar ainda que muitas dessas exposições não provocam sinais e sintomas agudos, sendo somente percebidas quando o dano crônico está instalado, muitos anos após a exposição inicial.

Segundo Brasil,

> os profissionais de serviços de saúde que trabalham com insumos químicos devem ter atenção especial com os resíduos químicos perigosos. O risco elevado das atividades implicadas no setor requer procedimentos de prevenção e segurança muito específicos, por tipo de produto. Com base na gama de legislações ambientais, devem ser nomeados profissionais da área química para realização das atividades nesses estabelecimentos. Com um profissional da área química, o estabelecimento tem uma dimensão mais clara dos problemas e riscos decorrentes das atividades que desenvolve. (BRASIL, 2006).

Nos serviços de saúde, cada tipo de resíduo químico deve ser avaliado de acordo com suas características e seus componentes, estabelecendo-se medidas de segurança, acondicionamento, aquisição de equipamentos de proteção individual e coletivos, tempo de exposição do profissional ao produto e plano de emergência para eventuais acidentes no ambiente de trabalho. (CONSIGLIERI; HIRATA, 2002).

Um importante avanço na proteção do trabalhador de saúde foi a NR 32. (BRASIL, 2008). A Norma tem por finalidade estabelecer as diretrizes básicas para a implementação de medidas de proteção à segurança e à saúde dos trabalhadores dos serviços de saúde, bem como daqueles que exercem atividades de promoção e assistência à saúde em geral. Portanto, é indispensável a utilização de EPIs por profissionais que manipulam produtos que tenham elementos químicos em sua composição.

A respeito dos EPIs, é importante ressaltar que existem no mercado produtos não aprovados pelos órgãos fiscalizadores ou, ainda, ineficientes para determinados fins. Portanto, é imprescindível a utilização de equipamentos de qualidade e específicos para cada tipo de uso. É totalmente recomendável que trabalhadores da área de saúde estejam sempre atualizados quanto às normas e rotinas do serviço, assim como sobre as medidas de biossegurança, já que são múltiplas as atividades com potencial de risco ao trabalhador. (Nunes et al., 2012).

A biossegurança, apesar de ter recebido algumas definições que restringem seu campo de ação, é considerada, na Saúde do Trabalhador, parte integrante da Segurança e da Higiene do Trabalho, que se preocupa com os trabalhadores da área de saúde e afins, em cujos ambientes de trabalho estão presentes não somente os fatores de risco biológico, mas outros que podem diretamente agravar a saúde, ou podem ser desencadeadores de acidentes sérios. (Vieira; Lapa, 2006).

Em instituições de ensino e pesquisa, assim como atividades assistenciais realizadas nos serviços de saúde, a maioria dos químicos residuais gerados consiste de produtos obsoletos; solventes orgânicos usados, halogenados ou não; soluções ácidas e básicas diluídas ou contaminadas; soluções de metais pesados, misturas complexas resultantes de reações químicas, catalisadores e óleos usados; amostras contaminadas, entre outros. (Figuerêdo, 2006), todos com fonte potencial de causar danos à saúde e ao meio ambiente, requerendo, portanto, especial cuidado e gerenciamento adequado.

10.3 Produtos químicos utilizados na área da saúde

Os produtos químicos são amplamente utilizados nos ambientes da área da saúde com diferentes finalidades, incluindo: produtos para desinfecção e esterilização de materiais até agentes de limpeza; substâncias medicamentosas, como drogas quimioterápicas, psicotrópicas, etc.; equipamentos e instrumentais utilizados na saúde que possuem produtos de caráter químico; insumos, tais como: óleos lubrificantes, colas, mercúrio, reveladores, fixadores, dentre outros.

Além destes, o mercado oferece uma gama variada de produtos químicos que podem ser usados como desinfetantes e antissépticos. A escolha por um ou outro deve ser feita com critério e com base nas necessidades específicas para a utilização de cada produto.

Os desinfetantes mais comumente usados são: o hipoclorito de sódio, o formaldeído, os compostos fenólicos e o iodo. Os compostos inorgânicos liberadores de cloro ativo, como é o caso do hipoclorito de sódio, são potentes desinfetantes utilizados em recipientes para descarte de materiais, para desinfecção de superfícies em geral e superfícies contendo sangue e outros fluidos corpóreos.

Também são utilizados na desinfecção: cloramina (que libera cloro), peróxido de hidrogênio (água oxigenada), álcool e misturas contendo álcool. Estes produtos químicos são, de modo geral, altamente corrosivos e potencialmente tóxicos, podendo causar lesões graves na pele e danos sérios aos equipamentos de laboratório.

Dentre os resíduos químicos com maior geração em instituições de saúde estão o formaldeído (ou formol), os isômeros xilenos (ou xilol) e o glutaraldeído. (Costa; Felli, 2012).

De acordo com Pitot e Dragan (2001), o formaldeído é um intermediário químico utilizado em vários campos das ciências da saúde. O formol é de grande importância para a fixação de tecidos, tanto para trabalhos em anatomia e patologia quanto para estudos tanatológicos. (Perrone, 2003). Segundo Mariscal et al. (2005), o formol também é utilizado como desinfetante antisséptico e na esterilização de objetos sensíveis ao calor, os quais não podem ser autoclavados, tais como citoscópios, laparoscópicos e instrumentos utilizados para hemodiálise.

Já o xileno, comumente chamado de xilol, é um produto importante nos procedimentos para diagnósticos histopatológicos e citológicos. Sua função é tornar os tecidos translúcidos, numa etapa conhecida como clareamento ou diafanização. (Junqueira; Carneiro, 2004).

O glutaraldeído, por sua vez, é utilizado na desinfecção e na esterilização de equipamentos termo sensíveis, através de imersão. Segundo Block (2001) o glutaraldeído é um agente desinfetante, bactericida, que apresenta rápida e efetiva ação contra bactérias Gram-positivas e Gram-negativas.

Outro produto químico largamente utilizado nos estabelecimentos de saúde é o mercúrio, que pode ser encontrado em itens como pilhas, baterias, termômetros clínicos e de estufa, lâmpadas fluorescentes, amálgama odontológico, dentre outros, acumulando-se no meio ambiente e sendo tóxico para os seres vivos. A exposição crônica ao mercúrio, por qualquer rota, pode produzir nos seres humanos danos no sistema nervoso central, causar alergias de pele e acumular-se no tecido, particularmente no cerebral. A exposição crônica pode ainda danificar o feto em desenvolvimento e diminuir a fertilidade em homens e mulheres. De acordo com a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), "os resíduos contendo mercúrio devem ser acondicionados em recipientes sob selo d'água e encaminhados para recuperação".

A seguir apresenta-se um estudo de caso para o gerenciamento de resíduos químicos, exemplificando como esta questão pode ser conduzida em Instituições de Ensino e Pesquisa e de Assistência à Saúde.

10.4 Gerenciamento de resíduos químicos: estudo de caso na Universidade Caxias do Sul (UCS)

A estruturação do processo de gestão de resíduos oriundos das atividades de ensino, pesquisa e extensão, da UCS, iniciou em 1987, com a implantação do projeto papel. No ano de 1999, iniciaram as etapas de organização das fontes geradoras, o diagnóstico da geração de resíduos em cada setor da instituição, a segregação, o acondicionamento, o armazenamento setorial, a coleta, o transporte, o reaproveitamento, o tratamento e a disposição final adequada. (De Conto et al., 2010).

O gerenciamento de resíduos na UCS envolve: efluentes sanitários, resíduos químicos sólidos e líquidos de laboratórios, e resíduos químicos líquidos do hospital-escola (Hospital Geral, administrado pela UCS).

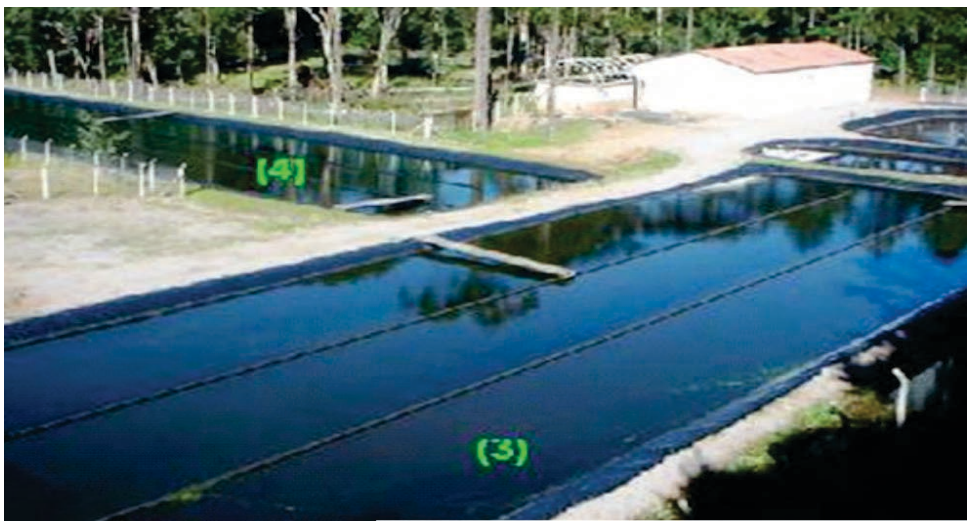
Quanto aos resíduos químicos sólidos são acondicionados nas fontes geradoras em sacos de cor laranja (Brasil, 2001), e uma vez preenchidos 2/3 de sua capacidade,

Figura 1 – Central de Armazenamento de Resíduos da UCS

Fonte: ISAM (2014).

O sistema de tratamento de efluentes sanitários, por sua vez, consiste de um conjunto de processos biológicos formado por quatro lagoas de tratamento (figura 2). A estação de tratamento de efluentes (ETE) foi projetada para uma vazão de entrada de 100 m^3/dia. Inicialmente, o efluente passa por uma operação de gradeamento, um medidor de vazão e em seguida para as lagoas: aerada, de sedimentação e duas de maturação com chicanas e outro medidor de vazão, ao final do sistema.

Figura 2 – ETE da UCS



(1) Lagoa aerada; (2) Lagoa de sedimentação; (3) Lagoa de maturação 1; (4) Lagoa de maturação 2.

Fonte: ISAM (2014).

Em função das características do efluente e do sistema de tratamento (unicamente de caráter biológico), é de vital importância evitar que efluentes químicos de laboratórios sejam descartados na ETE, sob pena de prejudicar e, até mesmo, inviabilizar o tratamento do efluente sanitário nas lagoas.

Neste sentido os resíduos de análises de laboratórios (RALs) da universidade e do hospital-escola são segregados conforme as recomendações da NBR 12.235 (ABNT, 1992). Em função da incompatibilidade dos produtos químicos e das recomendações da referida NBR, foram definidas categorias para segregação e acondicionamento dos RALs nas unidades geradoras (quadro 3).

Os recipientes para o acondicionamento dos resíduos líquidos são contêineres de Polietileno de Alta Densidade (PEAD) com capacidades definidas (figuras 3a e 3b), conforme a necessidade e frequência de geração de cada laboratório.

Quadro 3 – Segregação das substâncias químicas

Nº	Substância	Nº	Substância
001	Fe, Al, Cu	027	Brometo de Etídio
002	Zn, Pb, Mo, Ni	028	Comp. Org. Alifático
003	Co, Mn, Cd	029	Bromo
004	Mg, Na, K, Ca, SO_4	030	Ferrocianeto de K
005	Bário	031	Selênio (Se)
006	Cianeto	032	Acrilamida
007	NO_2 , NO_3	033	Fenóis
008	Surfactantes	034	DAB
009	Mercúrio	036	Resíduos Classe I
010	(Cr^{6+})	038	Resíduo Oxidante
010*	Cr^{6+} + Hg + Ag	040	Medicamentos vencidos
011	Solv. Não clorado	041	Formalina 10%, Eter e Fezes
012	Solv. Clorados	052	Piridina
013	Iodo (I)	053	Silício
014	Fluor (F)	054	Titânio
015	Cr^{3+}	055	Comp. Halogenados Clorados
016	Prata (Ag)	056	Compostos Sulforados
017	Óleos Minerais	057	Compostos Aromáticos
018	Ácidos	MK	Mistura de kits
019	Bases	FC	Fluido de Corte
020	Soluções Alcoólica	MC	Meios de Cultura
021	Permanganatos	MM	Mistura de Metais
022	Óleos Vegetais	GAS	Gasolina
023	As, Sb, Sn	FD	Folin-Denis
024	Revelador Fotog.	MIST- 0_1	Butanol + Querosene + Água
025	Fixador Fotog.	MIST - 0_2	Biodiesel + Glicerina
026	Agrotóxicos	MIST - 0_3	Polieletrólito

Fonte: ISAM (2014).

Os resíduos químicos segregados, conforme suas categorias específicas, permanecem temporariamente nas unidades geradoras até que os contêineres estejam com 2/3 da sua capacidade útil preenchida. Quando isto ocorre, são retirados das unidades e encaminhados para a central de armazenamento de resíduos da UCS, para posterior tratamento e/ou disposição final adequada. Recipientes vazios são deixados na unidade geradora em substituição aos retirados.

Na central de armazenamento de resíduos, os resíduos químicos são reacondicionados em bombonas maiores, com capacidade de 60 e/ou 100 litros, sempre obedecendo à mesma categoria de geração (figuras 3a e 3b).

Figura 3a – Contêineres para armazenamento interno nas unidades geradoras (5, 10 ou 20 litros)

Fonte: ISAM (2014).

Figura 3b – Bombonas de polietileno de alta densidade com capacidade de 60 e 100 litros

Fonte: ISAM (2014).

Os resíduos que podem ser tratados na Instituição são manipulados na própria central de resíduos, os demais permanecem armazenados até encaminhamento para tratamento e destinação final adequados, realizados por empresas terceirizadas, cadastradas e aprovadas pelo órgão ambiental.

Na Universidade, são vinte as unidades de serviços de saúde geradoras de resíduos de laboratório (RALs), a saber: ambulatório central, clínica de fisioterapia, instituto de medicina do esporte, ambulatório do campus, laboratório de anatomia humana, laboratório de pesquisa em HIV/Aids, laboratório de controle de qualidade de medicamentos e cosméticos, laboratório de microbiologia clínica, laboratório de parasitologia e micologia, laboratório de toxicologia, laboratório de farmacotécnica e homeopatia, laboratório de microbiologia médica humana, laboratório de farmacognosia, laboratório de bromatologia, laboratório de patologia, laboratório de genética e biologia molecular, laboratório de tecnologia farmacêutica, laboratório de análises clínicas e toxicológicas e laboratório de genômica, proteômica e reparos de DNA (I e II).[1]

Tabela 1 – Geração anual de resíduos de análises de laboratórios (em litros)

Ano	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Litros	10.917	2.725	2.720	2.625	1.615	20.602

Fonte: ISAM (2014).

A geração dos resíduos químicos líquidos, nas unidades da área da saúde da UCS desde a implantação do sistema, são apresentados na tabela 1.

Tabela 2 – Resíduos gerados de 2002 a 2013 (em litros)

Ano	2002-2009	2010	2011	2012	2013	TOTAL
Litros	29.418	9.810	9.440	11.085	5.165	64.918

Fonte: ISAM (2014).

A tabela 2 apresenta a quantidade de resíduos líquidos de análises de todos os laboratórios da UCS gerada no período compreendido entre os anos de 2002 a 2013.

[1] Dados de 2014.

Como pode ser observado na tabela 2, 64.918 litros de resíduos líquidos deixaram de ser lançados no corpo receptor nesses 11 anos em que o Programa de Gerenciamento da UCS vem sendo desenvolvido.

Além dos resíduos apontados na tabela 1 e tabela 2, a Instituição possui armazenados, em seu laboratório de anatomia, mais de 14.200 litros de solução aquosa de formol para a conservação de cadáveres e peças anatômicas animais e humanas, distribuídos em cinco tanques.

Estes resíduos não são descartados há pelo menos 10 anos. Até que os tanques sejam totalmente escoados e o formol seja, por fim, destinado para tratamento, estes são apenas completados com a quantidade necessária, já que se trata de uma substância muito volátil e há grande perda com a evaporação. Porém, os testes cromatográficos, desenvolvidos por Manfredini, Nascimento Filho e Schneider (2013), sugerem que este composto deve ser substituído para que se mantenha a eficiência do processo de conservação de tecidos e cadáveres. Consequentemente, deverá ocorrer em breve o descarte de um grande volume de formol.

Em relação ao Hospital Geral, os resíduos químicos líquidos obedecem ao mesmo regramento das demais unidades da UCS. A tabela 3 traz as informações, qualificadas e quantificadas, dos resíduos químicos líquidos gerados pelo hospital seguindo a mesma categorização já estabelecida pelo setor de gerenciamento de resíduos da universidade.

Tabela 3 – Geração anual de resíduos químicos líquidos no Hospital Geral

Substâncias	Categoria	Quantidade
Reativo de Benedict	Ferro, alumínio, cobre – 001	0,12
XT 1800i	Bário – 005	2.920
Xilol e formol	Solventes não clorados – 011	1.581,667
Acetona, cristal violeta, lugol e álcool etílico 96%	Iodo – 013	182,5
Ácido acético, ácido sulfossalicílico, KOH 176 mmol/L e ácido peracético (2%)	Ácidos – 018	670
Álcool	Soluções etanólicas – 020	973
Glutaraldeído	Comp. orgânicos alifáticos – 028	608
Fucsina de Ziehl-neelsen, álcool etílico 70 e 95%, azul de metileno, ácido clorídrico, hipoclorito de sódio, detergente enzimático e detergente para autoclave	Fenol – 033	328,5
Peróxido de hidrogênio 30%	Resíduos oxidantes – 038	146
Reativo de Erlich	Compostos aromáticos – 057	2,4

Fonte: ISAM (2014).

A análise da gestão dos resíduos químicos dentro da Universidade e do hospital-escola permite perceber que a segregação, dentro da fonte geradora, é um passo fundamental para o sucesso do programa de gerenciamento de resíduos e para a minimização dos impactos ambientais, em particular aos recursos hídricos, destino usual destes resíduos, quando não segregados. A capacitação dos profissionais envolvidos na geração e no manejo é, por outro lado, de fundamental importância para que a segregação seja feita de forma eficaz e eficiente.

A universidade e o hospital-escola em questão vêm administrando e dando o destino correto aos resíduos gerados pela instituição, porém, a grande quantidade e variedade de resíduos gerados aponta para a necessidade de desenvolver técnicas menos poluentes tanto para práticas laboratoriais quanto para a forma de destinação dos resíduos químicos. Evidencia-se ainda a necessidade de capacitação e informação dos estudantes e dos profissionais envolvidos com conhecimentos de qualidade, no sentido de otimizar ainda mais o desempenho do sistema de gerenciamento e o desenvolvimento de uma consciência ambiental mais apurada.

Estudos neste sentido vêm sendo realizados na instituição, a fim de resolver um problema presente em muitas universidades: o descarte de glutaraldeído e xilol e o uso de formol em seus laboratórios. (Manfredini; Nascimento Filho; Schneider, 2013). Os autores apontam para a possibilidade de haver a reciclagem e o reuso destas substâncias geradas na Instituição, por meio de procedimento prévio de purificação, reduzindo, por exemplo, custos com aquisição e acondicionamento de grandes volumes dos mesmos. Além disso, a redução do transporte de cargas tóxicas e perigosas da instituição de origem até o destino final reduz, também, os riscos de acidentes e danos ambientais de proporções incalculáveis. Este estudo também caminha na direção de uma possível substituição dos atuais compostos utilizados por outros que sejam menos impactantes ao meio ambiente.

10.5 Considerações finais

Além de orientar condutas da comunidade acadêmica, principalmente dos profissionais sobre a uniformização dos procedimentos a respeito do manejo de resíduos químicos, o que é indispensável no monitoramento é a avaliação da geração, possibilitando a correção de inadequações nas formas de gerenciamento. Ao conhecer os tipos de resíduos gerados, é possível também, por exemplo, substituir substâncias utilizadas em reações químicas ou análises por outras de menor periculosidade.

A responsabilidade institucional é também outro aspecto que precisa ser considerado. As instituições de ensino e hospitalares são estabelecimentos voltados à formação profissional e à promoção da saúde e, para tanto, possuem o compromisso de formar profissionais especializados e responsáveis, que devem

servir de modelo às políticas de preservação ambiental e prevenção de riscos à saúde, com práticas sustentáveis e respaldadas nas normas vigentes, contribuindo para a formação de cidadãos comprometidos com a saúde ambiental e a qualidade de vida.

O gerenciamento de resíduos químicos da área da saúde, além de essencial à minimização dos riscos à saúde ocupacional, é imprescindível em se tratando da minimização dos impactos causados ao meio ambiente por estas atividades. Embora o gerenciamento dos RSS tenha avançado muito em relação aos resíduos sólidos, pouco se tem observado no que diz respeito aos resíduos químicos. A prática do descarte direto no sistema de esgotamento sanitário ainda é comum, ressaltando-se que poucos ainda são os estabelecimentos que dispõem de sistemas de tratamento de efluentes. Porém, ainda que disponham, dependendo da tecnologia utilizada, o lançamento de substâncias, a exemplo das apresentadas aqui, pode vir a inviabilizar o sistema.

EFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.* Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.808:1993 – Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 1993a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento*. Rio de Janeiro, ABNT, 2013.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.810:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Coleta*. Rio de Janeiro, ABNT, 1993b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.235:1992 – Armazenamento de resíduos sólidos perigosos – Procedimento.* Rio de Janeiro, ABNT, 1992.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 14.725:2009 – Produtos químicos – Informações sobre segurança, saúde e meio ambiente.* Rio de Janeiro, ABNT, 2009. Corrigida pela Errata 2, de 08 de outubro de 2010.

AFONSO, J. C. et al. Gerenciamento de resíduos laboratoriais: Recuperação de elementos e preparo para descarte final. *Química Nova*, (26), p. 602-611, 2003.

BLOCK, S. S. *Disinfection, sterilization and preservation*.5ª ed. Philadelfia, Lippincott Williams & Wilkins, 2001.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *RDC 306, de 07 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução 358, de 29 de abril de 2005*. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução 275, de 25 de abril de 2001*. Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília, DF, 2001.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde*. Brasília, DF, 2006.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE).*NR 32 – Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde.* Brasília, DF, 2008.

CONSIGLIERI, V. O.; HIRATA, R. D. C. Biossegurança em laboratórios de ensino na área de saúde.In: HIRATA, M. H.; FILHO, J. M. *Manual de Biossegurança*. Barueri: Manole, 2002.

COSTA, T. F.; FELLI, V. E. A.; Periculosidade dos Produtos e Resíduos Químicos da Atenção Hospitalar.*Cogitare Enferm*. 17(2):322-30, abr./jun., 2012.

DE CONTO, S. M. de. *Gestão de resíduos em universidades*. Caxias do Sul, RS: Educs, 2010.

DIAZ, L. F.; SAVAGE, G. M.; EGGERTH, L. L. Alternatives for the treatment and disposal of healthcare wastes in developing countries. *Waste Management*, v. 25, n. 6, p. 626-637, 2005.

DIAZ, L. F.; SAVAGE, G. M.; EGGERTH, L. L. Alternatives for the treatment and disposal of healthcare wastes in developing countries. *Waste Management*, v. 25, n. 6, p. 626-637, 2005.

EPA. Environmental Protection Agency. *Guides ti pollution prevention: Selected Hospital Waste Streams*; Report. U.S. Cincinnati, 1990.

FIGUERÊDO, D. V. *Manual para Gestão de Resíduos Químicos Perigosos de Instituição de Ensino e de Pesquisa*. Belo Horizonte: CRQ – MG, 2006. 364 p.

GERBASE, A. E. et al. Gerenciamento de resíduos químicos em instituições de ensino e pesquisa. *Química Nova*,São Paulo, v. 28, n. 1, 2005.

ILO. International Labor Office. *The ILO report for word day for safety and health at work 2004.*ILO, 2004. Disponível em <http://www.ilo.org/public/english/protection/safework/ worldday/ products04/report04_eng.pdf>. Acesso em: 10 abr. 2013.

ISAM. Instituto de Saneamento Ambiental. *Plano de Gerenciamento de Resíduos da Universidade de Caxias do Sul*. Universidade de Caxias do Sul, RS, 2014.

JUNQUEIRA, L. C.; CARNEIRO, J. *Histologia básica*. 10. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2004.

MANFREDINI, K. L.; NASCIMENTO FILHO, I.; SCHNEIDER, V. E. Environmental waste management in a School Hospital and in a Laboratory of Human Anatomy of a University. *Scientia cum Industria*, v. 1, n. 1, p. 19-23, 2013.

MARISCAL, A. et al. A fluorescent bioassay to detectresidual formal dehyde from clinical materials sterilized with low-temperature steam and formaldehyde. *Biologicals.* London, v. 33, p. 191-196, 2005.

NAIME, R.; SARTOR, I.; GARCIA, A. C. Uma abordagem sobre a gestão de resíduos de serviço de saúde. *Revista Espaço para a Saúde*, Londrina, v. 5, n. 2, p. 17-27, jun. 2004.

NARDY, M. B. C; CARBONARI, A.; CUNHA, M. E. G. Elaboração e implantação de um plano de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde (PGRSS) para laboratórios de ensino.*Ciência e Saúde*, p. 100-108, 2008.

NUNES T. S. P. et al. Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: uma revisão de literatura. *Revista de pesquisa: cuidado é fundamental* (Ed. Supl.) p. 57-60, 2012.

PEDROZA, A. C. A importância do gerenciamento dos resíduos químicos. *RevInter - Revista Intertox de Toxicologia, Risco Ambiental e Sociedade,* v. 4, n. 2, p. 163-178, 2011.

PERRONE, J. Doctors, Nurses and Dentists. In: Greenberg,M. I. (Ed.). *Occupational Industrial and Environmental Toxicology*. Philadelphia, United States of America: Mosby; 2003. p. 88-95.

PITOT, H.; DRAGAN, Y. Chemical Carcinogenesis. In: KLAASSEN C. D. (Ed.). *Casarett & Doull's Toxicology*: The Basic Science of Poisons. United States of America: McGraw-Hill; 2001. p. 241-319.

RODRIGUES, E. A. C. et al. *Infecções hospitalares – prevenção e controle.* São Paulo: Sarvier, 1997.

SANSEVERINO, A. M. Síntese orgânica limpa. *Química Nova*, v. 23, n. 1, 2000.

_____. Química verde. *Ciência Hoje*, v. 8, n. 8, p. 20-27, 2002.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde: contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes.* 2004. 242 f.Tese (Doutorado em Eng. de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SILVA, C. E.; HOPPE, A. E. Diagnóstico dos Resíduos de Serviços de Saúde no Interior do Rio Grande do Sul. *Revista engenharia sanitária ambiental*. Rio de Janeiro, v. 10, n. 2, p. 146-151, abr./jun. 2005.

SILVA, V. E. F. da; KURCGANT, P.; QUEIROZ, V. M. de. O desgaste do trabalhador de enfermagem: relação trabalho de enfermagem e saúde do trabalhador. *Rev. bras. Enferm*, v. 51, n. 4, p. 603-614, 1998.

SISINNO, C.L. S.; MOREIRA, J. C. Ecoeficiência: um instrumento para a redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. *Cadernos de Saúde Pública*. v. 21 n. 6. Rio de Janeiro. nov./dez. 2005.

TAVARES, G. A.; BENDASSOLLI, J. A. Implantação de um Programa de Gerenciamento de Resíduos Químicos e Águas Servidas nos Laboratórios de Ensino e Pesquisa no CENA/USP. *Química Nova*, v. 28, n. 4, p. 732-738, jul./ago. 2005.

UYSAL, F.; TINMAZ, E. Medical waste management in Trachea region of Turkey: suggested remedial action. *Waste Management & Research*, v. 22, n. 5, p. 403-407, 2004.

VIEIRA, V. M.; LAPA, R. Riscos em laboratório: prevenção e controle. *Cadernos de Estudos Avançados*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 1, p. 25-43, 2006.

WHO. World Health Organization. *The world health report 2002*. Reducing risks, promoting healthy life. WHO, 2002. Available from: http://www.who.int/whr/2002/en/. Access: 7 abr. 2014.

11

Reciclagem de resíduos de serviços de saúde

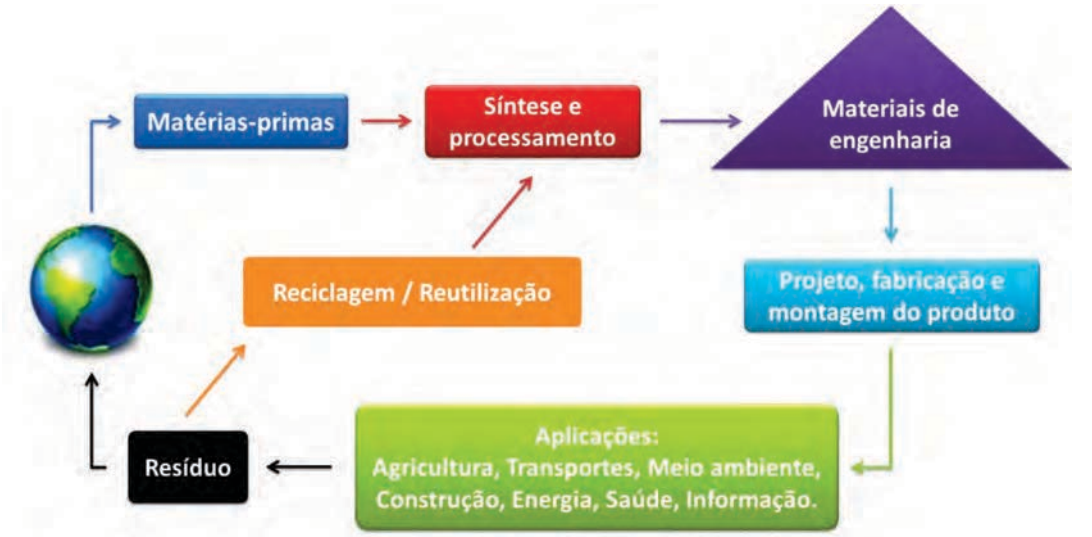
Matheus Poletto
Vania Elisabete Schneider

Com os novos padrões de consumo da sociedade industrial, os materiais experimentaram, a partir da segunda metade do século XX, uma evolução espetacular, tanto na diversidade de propriedades que apresentam quanto nas muitas aplicações que encontram na vida cotidiana. Desta forma, quantidades cada vez maiores de diversos tipos de materiais vêm sendo produzidas e colocadas em circulação para atender os padrões de consumo modernos.

O incremento cada vez maior de bens de consumo incentivado pela mídia de massas, associado à obsolescência destes, leva à geração cada vez maior – tanto em quantidade quanto em variabilidade – de materiais e produtos na forma de resíduos. Como decorrência, ocorre o agravo dos problemas ambientais nos dois extremos da cadeia produtiva: na extração de recursos naturais, para a produção de produtos; e no lançamento destes, quando da sua transformação em resíduo, no meio ambiente. A sociedade do consumo é também a sociedade do descarte, a qual tem o grande desafio de racionalizar o uso dos recursos, aliada a preservação, conservação e recuperação do ambiente natural.

Os materiais desempenham um papel fundamental no desenvolvimento da tecnologia, economia e do meio ambiente, passando por diversas fases ou estágios desde sua concepção até seu descarte no final de sua vida útil. O ciclo de vida de um material na sociedade moderna está representado na figura 1.

Figura 1 – Representação esquemática do ciclo de vida dos materiais



Fonte: Adaptado de Cohen (1995).

Conforme se observa nesta, as matérias-primas são extraídas do planeta por meio de mineração, perfuração, cultivo, etc.; e então purificadas, refinadas e convertidas nas formas brutas dos materiais, tais como metais, petróleo, borracha, fibras, dentre outras. A posterior síntese e os processamentos adicionais resultam em materiais de engenharia, como as ligas metálicas, os pós-cerâmicos, os vidros, os polímeros e os elastômeros, dentre outros. Os materiais de engenharia são configurados, tratados e transformados em produtos prontos para uso pelo consumidor, o que constitui o estágio de projeto, fabricação e montagem do produto. O consumidor adquire os produtos e os utiliza, caracterizando o estágio de aplicações, até que eles sejam consumidos e descartados. (Callister, 2002). A partir do descarte, dois caminhos extremamente distintos podem acontecer: reciclagem ou reuso, e eliminação como rejeito.

No primeiro, os materiais podem ser reciclados ou reutilizados, em uma situação em que os resíduos entram novamente no ciclo produtivo, incorporando-se a novos produtos, com a consequente recuperação de matérias-primas e energia. No segundo caminho, os materiais são eliminados como rejeito e então são incinerados ou usualmente dispostos em aterros sanitários, retornando aos ciclos biogeoquímicos. A reciclagem por esta via é, no entanto, tanto mais longa quanto menor for o potencial de degradabilidade física, química, físico-química ou biológica.

A PNRS (Brasil, 2010a) incorporou o conceito de ciclo de vida ao seu conteúdo, expresso pela lei como sendo uma "série de etapas que envolvem o desenvolvimento do produto, a obtenção de matérias-primas e insumos, o processo produtivo, o consumo e a disposição final".

Em face deste contexto, a ação de reciclar representa um objetivo primordial como parte de um conjunto de ações integradas, que visem à minimização dos impactos ambientais, bem como a redução da extração de materiais provenientes de fontes não renováveis. Conhecer melhor a reciclagem é condição imprescindível para poder implementá-la de forma que seus resultados sejam satisfatórios (Zanin; Mancini, 2004) e contribuam para o desenvolvimento sustentável.

A reciclagem pode ser entendida como a recuperação de materiais por meio de processamento industrial, para a produção de um novo bem que pode ou não ser do mesmo tipo ou ter a mesma função que o original. O intuito é a reintrodução de materiais presentes nos resíduos gerados pelas atividades humanas, tais como: vidros, materiais celulósicos, metais e polímeros, em novos processos produtivos e em novos ciclos de consumo.

De acordo com a singularidade de cada tipo de resíduo presente nos materiais potencialmente recicláveis, a reciclagem desponta como uma solução promissora. Todavia, a reciclagem não pode ser adotada como medida isolada, sendo necessária sua aplicação em um conjunto integrado de ações capazes de atender as diferentes características e os processos de reciclagem de cada tipo de resíduo gerado. Este conjunto integrado de ações estende-se desde a concepção do material, passando por seu uso e descarte adequado, bem como sistemas de coleta e transporte, que não contaminem o resíduo até que ele chegue às empresas recicladoras.

Embora, por vezes, a reciclagem possa apresentar alto custo, traz consigo, por outro lado, um benefício difícil de calcular em termos monetários, representado pela economia de matérias-primas, pela recuperação energética, pela preservação ambiental e pela conscientização ambiental por parte de quem a pratica. Além disso, a reciclagem promove benefícios sociais igualmente intangíveis, por meio da geração de emprego e renda das pessoas envolvidas na sua cadeia da reciclagem.

A PNRS (Brasil, 2010a), regulamentada pelo Decreto Federal 7.404 (Brasil 2010b), define reciclagem como o "processo de transformação dos resíduos sólidos que envolve a alteração de suas propriedades físicas, físico-químicas ou biológicas, com vistas à transformação em insumos ou novos produtos". Ainda, a referida Lei apresenta dentro de seus princípios e objetivos o de "incentivar a indústria da reciclagem, tendo em vista fomentar o uso de matérias-primas e insumos derivados de materiais recicláveis e reciclados". Nesta mesma linha, a Anvisa define reciclagem, em sua Resolução RDC 306 (Brasil, 2004a), como "o processo de transformação dos resíduos que utiliza técnicas de beneficiamento para reprocessamento ou obtenção de matéria-prima para a fabricação de novos produtos".

Embora contemplada em leis e resoluções, o sucesso da reciclagem está estreitamente relacionado com uma série de fatores. Dentre estes, destacam-se: os fatores culturais, políticos e socioeconômicos da população; a existência de programas de coleta seletiva; a integração com cooperativas de catadores e a disponibilidade contínua de volumes recicláveis; a implementação de empresas recicladoras; o desenvolvimento de tecnologias e equipamentos compatíveis para rotas e reciclagens econômicas e tecnicamente viáveis; programas de fomento para projetos de

reciclagem; redução de tributação ou isenção fiscal para a comercialização de produtos reciclados e sanções legais para ações ou agentes não integrados à cadeia produtiva de reciclagem. (Forlin; Faria, 2002), e ainda, incentivo público a valorização do catador. Desta forma, uma série de ações interligadas entre os elos de produção, consumo e descarte dos materiais caracteriza o ciclo primordial da cadeia de reciclagem.

A cadeia produtiva da reciclagem é constituída por um conjunto de atividades que atuam, de forma conjunta e progressiva, desde a concepção de um material até seu consumo e posterior descarte. Contudo, a inserção de novos agentes na cadeia sempre acarreta novos contrastes à reciclagem, geralmente associados com a possibilidade de obter renda com a venda de resíduos potencialmente recicláveis. Neste contexto, dois aspectos devem ser considerados: o primeiro é o alto valor agregado que alguns resíduos, tais como plásticos, metais, vidros, papel e papelão possuem; o segundo, intrinsecamente associado ao primeiro, é a inserção dos catadores na cadeia produtiva. Estes agentes, cientes da perspectiva de obter uma fonte de renda com a comercialização dos materiais triados, ganham frente no mercado abastecendo as empresas de reciclagem.

O governo federal, atento à inserção crescente de catadores na cadeia de reciclagem, instituiu, por meio do Decreto Federal 5.940 (Brasil, 2006), que os resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e pelas entidades da administração pública federal direta e indireta devem ser destinados a associações e cooperativas de catadores de materiais recicláveis. A própria PNRS (Brasil, 2010a) também reitera o incentivo para a criação e o desenvolvimento de cooperativas ou outras formas de associação de catadores de materiais recicláveis, como parte dos instrumentos para sua implementação.

Os resíduos recicláveis já se constituem em fonte de emprego e renda para muitos catadores e suas famílias. Entretanto, é consenso entre catadores e empresas recicladoras que a separação dos contaminantes é uma ação imprescindível no processo de reciclagem de materiais. (Forlin; Faria, 2002; Al-Salem; Lettieri; Baeyens, 2009). A presença de sujidades; o potencial de risco biológico, químico e físico adquiridos no uso dos materiais, ou após o descarte do resíduo; a presença de resíduos de alimentos, bem como de materiais estranhos ao resíduo, que será posteriormente reciclado, onera os custos com a reciclagem. Além disso, podem resultar em um material reciclado de baixo valor agregado para a indústria, podendo até mesmo acarretar a inviabilidade da reciclagem, devido aos elevados níveis de contaminação. A correta segregação dos resíduos, no momento de sua geração, evitando a contaminação de materiais potencialmente recicláveis por outros resíduos, é primordial para todos os processos subsequentes de reciclagem.

À parte a qualidade dos materiais, com vistas à reciclagem e a aceitabilidade pela indústria, o que mais preocupa na questão dos recicláveis, em se tratando de resíduos de serviços de saúde (mas não somente), é o potencial de risco a que estão expostos aqueles que tomarão contato direto com estes resíduos, risco este relacionado a três características específicas e diferenciais: o potencial de punctura ou corte (risco físico),

a patogenicidade (risco biológico) e a toxicidade (risco químico). Diferentemente das outras categorias de resíduos, este é o que mais seguramente será, posteriormente ao descarte, manipulado por pessoas nem sempre preparadas quanto aos cuidados com o manuseio e o risco associado a estes resíduos, uma vez considerada sua origem.

Neste sentido, a segregação consciente e responsável dos resíduos recicláveis, evitando-se a mistura com outras categorias (infectantes, químicos, orgânicos ou perfurocortantes), torna-se mais que uma obrigação. Trata-se de romper o circuito saúde-doença, estendendo-se para além dos muros institucionais a prevenção e a precaução, a vigilância em saúde, a minimização dos impactos à saúde e ao meio ambiente.

Dentre os resíduos gerados na assistência à saúde, mais de 50% podem ser considerados potencialmente recicláveis (Schneider, 2004), característica que se perde quando da mistura com outras tipologias de resíduos, o que impacta, além do que já foi elencado, os custos institucionais. Resíduo reciclável descartado em qualquer uma das outras categorias implica necessariamente gastos com transporte, tratamento e disposição final. Deixa-se, por outro lado, de gerar os benefícios decorrentes da recuperação mássica e energética sob o ponto de vista ambiental e econômico, mas fundamentalmente, os benefícios sociais decorrentes.

A reciclagem será tão eficiente e segura quanto maior for a consciência profissional no ato da segregação, ação esta intransferível em se tratando de profissionais da assistência à saúde a quem cabe única e exclusivamente fazê-lo quando da assistência ao paciente. Quando erroneamente descartado, por exemplo, um resíduo infectante ou perfurocortante, junto com os recicláveis, estende à sociedade as consequências de um gesto irrefletido e inconsequente que poderá repercutir na vida de outros profissionais que o sucedem no gerenciamento extramuros dos resíduos.

A extensão do cuidado para além das atividades diretamente associadas à assistência implica um sistema de saúde voltado aos múltiplos aspectos da saúde, seja ela individual, coletiva ou ambiental, e deve estar no rol de competências e responsabilidades não apenas do profissional da saúde enquanto tal, mas também do cidadão.

Outros aspectos inerentes ao gerenciamento dos resíduos recicláveis são apresentados na sequência, no sentido de ampliar a reflexão acerca do tema e de suas derivações em diversos setores da sociedade.

11.1 A reciclagem e a conservação de energia

Todo e qualquer produto condenado ao descarte foi extraído originalmente dos recursos naturais. Ao longo do processo de produção, que possui como etapas a extração, o transporte, o beneficiamento, a transformação, o armazenamento, a comercialização, o uso e o descarte, a energia se faz presente, sendo consumida com maior ou menor intensidade dependendo do tipo de matéria-prima, da distância que se encontra dos centros industriais onde ocorre a transformação e do próprio

consumidor. Neste sentido, todo produto carrega em si um potencial energético agregado, que depende ainda da natureza do material que o compõe. A energia agregada pode ser aquela gasta no processo de produção do bem de consumo ou estar somada ainda ao potencial energético do próprio material.

As principais matérias-primas utilizadas na produção de bens de consumo em serviços de saúde são apresentadas a seguir.

11.1.1 A reciclagem do vidro

As embalagens de vidro são utilizadas para envase de bebidas, produtos alimentícios, medicamentos, perfumes, cosméticos, entre outros artigos. Os resíduos de vidro, desde que não estejam contaminados por resíduo biológico (por exemplo, vacinas) ou químicos (por exemplo, medicamentos), podem voltar à produção de novas embalagens, substituindo totalmente o produto virgem sem perda de qualidade, já que o vidro pode ser reciclado infinitas vezes sem perda nas suas propriedades. Em 2010, o Brasil reciclou 47% das embalagens de vidro consumidas no País. (Cempre, 2012). A inclusão de caco de vidro no processo normal de fabricação do vidro reduz o gasto com água e energia. Para cada 10% de caco de vidro na mistura são economizados 4% de energia necessária para a fusão do material em fornos industriais, associada com a redução de 9,5% no consumo de água. (Cempre, 2012).

Os resíduos de vidro encaminhados para a reciclagem não podem conter pedaços de cristais, espelhos, lâmpadas e vidro plano usado nos automóveis e na construção civil. Por apresentarem composição química diferente, esses tipos de vidro causam trincas e defeitos no material resultante da reindustrialização. (Cempre, 2012). Contudo, algumas indústrias de vidro já incorporam percentuais de vidro plano na produção. Os cacos de vidro não devem estar contaminados com terra, pedras, cerâmicas e louças. Estes contaminantes, quando fundidos junto com o vidro, geram micropartículas que deixam o material com menor resistência. (Lund, 1993; Cempre, 2012). A presença excessiva de resíduos poliméricos pode gerar bolhas e alterar a cor da embalagem. Já a presença de resíduos metálicos pode danificar o forno utilizado para fusão, bem como provocar bolhas e manchas. Os contaminantes metálicos, no entanto, podem ser removidos por meio da utilização de eletroímãs.

Desta forma, todas as embalagens de vidro encontradas em estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, as quais não apresentem risco biológico, radiológico ou químico, podem ser recicladas. O vidro deve ser preferencialmente separado por cor para evitar alterações de padrão visual do produto final e agregar valor comercial ao material reciclado.

11.1.2 A reciclagem do alumínio

A principal fonte de alumínio nos resíduos potencialmente recicláveis de diferentes fontes geradoras são as latas, utilizadas basicamente como embalagens de bebidas. A exemplo do vidro, os resíduos de alumínio podem ser reciclados infinitas vezes sem perdas nas propriedades do material. No ano de 2011, o Brasil reciclou 98,3% das

latas de alumínio lançadas no mercado. (Abrelpe, 2012). A lata de alumínio é o material reciclável com maior valor agregado, dentre todos os resíduos potencialmente recicláveis.

Para a obtenção de 1 t de alumínio, a partir da bauxita, são necessários 17,6 MWh de energia. A economia de energia proporcionada pela reciclagem da lata de alumínio é da ordem de 95%, quando comparada com o total de energia requerido para a produção, a partir do minério. Desta forma, o consumo de energia é de apenas 0,7 MWh/t, partindo-se da lata de alumínio pós-consumo. (Calderoni, 2003).

A reciclagem evita a extração do minério das jazidas de bauxita, evitando o elevado consumo de energia, uma vez que cada tonelada de alumínio exige a extração de cinco toneladas de minério. Com a reciclagem, a poluição da água é reduzida em 97%, e a poluição do ar, em 95%, em comparação com a produção a partir do minério. (Calderoni, 2003).

O ciclo completo de uma lata de alumínio, a partir do consumo, passando pela reciclagem, até o novo consumo, é de aproximadamente 33 dias. Nesse período, uma lata de alumínio exposta em uma gôndola de supermercado é vendida, consumida, coletada, reciclada, transformada em nova lata, envasada e por fim novamente exposta em uma gôndola. (Cempre, 2012).

As latas de alumínio, quando coletadas juntamente com os resíduos recicláveis, podem estar contaminadas com matéria orgânica, umidade, plásticos, vidro, entre outras sujidades. Os resíduos de alumínio não devem conter ferro, pois este contaminante onera os custos de reciclagem. Os contaminantes ferrosos são removidos da sucata de alumínio, por meio de eletroímãs.

11.1.3 A reciclagem de metais ferrosos

As latas de aço utilizadas na embalagem de alimentos constituem a maior parcela de resíduos metálicos presentes nos resíduos domiciliares oriundos da coleta seletiva. As latas de aço são produzidas com chapas metálicas, as folhas de flandres, e possuem como principais características a resistência mecânica, a inviolabilidade e opacidade. São compostas por ferro e pequenas quantidades de estanho (0,20%) ou cromo (0,007%), que protegem o alimento contra a oxidação. (Cempre, 2012). No Brasil, 47% das latas de aço consumidas em 2012 foram recicladas. (Cempre, 2013). Quando considerados todos os segmentos que geram resíduos de aço, tais como construção civil, carcaças de eletrodomésticos e automóveis, conjuntamente com as embalagens de aço, o Brasil recicla 70% de todo o aço produzido anualmente. (Cempre, 2012).

Para serem recicladas a latas de aço não devem conter impurezas, tais como terra e outros materiais metálicos como o alumínio. A presença de grandes quantidades de matéria orgânica gera mais escória nos fornos de fundição. (Callister, 2002). A pequena quantidade de estanho e cromo nas latas de aço não interfere no processo de reciclagem. A sucata metálica é fundida nas usinas de fundição, e o metal líquido é moldado em tarugos. A sucata demora apenas um dia para ser reprocessada e transformada novamente em lâminas de aço, as quais são utilizadas por vários

setores industriais, desde montadoras de automóveis até as fábricas que irão produzir novamente latas de aço para uso em alimentos. (Lund, 1993; Cempre, 2012). Sendo assim, os resíduos metálicos podem ser reciclados infinitas vezes, sem causar grandes perdas nas propriedades mecânicas ou prejudicar a qualidade do material reciclado.

A reciclagem do aço também gera considerável redução na quantidade de energia e água utilizadas durante o processo de fabricação. Na produção de 1.000 t de barras de aço, a utilização de sucata metálica consumiria 74% menos energia e 41% menos água do que no processo de transformação do minério em produto final. Além disso, a quantidade de poluentes atmosféricos seria reduzida em 86% e, nos poluentes minerais, a redução chega a 97%. (Kanayama, 1999; Calderoni, 2003). Ainda, a reciclagem de 75 latas de aço evitaria o corte de uma árvore, assim como a reciclagem de 100 latas de aço poderia poupar uma quantidade de energia suficiente para manter uma lâmpada de 60 W ligada durante 1 hora. (Kanayama, 1999).

11.1.4 A reciclagem de papel

Ao contrário dos resíduos de vidro, alumínio e metais ferrosos, o papel perde parte de suas propriedades ao ser reciclado. No entanto, o papel é reciclado para usos distintos do original. No Brasil existem 22 categorias de aparas, ou seja, de resíduos de papel. (Calderoni, 2003). As categorias vão desde as brancas, que não possuem impressão ou qualquer tipo de revestimento, passando por jornal, revista, ondulado (nome dado ao papelão) e mistos, formados pela mistura de vários tipos de papéis. Em 2011, o Brasil reciclou 45,5% do papel e em torno de 73,3% do papelão. (Abrelpe, 2012; Cempre, 2012). A reciclagem de 1 t de aparas pode evitar o corte de 10 a 12 árvores provenientes de reflorestamento. (Kanayama, 1999).

A redução do consumo de energia chega a 3,51 MWh/t produzida a partir das aparas, já que a produção a partir da matéria-prima virgem requer 4,98 MWh/t, e a partir das aparas somente 1,47 MWh/t. (Kanayama, 1999; Calderoni, 2003). Desta forma, a economia de energia com a reciclagem de papel é da ordem de 70%. No que tange ao consumo de água, a reciclagem proporciona uma redução da ordem de 29.200 L/t. (Calderoni, 2003). Outro fator a ser considerado é a emissão de CO_2 por tonelada de papel produzida. Considerando a produção de papel a partir da matéria-prima virgem, a emissão de CO_2 varia entre 500 a 2.500 kg de CO_2/t de papel produzido, enquanto que a emissão de CO_2, a partir da reciclagem de embalagens, varia entre 500 a no máximo 1.500 kg de CO_2/t de papel produzido. (Merrild; Damgaard; Christesen, 2008).

O produto de maior valor agregado no mercado de reciclagem é o papel branco utilizado em folhas para impressão. A presença de papéis coloridos ou outros tipos de papéis reduz o valor agregado do resíduo. Os contaminantes, tais como: metal, vidros, pedras, areia e outras sujidades, além de dificultarem o reprocessamento do papel pós-consumo, também reduzem as propriedades do material reciclado e oneram os custos da reciclagem. (Lund, 1993). Para o papelão, as tintas usadas na fabricação podem inviabilizar tecnicamente sua reciclagem. O mesmo ocorre se este tiver recebido tratamento contra umidade com resinas insolúveis em água. (Cempre, 2012).

Em estabelecimentos de serviços de saúde, este tipo de resíduo é encontrado em embalagens, papel de escritório, revistas, folhetos, dentre outros, podendo ser reciclado, em sua maioria, como qualquer outro estabelecimento.

O processo de reciclagem ocorre em um equipamento chamado hidrapulper, o qual tem a função de separar as fibras, transformando-as em uma mistura homogênea. Após, as impurezas são retiradas por meio de peneiras. No caso do papelão, ao contrário do papel, não é necessário aplicar técnicas de limpeza fina, retirada de tintas, branqueamento do material e lavagens especiais.

11.1.5 A reciclagem de materiais poliméricos

Os materiais poliméricos estão presentes na vida cotidiana em várias aplicações, as quais vão desde embalagens de alimentos, utensílios diversos, roupas e calçados, até polímeros de engenharia utilizados no setor aeronáutico. Para tão vasta gama de aplicações, as quais requerem materiais com propriedades versáteis associadas à baixa densidade, a utilização dos materiais poliméricos vem crescendo cada vez mais e substituindo gradualmente os materiais cerâmicos e metálicos. O mesmo ocorre com a área da saúde, em que a maior parte dos materiais descartáveis utilizados são à base de polímeros (propés, jalecos, lençóis, envoltórios de instrumentais, copos, além de embalagens diversas). Contudo, a consolidação e o incremento do volume de resíduos poliméricos, gerados na vida moderna, representam um desafio constante sob o ponto de vista de sua reciclagem. (Forlin; Faria, 2002). Estima-se que em 2011 apenas 21,7% do total de resíduos poliméricos gerados no Brasil foram reciclados. (Cempre, 2012).

Para alavancar a reciclagem dos resíduos poliméricos, foram criados códigos de identificação dos materiais comumente utilizados em embalagens. Muitos produtos oriundos dos materiais poliméricos possuem um código de identificação, normalmente um número de 1 a 7 inserido no interior de um triângulo composto por três setas e sob estas uma abreviatura, o qual tem por objetivo indicar o tipo de polímero com o qual o produto foi confeccionado. (Forlin; Faria, 2002; Coltro; Gasparino; Queiroz, 2008). Os códigos de identificação têm como meta facilitar a reciclagem dos resíduos poliméricos descartados como resíduos sólidos, já que o código é utilizado por catadores e recicladores para a segregação dos diferentes tipos de polímeros, que constituem a massa de resíduos poliméricos oriundos da coleta seletiva.

Este sistema de código de identificação foi introduzido em 1988 pela *Society of Plastics Industry Inc.* (SPI) devido a uma solicitação dos recicladores. Desta forma, o sistema de códigos do SPI foi desenvolvido para atender as necessidades desses profissionais e acabou, ao mesmo tempo, fornecendo aos fabricantes um sistema consistente e uniforme que passou a ser aplicado em todo o território americano. (Coltro; Gasparino; Queiroz, 2008).

Os programas de reciclagem municipal, tradicionalmente, têm como meta as embalagens poliméricas. Sendo assim, o sistema de códigos proposto pela SPI proporcionou um meio de identificação dos materiais poliméricos encontrados nos resíduos sólidos urbanos. O sistema de códigos impulsiona o controle de qualidade

na linha de separação de materiais plásticos, assegurando que o polímero reciclado seja o mais homogêneo possível. (Santos; Agnelli; Manrich, 2004; Coltro; Gasparino; Queiroz, 2004).

Este sistema (SPI) serviu como base para a elaboração da NBR 13.230 (ABNT, 2008): Embalagens e acondicionamento de plásticos recicláveis – Identificação e simbologia. Os símbolos de identificação dos materiais poliméricos são apresentados na figura 2. Os polímeros identificados com os números de 1 a 6 são os que predominam no mercado e são comumente encontrados nos resíduos sólidos urbanos. O símbolo "7-Outros" normalmente é empregado para produtos fabricados com policarbonato, copolímero de acrilonitrila-butadieno-estireno (ABS), poliamida, acrílicos, ou uma combinação de diversos polímeros e/ou materiais. Neste caso, sugere-se também o uso da sigla do polímero abaixo do símbolo. (Forlin; Faria, 2002; Coltro; Gasparino; Queiroz, 2008).

Figura 2 – Símbolos de identificação dos materiais poliméricos

Politereftalato de etileno	Polietileno de alta densidade	Policloreto de vinila	Polietileno de baixa densidade
Polipropileno	Poliestireno	Outros	

Fonte: ABNT (2008).

Cabe ressaltar que quando um mesmo molde é empregado para a fabricação de diversos produtos poliméricos iguais (copos, pratos, bandeja, dentre outros), porém com polímeros diferentes, é aconselhável a adoção da impressão do símbolo no produto acabado em detrimento da gravação do mesmo no molde. A adoção desta medida tem por objetivo evitar a indicação errônea do tipo de polímero de que o produto é oriundo, fato este já observado em produtos poliméricos disponíveis no mercado brasileiro (Coltro; Gasparino; Queiroz, 2008), o que traz por consequência dificuldades para a reciclagem e acarreta um produto reciclado com reduzido valor agregado.

Nos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, os resíduos poliméricos estão presentes em diversos setores, uma vez que geralmente servem de embalagens para medicamentos, produtos alimentícios, produtos de limpeza, invólucros de esterilização de materiais, dentre outros. Nesses estabelecimentos, os resíduos poliméricos podem ser encontrados, ainda, em copos descartáveis, garrafas de água mineral e refrigerantes, embalagens de soro fisiológico, seringas descartáveis, dentre outros. Cabe ressaltar que estes resíduos são potencialmente recicláveis desde que não apresentem nenhum tipo de risco biológico ou químico.

No Brasil, o processo mais utilizado para a reciclagem de embalagens oriundas dos resíduos sólidos urbanos é a reciclagem mecânica. O processo consiste na segregação dos resíduos poliméricos, aglutinação para os filmes poliméricos, como é o caso das sacolas de supermercado, moagem, lavagem, secagem e reprocessamento, obtendo-se assim material reciclado na forma de grânulos ou já como um produto final. (Zanin; Mancini, 2004; Al-Salem; Lettieri; Baeyens, 2009). Entretanto, quanto menor for o número de componentes poliméricos na massa total de resíduos, maior o seu valor de reciclagem, em consequência da redução das etapas e dos recursos tecnológicos dispendidos no processo, como limpeza, separação dos materiais que compõem a embalagem (delaminação), separação dos diversos tipos de polímeros presentes, recuperação de água e solventes utilizados nas etapas de limpeza e delaminação, bem como a energia necessária para estas operações. (Forlin; Faria, 2002).

A reciclagem de materiais poliméricos, por meio de sua transformação em novos produtos e consequentemente alocação nos ciclos de consumo, constitui uma opção frente à realidade brasileira, face ao volume de resíduo disponível, possibilidade de aplicação de tecnologias não tão sofisticadas e caras para a reciclagem mecânica, ampla gama de materiais poliméricos disponíveis, existência de demanda e aceitabilidade no mercado interno de produtos fabricados com materiais reciclados e por representar uma rota viável do ponto de vista empresarial além de mais ecologicamente correta. (Forlin; Faria, 2002; Poletto et al., 2009).

Programas integrados de fomento à reciclagem devem considerar incentivos aos sistemas de coleta seletiva, isenção de tarifas e impostos na comercialização de produtos reciclados e sanções legais aos agentes ou ações que comprometam a cadeia de reciclagem. (Forlin; Faria, 2002). A inserção cada vez mais crescente de catadores na cadeia de reciclagem dos resíduos poliméricos demonstra que a mesma, ainda que viável sob o ponto de vista técnico-econômico e ambiental, necessita da maior integração dos catadores. Desta forma, também acarretará em ganhos sociais, na forma de geração de empregos e renda para os catadores e sua família, contribuindo também para a redução das desigualdades sociais.

11.2 Resíduos orgânicos

A geração de materiais orgânicos está associada especialmente à produção, ao preparo e aos restos de consumo de produtos alimentícios. Diferentemente da reciclagem de materiais industrializados, que impõe o esforço humano a sua

recuperação, para posterior reintrodução ao ciclo produtivo por meio de tecnologias de transformação, o material orgânico é facilmente reconhecível pelos organismos degradadores (decompositores) existentes no meio natural. Os decompositores evoluíram na natureza com a função específica de serem os recicladores daquilo que foi por ela produzido.

A compostagem ou biodigestão são processos biológicos microbianos, responsáveis pela degradação da matéria orgânica de origem animal ou vegetal e sua consequente reintrodução aos ciclos biogeoquímicos. O produto final, denominado composto, pode ser aplicado no solo com o objetivo de melhorar suas características, sem comprometer o meio ambiente. As características do composto, no entanto, devem seguir as legislações específicas do Ministério da Agricultura. Em um estabelecimento de serviços de saúde, pode-se encontrar a matéria orgânica para a compostagem nos restos de alimentos provenientes da cozinha, das podas de árvores, jardins, etc.

Dependendo da área e da localização do estabelecimento, a compostagem pode ser realizada associada aos serviços de jardinagem ou horticultura no próprio empreendimento. De outra forma, havendo a possibilidade de encaminhamento a sistemas de compostagem existentes, públicos ou privados, isto pode ser realizado desde que obedecendo à legislação pertinente e sofrendo uma adequada segregação, evitando-se misturas com quaisquer outras formas de resíduos, visando não comprometer o processo de reciclagem e a qualidade do composto gerado.

O aproveitamento de resíduos orgânicos na criação animal é admitido desde que seja seguido rigoroso controle na segregação e somente para os resíduos de preparo de alimentos nos refeitórios. Isto significa que não devem ser utilizados restos alimentares provenientes dos quartos dos pacientes para alimentação animal. O acompanhamento do processo deve ocorrer por meio de profissional habilitado, o qual ateste tanto as condições de sanidade dos resíduos quanto dos animais alimentados por estes. Em caso de pacientes em isolamento, o resíduo orgânico gerado por este é tratado como infectante.

Convém salientar que a conservação dos resíduos orgânicos é obrigatória, devendo o estabelecimento mantê-los sob refrigeração, seja para uso posterior na alimentação animal, seja para envio a aterros sanitários, quando a coleta não for diária.

11.3 Resíduos da construção civil

Resíduos da construção civil (RCC) são todos aqueles gerados em atividades de reforma, construção e demolição de edificações, estradas, passeios, entre outros, que geram resíduos de composição específica e que podem ser reciclados ou conter substâncias ou materiais que lhe conferem periculosidade. A principal característica destes resíduos é o volume gerado e sua eventualidade.

Restos de argamassa, materiais cerâmicos (tijolos, lajotas, telhas), ferragens, gesso, madeira e louças sanitárias são alguns dos principais componentes dos RCC. Estes resíduos podem ser reaproveitados ou reutilizados de diversas formas, dependendo da sua origem, da forma como foram gerados, de sua composição, da disponibilidade

de espaços para armazenamento e da sua destinação a sistemas de triagem e reciclagem. Estes últimos dependem, por sua vez, de políticas públicas e de arranjos produtivos que facilitem a logística de entrega dos mesmos.

Além destes, plásticos, papéis e papelões, resultantes da embalagem de materiais e produtos utilizados nas diferentes fases da obra, estão presentes em quantidades representativas e devem seguir os mesmos procedimentos utilizados para os recicláveis em geral. Outra categoria de resíduos, que pode ser gerada nestas circunstâncias, são os perigosos químicos, representados principalmente por embalagens de tintas e equipamentos utilizados na pintura, bem como colas, solventes, dentre outros cujas características de periculosidade lhes são conferidas pelas substâncias contidas nas embalagens ou que os compõem.

Estes resíduos vão ocorrer sempre que o estabelecimento precisar passar por processos de reforma, ampliação ou mesmo na edificação de um novo estabelecimento. Neste caso, o estabelecimento deve estar atento não apenas às possibilidades de aproveitamento, recuperação e reuso, mas também à elaboração do Plano de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil, o qual está previsto em resoluções específicas do Conama. Dentre estas, dá-se destaque à Resolução Conama 307 (Brasil, 2002b), e suas posteriores alterações (Brasil, 2004b, 2011, 2012a) que estabelecem os critérios para o gerenciamento desta tipologia de resíduo.

11.4 Outros resíduos

Vários outros resíduos podem ser ainda destacados, tais como pilhas e baterias, lâmpadas fluorescentes e pneus, os quais são igualmente passíveis de reciclagem e possuem regulamentação específica, além de fazerem parte do grupo da logística reversa estabelecida pela Lei Federal 12.305. (Brasil, 2010a). A logística reversa pressupõe a responsabilidade compartilhada entre o fabricante, os distribuidores e o consumidor, no sentido de retornar ao fabricante os resíduos para que estes possam lhes dar o destino correto, seja a reciclagem seja o tratamento ou a disposição segura. O quadro 1 apresenta um resumo das tipologias de resíduo relacionadas a sua atual situação frente ao instrumento de logística reversa.

Uma questão que cabe ficar registrada é o reuso de embalagens de produtos químicos, cuja prática deve ser ao máximo otimizada, visando evitar o descarte e a transformação destas, bem como o consequente consumo de energia associado à sua reciclagem. Já se observa esta prática em muitos estabelecimentos, especialmente em relação às embalagens de produtos domissanitários, porém estas podem ser otimizadas na medida em que o gerenciamento apontar novas possibilidades e possam ocorrer acordos com os distribuidores e fabricantes de produtos/embalagens potencialmente retornáveis.

Quadro 1 – Tipologias de resíduo passíveis de logística reversa: situação dos acordos

Tipologia de resíduo	Situação atual*
Embalagens plásticas de óleo lubrificante	Assinado em 19 de dezembro de 2012
Embalagens plásticas em geral	Aprovado pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA). Em consulta pública
Lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista	Assinado em 27 de novembro de 2014
Produtos eletroeletrônicos e seus componentes	Submetida para análise no Ministério do Meio Ambiente (MMA)
Resíduos de medicamentos e suas embalagens	Submetida para análise no Ministério do Meio Ambiente (MMA)
Pneus	Já possui sistema de logística reversa Lei Federal 12.305 (BRASIL, 2010a); Resolução Conama 416 (BRASIL, 2009); Instrução Normativa Ibama 1 (BRASIL, 2013)
Embalagens de agrotóxico	Já possui sistema de logística reversa Lei Federal 9.974 (BRASIL, 2000) Decreto Federal 4.074 (BRASIL, 2002a)
Óleo lubrificante usado ou contaminado	Já possui sistema de logística reversa Resolução Conama 362 (BRASIL, 2005)
Pilhas e baterias	Já possui sistema de logística reversa Lei Federal 12.305 (BRASIL, 2010a); Resolução Conama 401 (BRASIL, 2008); Instrução Normativa Ibama 8 (BRASIL, 2012b)

*Situação em 24 de março de 2015.
Fonte: Elaborado pelos autores.

11.5 Considerações finais

A criação de políticas ambientais nos países desenvolvidos despertou o interesse da população pela questão dos resíduos sólidos. O aumento da geração *per capita* de resíduos, fruto do modelo de alto consumo da sociedade capitalista, começou a preocupar ambientalistas e a população, tanto pelo seu potencial poluidor quanto pela necessidade permanente de identificação de novos sítios para aterro dos resíduos.

Entre as alternativas para tratamento ou redução dos resíduos sólidos urbanos, a reciclagem é aquela que desperta o maior interesse na população, principalmente por seu forte apelo ambiental e socioeconômico.

Outro aspecto relevante, que deve ser considerado, é que a implantação de programas de reciclagem estimula o desenvolvimento de uma maior consciência ambiental e dos princípios de cidadania por parte da população. O grande desafio para implantação de programas de reciclagem é buscar um modelo que permita a sua autossustentabilidade econômica. Os modelos mais tradicionais, implantados em países desenvolvidos, quase sempre são subsidiados pelo Poder Público e são de difícil aplicação em países em desenvolvimento.

Embora a escassez de recursos dificulte a implantação de programas de reciclagem, algumas municipalidades vêm procurando modelos alternativos adequados as suas condições econômicas.

Nas atividades de assistência à saúde, torna-se fundamental que os profissionais sejam devidamente orientados para que somente sejam separados, como recicláveis, os materiais que possam ser comercializados, evitando-se despesas adicionais com o transporte e manuseio de rejeitos que certamente serão produzidos durante o processo de seleção nas Centrais de Triagem. Cabe destacar que, se bem-segregados, excetuando-se os resíduos infectantes, químicos e radioativos gerados na assistência a saúde, os demais podem ser reciclados normalmente, seguindo os parâmetros definidos para cada tipo de resíduos.

REFERÊNCIAS

ABRELPE. Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2012. ABRELPE, 2012.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 13.230:2008 – Embalagens e acondicionamento plásticos recicláveis – Identificação e simbologia*. Rio de Janeiro, ABNT, 2008.

AL-SALEM, S. M.; LETTIERI, P.; BAEYENS, J. Recycling and recovery routes of plastic aolid waste (PSW): a review. *Waste Management*, Vol. 29, p. 2625-2643, 2009.

BRASIL. Lei Federal 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei Federal 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo*. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso: 4 ago. 2014.

_____. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo*. Brasília, DF, 2010a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso: 15 abr. 2011.

_____. Decreto Federal 4.074, de 4 de janeiro de 2002. Regulamenta a Lei Federal nº 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União,* Poder Executivo. Brasília, DF, 2002a. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso: 04 ago. 2014.

_____. Decreto Federal 5.940, de 25 de outubro de 2006. Institui a separação dos resíduos recicláveis descartados pelos órgãos e entidades da administração pública federal direta e indireta, na fonte geradora, e sua destinação às associações e cooperativas dos catadores de materiais recicláveis, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder*

Executivo. Brasília, DF, 2006. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso: 31 mai. 2011.

_____. Decreto Federal 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.*Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 2010b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br>. Acesso: 15 abr. 2011.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 07 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004a.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 307, de 05 de julho de 2002.* Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Brasília, DF, 2002b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 10 mai. 2011.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 362, de 23 de junho de 2005*. Dispõe sobre o recolhimento, coleta e destinação final de óleo lubrificante usado ou contaminado. Brasília, DF, 2005. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 04 ago. 2014.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 348, de 17 de agosto de 2004*. Altera a Resolução Conama nº 307, de 5 de julho de 2002, incluindo o amianto na classe de resíduos perigosos. Brasília, DF, 2004b. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 2 mar. 2015.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 401, de 4 de novembro de 2008*. Estabelece os limites máximos de chumbo, cádmio e mercúrio para pilhas e baterias comercializadas no território nacional e os critérios e padrões para o seu gerenciamento ambiental adequado, e dá outras providências. Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 4 ago. 2014.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 416, de 30 de setembro de 2009.* Dispõe sobre a prevenção à degradação ambiental causada por pneus inservíveis e sua destinação ambientalmente adequada, e dá outras providências. Brasília, DF, 2009. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 4 ago. 2014.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 431, de 25 de maio de 2011*. Altera o art. 3º da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, estabelecendo nova classificação para o gesso. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 2 mar. 2015.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 448, de 19 de janeiro de 2012*. Altera os arts. 2º, 4º, 5º, 6º 8º, 9º, 10 e 11 da Resolução nº 307, de 5 de julho de 2002, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Brasília, DF, 2012a. Disponível em: <http://www.mma.gov.br>. Acesso em: 2 mar. 2015.

_____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). *Instrução normativa Ibama 1, de 25 de janeiro de 2013*. Regulamenta o Cadastro Nacional de Operadores de Resíduos Perigosos (CNORP); estabelece sua integração com o Cadastro Técnico Federal de Atividades Potencialmente Poluidoras ou Utilizadoras de Recursos

Ambientais (CTF-APP), e com o Cadastro Técnico Federal de Atividades e Instrumentos de Defesa Ambiental (CTF-AINDA); define os procedimentos administrativos relacionados ao cadastramento e prestação de informações sobre resíduos sólidos, inclusive os rejeitos e os considerados perigosos. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://servicos.ibama.gov.br>. Acesso em: 4 ago. 2014.

_____. Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama). *Instrução normativa Ibama nº 8, de 3 de setembro de 2012*. Instituir, para fabricantes nacionais e importadores, os procedimentos relativos ao controle do recebimento e da destinação final de pilhas e baterias ou produto que as incorporem. Brasília, DF, 2012b. Disponível em: <http://servicos.ibama.gov.br>. Acesso em: 4 ago. 2014.

CALDERONI, S. *Os bilhões perdidos no lixo*. 4 ed. São Paulo: Humanitas Editora/FFLCH/USP. São Paulo, SP, 2003.

CALLISTER, W. D. Jr. *Ciência e Engenharia de Materiais*: uma introdução. 5 ed. Rio de Janeiro: LTC Ed., 2002.

CEMPRE. Compromisso Empresarial para Reciclagem. *Sítio.* São Paulo, 2012. Disponível em:<http://www.cempre.org.br>. Acesso em: 04 Ago. 2014.

_____. Instituto de Pesquisas Tecnológicas / Compromisso Empresarial para a Reciclagem *Fichas técnicas, 2013*. Disponível em: <http://www.cempre.org.br>. Acesso em 4 ago. 2014.

COHEN, M. *Advanced Materials & Processes*, v. 147, n. 3, p 70, 1995.

COLTRO, L.; GASPARINO, B. F.; QUEIROZ, G. C. Reciclagem de materiais plásticos: a importância da identificação correta. *Polímeros*, v. 18, n. 2, p 119-125, 2008.

FORLIN, F. J.; FARIA, J. A. F. Considerações sobre a reciclagem de embalagens plásticas. *Polímeros*, v. 12, n. 1, p 1-10, 2002.

KANAYAMA, P. H. *Minimização de resíduos sólidos urbanos e conservação de energia.* 1999. 130p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo. São Paulo, 1999.

LUND, H. F. *The McGranw – Hill Recycling Handbook*. New York: McGranw-Hill, 1993.

MERRILD, H.; DAMGAARD, A.; CHRISTESEN, T. H. Life cycle assessment of waste paper management: the importance of technology data and system boundaries in assessing recycling and incineration. *Resources, Conservation and Recycling*, v. 52, p 1391-1398, 2008.

POLETTO, M. et al. Perspectivas para consolidação da rede de catadores e centrais de triagem de Caxias do Sul. In: III SEMINÁRIO REGIONAL SUL DE RESÍDUOS SÓLIDOS, 2009, Caxias do Sul. *Anais...* Caxias do Sul, 2009.

SANTOS, A. S. F.; AGNELLI, J. A. M.; MANRICH, S. Tendências e desafios da reciclagem de embalagens plásticas. *Polímeros*, vl. 14, n. 5, p 307-312, 2004.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde:* contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. 2004. 242 p. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

ZANIN, M.; MANCINI, S. D. *Resíduos plásticos e reciclagem: aspectos gerais e reciclagem.* 1. ed. São Carlos: EdUFSCAR, 2004.

12

Sistemas de tratamento de resíduos de serviços de saúde

Vania Elisabete Schneider
Eduardo Pierozan
Tiago Panizzon
Verônica Casagrande
Rita de Cássia Paranhos Emmerich

O tratamento dos RSS é uma etapa do gerenciamento que evoluiu historicamente em função dos desafios enfrentados pela área da saúde, como o controle da disseminação das doenças infectocontagiosas, a exemplo do que ocorreu na década de 80 com o advento da Síndrome da Imunodeficiência Adquirida (Sida). Decorre desta uma grande comoção pública em relação à *conduta* relacionada à higiene hospitalar. Em função disso, todos os resíduos que entrassem em contato com os pacientes passaram a ser considerados como infectantes e mereciam, portanto, tratamento específico. A partir da década de 80, a discussão sobre o tema avançou significativamente, havendo consenso de que somente uma pequena quantidade de resíduos de assistência à saúde deveria receber tratamento específico. A escolha da melhor técnica a ser adotada para o tratamento dos RSS, por outro lado, varia segundo a tipologia, o potencial de risco, a quantidade gerada, a realidade do país ou da região, os recursos econômicos e naturais, a população, entre outros fatores a serem analisados.

Segundo a Anvisa (Brasil, 2006), o tratamento dos RSS, de forma genérica, consiste em quaisquer processos manuais, mecânicos, físicos, químicos ou biológicos, que alterem as características dos resíduos, visando a minimização do risco à saúde, a preservação da qualidade do meio ambiente, a segurança e a saúde do trabalhador. A Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), por sua vez, define tratamento como a aplicação

de método, técnica ou processo que modifique as características dos riscos inerentes aos resíduos, reduzindo ou eliminando o risco de contaminação, de acidentes ocupacionais ou de danos ao meio ambiente.

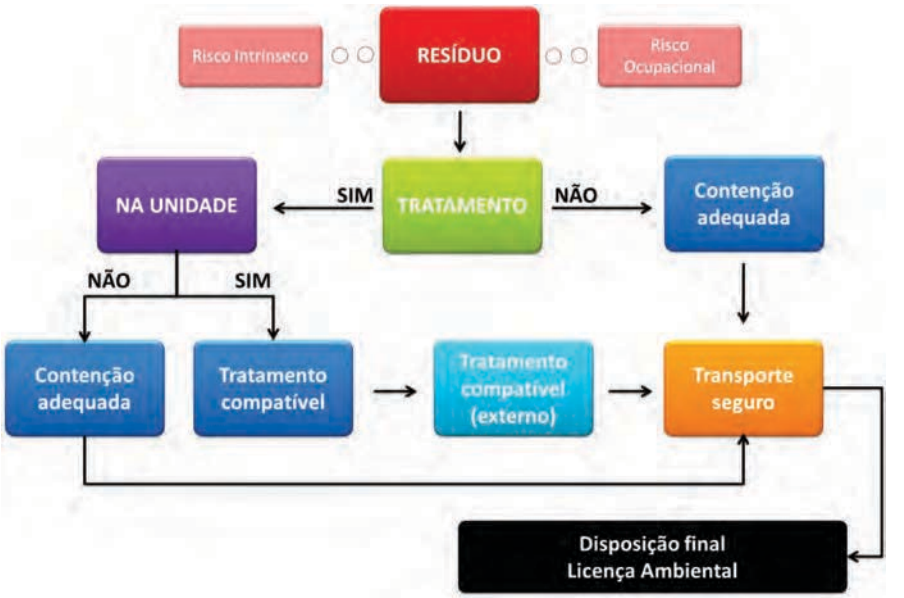
O tratamento dos RSS objetiva, particularmente em relação aos potencialmente infectantes, reduzir os riscos associados à presença de agentes patogênicos por meio da mudança nas suas características biológicas e redução ou eliminação do seu potencial de causar doenças. Para ser efetivo, um sistema de tratamento deve reduzir ou eliminar os patógenos presentes nos resíduos, de tal modo que estes não mais representem um risco às populações humanas e/ou animais, que possam estar expostos aos mesmos. Segundo o IPT (1995), no entanto, a combinação entre variáveis locais, tais como: condições geográficas, infraestrutura existente, disponibilidade de recursos e quantidade e distribuição dos serviços da saúde, resulta em efeitos sobre os resíduos. Neste sentido, a escolha do sistema mais adequado para o tratamento dos RSS deve ocorrer em função das características regionais, das leis vigentes e da possibilidade de implantar uma efetiva separação das frações infectante, radioativa, química e perfurocortante, ainda na origem.

O tratamento adequado também pressupõe a modificação das características físicas, químicas e biológicas dos RSS, ajustando-as aos padrões aceitos para determinada forma de disposição final e que opere dentro de condições de segurança e com eficiência comprovada. (IPT, 1995). Não há, no entanto, uma forma única para tratamento de todos os resíduos gerados na assistência à saúde. Resta a combinação entre as múltiplas variáveis inerentes aos serviços de assistência e os resíduos decorrentes destes. Cabe ressaltar que o tratamento é precedido da classificação adotada e da segregação realizada pelo profissional que gerou o resíduo, durante o processo da assistência. Dito de outra forma, alguns resíduos podem ser descartados como químicos ou infectantes, dependendo da situação e do contexto no qual foram gerados, e sua segregação correta é condição para que o tratamento seja igualmente adequado. (Schneider et al., 2004).

O tratamento pode ser feito no estabelecimento gerador ou em outro local, observadas, nestes casos, as condições de segurança para o transporte entre o estabelecimento gerador e o local do tratamento. Sempre que possível, deve ser realizado junto à fonte geradora, o que evita riscos decorrentes dos procedimentos extramuros, os quais são, via de regra, realizados por terceiros.

Os sistemas para tratamento de RSS devem ser objeto de licenciamento ambiental, de acordo com a Resolução Conama 237 (Brasil, 1997), e são passíveis de fiscalização e de controle pelos órgãos de vigilância sanitária e de meio ambiente. Qualquer processo de tratamento de RSS, no entanto, deverá ser constantemente monitorado por meio de indicadores que, utilizados em testes periódicos, garantem a eficiência do mesmo. Salienta-se que os indicadores biológicos são os mais recomendados. A figura 1 apresenta esquematicamente os fluxos possíveis para o tratamento dos RSS, junto à fonte geradora ou externamente a esta.

Figura 1 – Possíveis fluxos do RSS no que concerne ao seu tratamento



Fonte: Elaborada pelos autores.

Existe um razoável número de métodos alternativos para tratamento dos RSS, os quais já se encontram em uso tanto no Brasil quanto em alguns países cuja utilização possibilita que estes resíduos sejam dispostos em aterros sanitários, juntamente com os resíduos domiciliares. Estas tecnologias permitem um encaminhamento dos resíduos tratados para o circuito normal de resíduos sólidos urbanos (RSU), sem qualquer risco para a saúde pública. No entanto, um dos critérios utilizados para assegurar o descarte e a disposição de resíduos, em especial os infectantes, é a inativação microbiana.

De acordo com o documento *Technical Assistance Manual: State Regulatory Oversight of Medical Waste Treatment Technology* (EPA, 1997), existem diversos níveis de inativação microbiana. Para as tecnologias de tratamento de RSS, é necessário atingir pelo menos o nível 3, conforme apresentado no quadro 1.

Quadro 1 – Níveis de inativação microbiana

Nível de Inativação	Descrição
Nível 1	– inativação de bactérias vegetativas, fungos e vírus lipofílicos, com uma redução maior ou igual a 6 Log 10
Nível 2	– inativação de bactérias vegetativas, fungos e vírus lipofílicos e hidrofílicos, parasitas e microbactérias, com uma redução maior ou igual a 6 Log 10
Nível 3	– inativação de bactérias vegetativas, fungos e vírus lipofílicos e hidrofílicos, parasitas e microbactérias, com uma redução maior ou igual a 6 Log10 – inativação de esporos de *Bacillus staerotermophilus* ou *Bacillus subtilis*, com uma redução maior ou igual a 4 Log10
Nível 4	– inativação de bactérias vegetativas, fungos e vírus lipofílicos e hidrofílicos, parasitas e microbactérias e inativação de esporos de *Bacillus staerotermophilus* ou *Bacillus subtilis*, com uma redução maior ou igual a 6 Log 10

Fonte: Adaptado de EPA (1997).

Em grandes municípios, os sistemas de tratamento tendem a ser centralizados. Nos pequenos municípios, hospitais e outros estabelecimentos de saúde, poderão ter uma participação ativa neste processo. Soluções conjuntas, por meio de convênios firmados entre os serviços de saúde e os municípios, poderão viabilizar sistemas de tratamento em menor prazo e com custo mais baixo.

12.1 Tecnologias para o tratamento de RSS

Várias técnicas e tecnologias para tratamento de RSS estão atualmente disponíveis no mercado, sendo que muitas delas já são largamente utilizadas, seja em sistemas individualizados e internalizados nos estabelecimentos de assistência à saúde, seja em sistemas de maior porte utilizados por prestadores de serviços. Algumas destas possibilidades são apresentadas a seguir.

12.1.1 Esterilização

A esterilização, de acordo com Rodrigues et al. (1997, p. 96), "é o procedimento utilizado para a completa destruição de todas as formas de vida microbiana, com o objetivo de evitar infecções e contaminações devido ao uso de determinados artigos hospitalares". A destruição das bactérias se verifica pela termocoagulação das proteínas citoplasmáticas.

A esterilização pode ser classificada tanto como um processo químico quanto como um processo físico. No caso do processo físico, a esterilização pode ser realizada por meio da utilização de calor úmido, calor seco ou radiação. Dentre estas opções, a natureza do material determinará qual será utilizada, embora haja preferência pela utilização do calor, considerando a sua segurança, seu baixo custo e a não formação de produtos tóxicos. Já no caso do processo químico, a esterilização é realizada por meio da submissão do material a substâncias químicas, tais como: formaldeído, óxido de etileno, b-propiolactona, cloro e dióxido de enxofre.

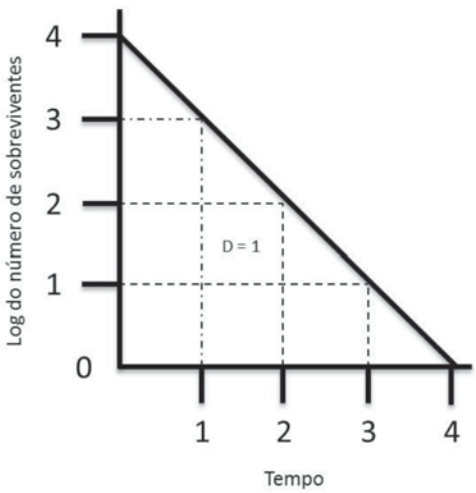
Diante da necessidade de tratamento dos RSS, a esterilização tem sido um dos métodos mais utilizados tanto em sistemas compactos, junto às fontes geradoras, quanto em sistemas mais robustos capazes de tratar grandes quantidades de resíduos, junto as Centrais de Tratamento.

12.1.1.1 Cinética de destruição de micro-organismos

A teoria mais utilizada atualmente é a que considera que a inativação dos micro-organismos obedece a uma reação de primeira ordem, ou seja, um único sítio suscetível no organismo é atingido, causando sua morte, e toda a população é atingida da mesma maneira e na mesma velocidade, uma vez que o comportamento de todos os indivíduos, numa mesma população, é similar. A definição de morte é a incapacidade de reprodução dos organismos, a qual é determinada, na prática, pela contagem em placa das unidades formadoras de colônias. É possível que um micro-organismo esteja presente numa determinada quantidade, mas seja incapaz de se reproduzir. Nesse caso, consideramos que houve morte, porque a atividade microbiana é praticamente indetectável na ausência de multiplicação. (Rodrigues et al.,1997; Schneider, 2004).

A figura 2 representa a curva de sobrevivência dos micro-organismos, que é obtida plotando-se em gráfico o logaritmo do número de sobreviventes em função do tempo, a uma dada temperatura ou agente esterilizante. O número de sobreviventes diminui em progressão geométrica com o tempo. Desta forma, se uma população for atingida em 99% no primeiro minuto, no segundo minuto sofrerá uma redução de 99,9%, e assim sucessivamente. Conforme pode ser observado, numa reação de primeira ordem de redução de população, tem-se uma reta cuja inclinação indica a taxa de redução dos micro-organismos.

Figura 2 – Curva de sobrevivência dos micro-organismos



Fonte: Schneider et al. (2004).

Para a realização de estudos de esterilização, com o objetivo de definir o tempo mínimo de contato para diminuição dos micro-organismos – de acordo com o processo –, utilizam-se comumente micro-organismos termófilos (resistentes a altas temperaturas). Nos estudos de processo por calor úmido, é utilizada a forma esporulada do *Bacillus stearothermophillus*, enquanto que o *Bacillus subtillis* é mais utilizado para processo por calor seco. Utilizando-se como padrão os micro-organismos mais resistentes a um determinado agente, pode-se, com segurança, inferir que micro-organismos mais sensíveis serão eliminados.

O tempo necessário para reduzir uma população é função da taxa de morte e do tamanho da população inicial. Na curva de sobrevivência dos micro-organismos, pode-se determinar o *valor D*, que é o tempo necessário para que haja uma redução de 90% das células viáveis em uma população. Este valor é utilizado para fazer comparações do comportamento de um mesmo micro-organismo em temperaturas diferentes e entre micro-organismos diferentes a uma mesma temperatura. (Rodrigues et al., 1997).

Para a realização bem-sucedida da esterilização de um determinado material, segundo Rodrigues et al. (1997), algumas etapas devem ser observadas:

- *adequação do artigo ao processo de esterilização*: além de ser estabelecida a relação tempo, temperatura e concentração do agente esterilizante, se o artigo não for compatível com o processo pode comprometer a penetração do agente, propagação ou condução térmica;
- *redução do bioburden*: isto é, redução da quantidade inicial de contaminantes do material. Quanto mais limpo estiver o artigo, maior a probabilidade de eliminação dos contaminantes durante a esterilização. Além disso, matéria orgânica e sujidade podem proteger os micro-organismos do contato necessário com o agente esterilizante;
- *respeito às relações tempo, temperatura e concentração do agente:* este item é fundamental para o sucesso do processo. No caso dos métodos físicos, o tempo somente poderá ser contado a partir do momento em que a temperatura especificada for atingida.

12.1.1.2 Controle da esterilização

A fim de evitar falhas no processo de esterilização, deve-se lançar mão de um controle de qualidade que pode incluir a documentação dos parâmetros físicos do processo em todas as cargas, a manutenção preventiva, e os reparos e resultados de testes realizados. Alguns testes usualmente utilizados para verificar a eficácia dos processos de esterilização são apresentados no quadro 2.

Quadro 2 – Indicadores utilizados para controle dos processos de esterilização

Indicador	Especificações
Indicadores químicos	Monitores que acusam que os parâmetros de esterilização (tempo, temperatura, pressão de vapor) foram obedecidos (fitas para autoclave, que se adquirem coloração diferenciada à temperatura mínima do processo; monitores internos em forma de tiras ou tubos contendo indicadores químicos)
Teste de *bowie-dick*	Utilizado para indicar a presença de ar residual em autoclaves pré-vácuo. Utiliza-se papel não encerado contendo fitas com indicador químico, colocado em câmara vazia, dentro de um pacote padrão, por no máximo 3,5 minutos, na primeira esterilização do dia
Termopares	Transdutores que permitem a medição da temperatura em diferentes pontos no interior da autoclave, utilizados para a verificação apurada da temperatura atingida no interior da mesma.
Testes de esterilidade	Teste feito através de cultivo, em meios adequados, de um volume amostral estatisticamente calculado de artigos de um lote, para a detecção de crescimento bacteriano
Indicadores biológicos	Tiras de papel-filtro impregnadas com carga bacteriana de 106 de *Bacillus stearothermophillus* (para autoclave) ou *Bacillus subtilis* (para estufa). São utilizadas ainda, como indicadores biológicos, ampolas contendo caldo nutriente, açúcar, indicador de pH e esporos de um micro-organismo não patogênico (*Bacillus stearothermophillus*)

Fonte: Elaborado pelos autores segundo Rodrigues et al. (1997) e Schneider et al. (2004).

12.1.1.3 Esterilização a vapor (autoclavagem)

A autoclavagem ou esterilização a vapor em altas temperaturas é um processo em que se aplica vapor saturado, sob pressão superior à atmosférica, com a finalidade de obter a esterilização de determinados materiais. Este processo é aplicado para a esterilização de artigos hospitalares e vem sendo utilizado, de maneira crescente, para a esterilização de resíduos infectantes. Quando corretamente operado, apresenta bom grau de segurança. Os resíduos tratados por este processo podem ser posteriormente dispostos em aterros sanitários, juntamente com os resíduos domiciliares. Contudo, salienta-se que os resíduos tratados por este sistema não são descaracterizados nem sofrem redução significativa de volume.

O tratamento consiste em manter o material contaminado em contato com vapor d'água a uma temperatura elevada, durante um período de tempo suficiente para destruir potenciais agentes patogênicos ou reduzi-los a um nível que não constitua risco. O processo de autoclavagem inclui ciclos de compressão e de descompressão, de forma a facilitar o contato entre o vapor e os resíduos. Os valores usuais de pressão são da ordem de 3,0 a 3,5 bar e a temperatura pode atingir 135ºC. Este processo tem a vantagem de ser familiar aos técnicos de saúde, os quais o utilizam para processar diversos tipos de materiais de uso na assistência. O processo normal de autoclavagem comporta basicamente as operações apresentadas no quadro 3.

Quadro 3 – Operações do processo normal de autoclavagem

Operações	Descrição
Pré-vácuo inicial	Criam-se condições de pressões negativas de forma a que na fase seguinte o vapor entre em contato com os resíduos
Admissão de vapor	Introdução de vapor na autoclave e aumento gradual da pressão de forma a criar condições para o contato entre o vapor e os resíduos e para destruição de invólucros que limitem o acesso do vapor a todas as superfícies
Exposição	Manutenção de temperaturas e pressões elevadas durante um determinado período de tempo até se concluir o processo de descontaminação

Fonte: Elaborado pelos autores segundo Rodrigues et al. (1997) e Schneider et al. (2004).

Como o vapor é o agente esterilizante, deve ser saturado (100% de umidade relativa) e estar completamente em sua fase gasosa, evitando-se a formação de gotas de água, as quais são indesejáveis, pois podem criar uma barreira que dificulta a remoção do ar e interfere na fase de secagem do material.

Segundo Rodrigues,

> o vapor saturado, sob pressão, promove seu efeito biocida, quando ocorre a transferência do calor latente do vapor para os artigos. O calor então é transferido através da penetração nos artigos e age coagulando proteínas celulares e inativando os microrganismos. Os artigos esterilizados devem permitir a penetração de vapor, o que não ocorre, por exemplo, com óleos. (Rodrigues et al., 1997, p. 99).

Os principais fatores que influenciam o sucesso da esterilização são o tipo de resíduo a ser autoclavado, o volume do material, a densidade do mesmo e a adição de água. Estes fatores influenciam diretamente a propagação do calor no material e, consequentemente, na completa destruição dos patógenos. O grau de penetração do vapor é fator crítico para a eficácia do tratamento; o ar é o grande inimigo da eficácia da esterilização, uma vez que impede o contato direto do vapor com os resíduos e a penetração mais lenta e ineficiente. O volume e a compactação dos resíduos podem também impedir o contato do vapor com os mesmos, comprometendo o processo de esterilização. Caso sejam utilizados sacos plásticos para o acondicionamento dos resíduos, estes devem ser de materiais compostos de polietileno e poliamida que resistam a altas temperaturas e apresentem boa permeabilidade de vapor, para assegurar uma penetração rápida e segura deste. (Risso, 1993).

O monitoramento do processo de esterilização, por meio de indicadores de esterilização biológicos (*Bacillus stearothermophillus)*, bem como o controle da temperatura e pressão, permite monitorar a operação.

De acordo com a carga a tratar, o tempo de exposição e a temperatura de cada ciclo de tratamento, as autoclavagens podem ser programadas segundo apresentado a seguir:

- *exaustão lenta*: liberação gradual do vapor, que passa por um filtro poroso com uma malha suficientemente fina, para impedir a passagem de micro-organismos para o exterior da autoclave. Diminuição gradual da pressão até 1atm;
- *arrefecimento da carga*: redução da carga até uma temperatura que permita a retirada dos resíduos da autoclave.

Após processados, os resíduos tratados podem ser encaminhados para disposição final, a qual deve ser igualmente licenciada pelo órgão ambiental competente.

Os efluentes líquidos gerados pelo sistema de autoclavagem devem atender os limites de emissão dos poluentes, estabelecidos na legislação ambiental vigente, antes de seu lançamento em corpo hídrico ou rede de esgoto.

Essa tecnologia pode tanto ser aplicada dentro do estabelecimento gerador de resíduos, em equipamentos de menor porte, que não precisam ser licenciados, como em instalações maiores com equipamentos de grande porte, cujo empreendimento obrigatoriamente deve ser licenciado.

12.1.1.4 Esterilização a seco ou inativação térmica

Este processo segue o mesmo princípio da esterilização a vapor, na qual o material é submetido a altas temperaturas por determinado tempo, resultando na inativação dos micro-organismos patogênicos.

A esterilização a seco, realizada em estufas ou fornos, pode ser considerada um processo lento, em função das temperaturas exigidas (165 a 170ºC). O resíduo deve ficar submetido à condição de esterilização por um período igual ou superior a 2 horas, e sua eficiência deve ser verificada periodicamente com testes químicos e biológicos.

Algumas precauções devem ser tomadas para garantir o sucesso da esterilização:

- pré-aquecimento da estufa ou forno na temperatura indicada;
- livre circulação de ar na câmara;
- o tempo estabelecido deve ser contado a partir do momento em que a temperatura for atingida, após a colocação do material em estufa ou forno.

A utilização deste método é restrita, devido à energia requerida para elevar a temperatura e ao longo tempo necessário, ao mesmo tempo em que é necessário estabelecer a relação "tempo/temperatura" para cada tipo de resíduo infectante a ser tratado. (Risso, 1993).

12.1.1.5 Esterilização por radiação ionizante

A esterilização por radiação ionizante é um método de esterilização a baixas temperaturas, e parte do princípio de que a irradiação pode destruir micro-organismos patogênicos por radiólise das moléculas de água constituintes, evitando, assim, a sua duplicação. (Risso, 1993; Couto, Pedrosa, Nogueira 1997).

Segundo Couto, Pedrosa e Nogueira (1997), as principais formas de radiação são os raios gama, ultravioleta, por feixe de elétrons e infravermelho. A radiação por feixe de elétrons é limitada devido a sua baixa capacidade de penetração. A esterilização por raio infravermelho tem sido usada para esterilizar dutos em sistema central de circulação de ar. As radiações utilizadas para o tratamento de resíduos sólidos e efluentes líquidos são a radiação gama e ultravioleta.

Para a emissão de raios gama utiliza-se Cobalto 60, cujos raios têm capacidade de penetração de vários metros, sendo indicado, por esta razão, para o tratamento de resíduos pastosos e embalados. O tratamento de RSS por raios gama é vantajoso porque tem baixo consumo de energia e não aquece o material.

De acordo com Risso (1993) as radiações ultravioleta são normalmente utilizadas para o tratamento de águas residuárias, e não possuem a mesma força de penetração dos raios gama. O alto custo inicial deste processo tem se tornado o maior empecilho para a implantação da esterilização por raios gama. Porém, deve ser realizada uma análise custo-benefício, pois, ao longo do tempo, a instalação se torna econômica, uma vez que o custo de operação é mínimo. Os resíduos tratados por este sistema podem ser dispostos em aterros sanitários.

Esse processo apresenta desvantagens em relação aos processos anteriores, segundo Monteiro et al. (2001), no que diz respeito à eficiência de tratamento, a qual é questionável, uma vez que há possibilidades de nem toda a massa de resíduos ficar exposta aos raios eletromagnéticos. Além disso, há a necessidade de dispor adequadamente a fonte exaurida de Cobalto 60 (radioativa). Suas vantagens referem-se à ausência de emissão de efluentes de qualquer natureza, assim como ao fato de ser um processo contínuo.

12.1.1.6 Esterilização por gases

É possível utilizar gases esporicidas e, portanto, esterilizantes, no tratamento de resíduos. Como exemplo destes gases pode-se citar: formaldeído, óxido de etileno, b-propiolactona, cloro e dióxido de enxofre.

A esterilização por gases apresenta a vantagem de não necessitar de aquecimento nem da dissolução em água. Por outro lado, eles somente atuam sobre superfícies expostas, com exceção dos materiais porosos e permeáveis, o que limita seu poder esterilizante. O uso mais comum deste tratamento é para descontaminação de instrumentos cirúrgicos em estabelecimentos médicos ou em indústrias.

A grande desvantagem deste processo é o risco associado aos gases esterilizantes, o que, muitas vezes, pode expor as pessoas envolvidas a riscos maiores do que o próprio resíduo não tratado. Além disso, seria necessário um grande espaço físico

para a esterilização de RSS por gases e, consequentemente, uma maior quantidade de esterilizantes, aumentando assim os riscos acidentais e ambientais. Por estas razões, este processo não é normalmente recomendado para o tratamento de RSS, segundo Risso (1993).

12.1.1.7 Micro-ondas de baixa e alta frequência

O micro-ondas é uma tecnologia relativamente recente de tratamento de RSS, que consiste na descontaminação dos resíduos com emissão de ondas de alta ou de baixa frequência a uma temperatura elevada (entre 95 e 105ºC). Os resíduos devem ser submetidos previamente a processo de trituração e umidificação.

As micro-ondas não são fontes diretas de calor. O magnetron, neste caso, gera uma onda eletromagnética com frequência geralmente de 2.450 MHz. Mediante o processo de ressonância, a onda é absorvida pelas moléculas de água existentes no resíduo, proporcionando o aumento do grau de agitação das moléculas, o que provoca a dissipação de calor. Para que este processo ocorra adequadamente, os RSS devem ser umedecidos com vapor, em razão da sua baixa umidade. Temperaturas da massa de resíduo úmido entre 98ºC a 105ºC ocasionariam a destruição dos micro-organismos presentes nos resíduos. (Diaz; Savage; Eggerth, 2005).

Nos processos de aquecimento, parâmetros como a potência da fonte de calor, a massa e a capacidade calorífica da substância ou corpo em aquecimento; o tempo de aquecimento e as características fluidodinâmicas do meio garantem o processo de inativação microbiana por micro-ondas, que é predominantemente térmico, segundo Fujikawa, Ushioda e Kudo (1992).

Em alguns equipamentos, os resíduos são triturados, umedecidos com vapor úmido e aquecidos num forno de micro-ondas, no qual há um dispositivo para revolver e transportar a massa de resíduos, assegurando que todo o material receba uniformemente a radiação.

As vantagens desse processo, segundo Monteiro et al. (2001), são a ausência de emissão de efluentes de qualquer natureza e a continuidade do processo. Segundo o mesmo autor, as principais desvantagens são representadas pelo custo operacional relativamente alto e a redução do volume a ser aterrado obtido somente em equipamentos que realizam trituração.

12.1.1.8 Esterilização com vapor e micro-ondas (microclave)

Este processo associa o uso de vapor d'água, sob alta pressão, e micro-ondas. Pode funcionar no modo esterilização ou no modo desinfecção, sendo que os parâmetros alterados em cada modo são a pressão de vapor (entre 1 e 5 atm), com ciclos de micro-ondas (em 2.450 mHz) e o tempo de duração do ciclo completo.

Os resíduos a serem tratados são introduzidos no equipamento em embalagens que permitam a penetração do vapor d'água. Estes resíduos são submetidos a ciclos alternados de vapor e vácuo, em combinação com as micro-ondas. Todo o processo é controlado mediante um sistema de microprocessador incorporado em cada unidade.

Após o tratamento, o resíduo sofre parcial diminuição do seu volume pelo efeito do calor sobre os materiais poliméricos, principalmente. A utilização de trituradores e/ou compactadores, associados ao sistema, pode reduzir significativamente o volume do resíduo, descaracterizando-o e permitindo, assim, sua disposição em aterros sanitários após o tratamento. O processo de esterilização por calor úmido e micro-ondas é considerado uma tecnologia limpa por não apresentar emissões gasosas ou líquidas, evitando-se, assim, maiores impactos ao meio ambiente. A associação de altas temperaturas (acima de 120ºC) com alto vácuo permite uma redução do tempo de exposição do material a essas condições, assim como força uma penetração maior do vapor úmido, aumentando a eficiência do processo de esterilização e reduzindo, igualmente, o tempo de exposição. (Orlandin; Schneider, 2001a; 2001b).

12.1.1.9 Desativação eletrotérmica

Este processo consiste em uma dupla trituração prévia ao tratamento, seguida pela exposição da massa triturada a um campo elétrico de alta potência, o qual é gerado por ondas eletromagnéticas de baixa frequência, atingindo uma temperatura final entre 95 e 98ºC. Neste processo, não há a emissão de efluentes líquidos nem gasosos, e a redução de volume só é obtida pelo sistema de trituração.

As vantagens e desvantagens deste processo, segundo Monteiro et al. (2001), são as mesmas do processo de micro-ondas, agravadas pela dificuldade de manutenção do equipamento e ausência de redução do volume, a não ser que se instale um sistema de trituração posterior ao tratamento.

12.1.1.10 Desinfecção química

De acordo com Risso (1993), o processo de desinfecção química é realizado pela adição de substâncias químicas líquidas nos resíduos, tais como: peróxido de hidrogênio, ácidos, álcoois, compostos de amônia quaternária, cetonas, cloro e seus compostos. A desinfecção quebra os materiais orgânicos e destrói os agentes infecciosos.

Segundo Risso (1993), este processo apresenta vantagens como a facilidade de tratamento de materiais líquidos e seu baixo custo de investimento inicial. Como desvantagem, este processo não é indicado para o tratamento de peças anatomopatológicas, animais contaminados e parte dos materiais provenientes de isolamento. Ainda, este processo torna-se ineficiente se houver excesso de matéria orgânica. Some-se a isso o inconveniente da geração de resíduos líquidos no processo.

De acordo com o mesmo autor, alguns fatores devem ser observados quando se utiliza este método de desinfecção: o tipo de micro-organismo a eliminar; o grau de contaminação; a quantidade de material proteico; o tempo de contato; o pH e o prazo de validade do desinfetante.

Os resíduos não são eliminados quando tratados pelo processo de desinfecção química, podendo ainda absorver o líquido desinfetante que, por si, é um poluente

químico. A disposição destes resíduos deve ser efetuada observando-se as leis em vigor.

12.1.1.11 Desinfecção mecânica/química

Esta técnica de tratamento de resíduos associa a trituração mecânica com a desinfecção química. Desta forma, no final do processo, há a geração de efluente líquido. Este tipo de desinfecção conta com as mesmas desvantagens da desinfecção química e às suas vantagens são acrescida a descaracterização e a redução do volume do resíduo tratado. O efluente líquido gerado pode ser descarregado na rede de esgoto, desde que suas características atendam os padrões estabelecidos pela legislação local. (Risso, 1993).

12.1.2 Incineração

A incineração consiste em um processo de tratamento de resíduos sólidos, definido como a reação química em que os materiais orgânicos combustíveis são gaseificados em um período de tempo prefixado. O processo se dá pela oxidação dos resíduos à alta temperatura, sob condições controladas, com a ajuda do oxigênio contido no ar, resultando na conversão de materiais combustíveis (RSS) em resíduos não combustíveis (escórias e cinzas) e na emissão de gases.

Embora seja um termo comumente utilizado para designar todos os sistemas de queima, a incineração refere-se ao processo de combustão efetuada em incineradores de câmaras múltiplas, o qual apresenta mecanismos para um rigoroso monitoramento e controle dos parâmetros de combustão. A incineração é atualmente aceita para o tratamento da maioria dos tipos de RSS, principalmente os infectantes e perfurocortantes, tornando-os inócuos.

Mundialmente, a incineração tem sido praticada objetivando a redução dos volumes a serem dispostos, em face de problemas com a disponibilidade de áreas, redução da periculosidade dos resíduos – como é o caso dos RSS – e possibilidade de recuperação de energia. (Dempsey; Oppelt, 1996).

No Brasil, o primeiro incinerador para resíduos municipais foi instalado na cidade de Manaus, em 1896, 22 anos depois da implantação da primeira unidade construída no mundo, na cidade de Nottingham, Inglaterra, em 1874. Cabe ressaltar, contudo, que este pioneirismo não foi acompanhado de um crescimento na utilização da incineração como forma de tratamento de resíduos no País.

No sentido de regrar os sistemas de oxidação térmica no Brasil, em 2002 o Conama lançou a Resolução 316 (Brasil, 2002), que dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento de resíduos.

Dentre as vantagens apontadas para a incineração de resíduos, está a redução drástica do volume a ser descartado (entre 90 e 95%), uma vez que a incineração gera como produto final somente cinzas, as quais são geralmente inertes, reduzindo a necessidade de espaço para aterro; redução do impacto ambiental comparativamente aos aterros sanitários, pois minimiza a preocupação em longo prazo com o

monitoramento do lençol freático, já que o resíduo tóxico é destruído e não "guardado"; e a destoxificação, pois destrói bactérias, vírus e compostos orgânicos, como o tetracloreto de carbono, óleo ascarel e até mesmo dioxinas. Na incineração, a dificuldade de destruição não depende da periculosidade do resíduo, mas de sua estabilidade ao calor. A recuperação de energia é fator interessante, pois parte da energia consumida pode ser recuperada para geração de vapor ou eletricidade.

Entre as desvantagens da incineração de resíduos estão: o custo elevado, tanto no investimento inicial quanto no operacional; exigência de mão de obra qualificada; os problemas operacionais em função da variabilidade da composição dos resíduos, o que pode resultar em problemas de manuseio e operação, além de exigir manutenção mais intensa; e os limites de emissões de componentes da classe das dioxinas e dos furanos. (Schneider et al., 2004).

Os tipos de incineradores mais utilizados no tratamento de RSS são os incineradores de ar controlado, de câmaras múltiplas e de forno rotativo. Os dois últimos tipos têm sido preteridos pela excessiva emissão atmosférica. Em relação à instalação destes equipamentos, a opção mais acertada é aquela que decide por unidades centralizadas.

Um incinerador é geralmente composto por duas câmaras (estágios) de combustão. Na primeira câmara, os resíduos são submetidos à temperatura mínima de 800ºC, resultando na formação de gases, os quais são processados na câmara de combustão. Já na segunda câmara, as temperaturas ficam entre 1.000 e 1.200ºC. Segundo a Resolução Conama 316, a temperatura na câmara secundária não pode ser inferior a 800ºC. (Brasil, 2002). Já a Cetesb impõe limites mais rígidos, não podendo a temperatura, nas câmaras primária e secundária, ser inferior a, respectivamente, 800 e 1.000ºC. (Cetesb, 1997).

Após a incineração dos resíduos, os poluentes gasosos gerados devem ser processados em Equipamento de Controle de Poluição (ECP) anteriormente ao seu lançamento na atmosfera, devendo atender os limites de emissão estabelecidos pelo órgão de meio ambiente. Dentre os poluentes gerados, destacam-se ácido clorídrico, ácido fluorídrico, óxidos de enxofre, óxidos de nitrogênio, metais pesados, particulados, dioxinas e furanos.

Além dos efluentes gasosos gerados no sistema de incineração, ocorre a geração de cinzas e escórias na câmara de incineração de resíduos, além de outros poluentes sólidos no ECP, bem como efluentes líquidos, caso o tratamento ocorra por via úmida. Os resíduos do EPC, em geral, contêm metais pesados em alta concentração e não podem, portanto, ser destinados para aterros sanitários, sendo necessário o seu encaminhamento para aterro de resíduos Classe I – perigosos. Já os resíduos da câmara de incineração podem, de acordo com a Resolução Conama 316 (Brasil, 2002), ser dispostos como resíduos Classe IIA – não perigosos e não inertes – e Classe IIB – não perigosos e inertes – se comprovada sua inertização pelo operador do incinerador.

Já os efluentes líquidos, gerados pelo sistema de incineração, devem atender os limites de emissão de poluentes estabelecidos na legislação ambiental vigente.

O desempenho de um incinerador está relacionado a vários fatores, dentre os quais se destacam, segundo Dempsey e Oppelt (1996): a variação na composição dos resíduos a serem incinerados; a temperatura, o tempo de residência dos gases na câmara secundária; o turbilhonamento ou excesso de ar. Em outras palavras, pode-se dizer que a operação de um incinerador baseia-se no tripé temperatura, tempo de retenção e quantidade de ar necessária para a queima completa dos resíduos, resultando em um desempenho satisfatório do equipamento, com grande redução na emissão de gases poluentes. A incineração como forma de tratamento de RSS sofre, no entanto, severos questionamentos, particularmente pela emissão destes compostos.

A geração de dioxinas e furanos, durante a incineração, é devida à presença desses compostos nos resíduos de entrada; contudo, sua formação pode ocorrer durante a combustão ou, ainda, posteriormente, a partir dos seus precursores, nas zonas mais frias de pós-combustão. Neste último caso, é provável que as dioxinas e os furanos sejam gerados pela ação do HCl, que se forma sobre a superfície das cinzas durante a combustão. O HCl favorece a formação de um agente clorante que, em contato com os compostos aromáticos presentes, dá lugar à produção de dioxinas e furanos. Estudos de laboratório têm demonstrado que a temperatura na qual são formadas as dioxinas, na superfície das partículas de cinza, varia entre 250 a 400ºC, atingindo o máximo em 300ºC. Por esse motivo, recomenda-se a redução brusca da temperatura nas zonas de pós-combustão para menos de 250ºC, a fim de não dar tempo à formação de dioxinas e furanos, ou evitar a "via de novo". (Dellinger, 1990).

Os dados mais recentes das emissões de dioxinas e furanos de incineradores de resíduos municipais e de serviços de saúde são resultado de um programa de testes da EPA, efetuados para dar subsídios ao desenvolvimento da regulamentação dessas fontes. Estes dados demonstram que o 2,3,7,8-TDCC (Tetraclorodibenzo-p-dioxina), PCDD (policlorodibenzo-p-dioxinas) e PCDF (*policloro*dibenzo-furanos) têm sido detectados mais frequentemente nas emissões de incineradores de resíduos municipais e de serviços de saúde, numa magnitude de 3 a 4 vezes mais altos que as emissões relatadas em incineradores de resíduos perigosos, e em fornos e caldeiras industriais queimando resíduos perigosos. (Eddinguer, 1991).

Por outro lado, há que se considerar ainda, segundo Dempsey e Oppelt (1996), que as cinzas resultantes dos processos de incineração, as quais incorporam em sua matriz ou em sua superfície substâncias tóxicas, principalmente metais pesados e dioxinas, tornam problemática a sua disposição final.

12.1.13 Pirólise

O processo de pirólise pode ser genericamente definido como sendo a decomposição química por calor na ausência de oxigênio, minimizando, portanto, as emissões de poluentes formados em atmosfera oxidante, como dioxinas e furanos. É um processo formado por uma série de reações complexas, iniciadas quando um material é aquecido (entre 400 a 800ºC) na ausência de oxigênio, para produzir correntes de vapores condensáveis e não condensáveis e resíduos sólidos. De acordo com Melo (2011), durante o processo de pirólise ocorrem reações químicas que

resultam na desnaturação, no craqueamento e rompimento das ligações químicas dos polímeros, liberando gases e vapores. Como resultado, o processo provocará a carbonização dos materiais de natureza orgânica e, consequentemente, a redução de massa e volume do material processado.

Os processos pirolíticos são endotérmicos, ao contrário do processo de incineração. A pirólise e a gaseificação são dois processos de tratamento térmico que se diferenciam da incineração pelo fato de o material não entrar em combustão, uma vez que a queima é realizada com um baixo índice de oxigênio. A grande diferença entre a pirólise e a gaseificação está na temperatura de operação e no tempo de residência, isto é, no tempo em que o resíduo permanece no reator, conforme pode-se observar a tabela 1.

Tabela 1 – Diferenças entre a pirólise e a gaseificação

Técnica	Temperatura (°C)	Tempo de residência	Proporção dos componentes		
			Líquido	*Carvão*	*Gás*
Pirólise	450 a 550	curto	75%	12%	13%
Gaseificação	900	longo	5%	10%	85%

Fonte: Bridgtwater (2003).

A reação de pirólise por ser endotérmica, há a necessidade de se fornecer calor ao sistema, que pode ser realizada por meio de combustíveis convencionais ou alternativos, como é o caso do uso de biomassa.

As principais vantagens do processo de pirólise utilizado para o tratamento de RSS, segundo Melo (2011), são a redução de massa (entre 80 e 90%), a eliminação de chorume na disposição final e a possibilidade de modificação da classificação do resíduo processado, de Classe I – perigoso para Classe IIA – não perigoso e não inerte. Plantas de tratamento de RSS via processos pirolíticos requerem, assim como nos processos de incineração, Equipamentos de Controle da Poluição (EPC). Tais equipamentos costumam ser, nos processos pirolíticos, menos sofisticados quando comparados aos EPCs dos processos de incineração, devido à natureza dos gases gerados na pirólise, em ausência de oxigênio.

12.1.4 Plasma

O processo de tratamento de resíduos por plasma diferencia-se dos demais pela alta capacidade energética e pela capacidade de queima a altas temperaturas, muito superior às convencionais (mínima 1.900ºC). A destruição dos resíduos e dos micro-organismos patogênicos ocorre devido à associação das altas temperaturas geradas pelo plasma com a pirólise dos resíduos. (Risso, 1993).

A tecnologia fundamenta-se no aquecimento de um gás a temperaturas elevadas, nas quais ocorrem mudanças significativas nas suas propriedades: por volta de 2.000ºC, as moléculas do gás iniciam um processo de dissociação do estado atômico; a 3.000ºC, os átomos são ionizados pela perda de parte dos elétrons. O gás ionizado resultante

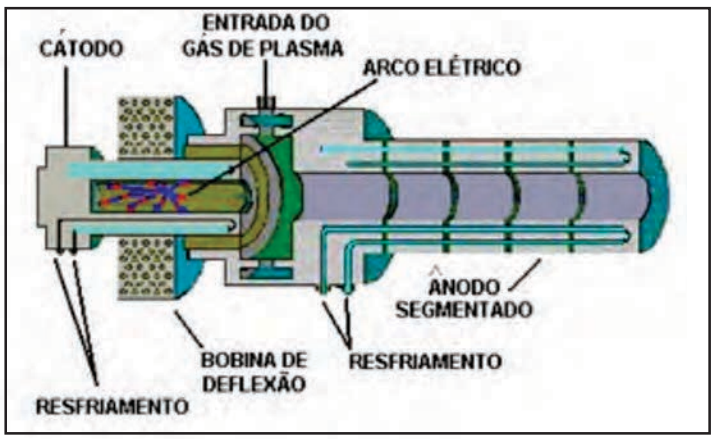
é o plasma, uma forma especial de material gasoso que conduz eletricidade e que pode atingir temperaturas extremamente elevadas, podendo variar entre 5.000 a 50.000ºC, de acordo com as condições de geração. (Menezes; Bessa; Menezes, 1999; Santos, 2011).

O plasma, conhecido como o "quarto estado da matéria", é gerado pela formação de um arco elétrico, através da passagem de corrente entre o cátodo e ânodo. A injeção de um gás faz com que este seja ionizado, sendo então projetado sobre os resíduos.

O processo aceita qualquer tipo de RSS. Os materiais são decompostos pela alta temperatura da chama de plasma (4.000ºC). Os produtos gerados neste processo reagem com o vapor injetado, transformando-se em substâncias mais simples, tais como: metano, hidrogênio, monóxido de carbono e dióxido de carbono. Os materiais não orgânicos (metais, vidros, etc.) são fundidos em forma de lava que, ao solidificar, vitrificam. Os gases produzidos no processo podem ser utilizados no aquecimento de caldeiras ou na obtenção de metano. A escória gerada é inerte e não lixiável; portanto, não é tóxica nem agressiva ao meio ambiente, servindo para qualquer tipo de agregado ou podendo ser disposta em aterro sanitário.

O plasma é gerado e controlado em tochas de plasma, dispositivo que transforma energia elétrica em calor transportado por um gás. A eficiência de transformação de uma tocha de plasma (figura 3) varia entre 85 e 90% da energia elétrica utilizada na geração do plasma.

Figura 3 – Corte de uma tocha de plasma, mostrando o processo de criação do jato de plasma



Fonte: Santos (2011).

O tratamento de resíduos por plasma, segundo Santos (2011), pode acontecer de duas formas: fazendo incidir a tocha de plasma diretamente sobre os resíduos ou provocando o seu aquecimento prévio numa câmara de gaseificação. Uma vez aplicado sobre os resíduos, produz a dissociação das ligações moleculares existentes nos compostos sólidos, líquidos ou gasosos, dissociando-se em compostos mais simples. O processamento em duas câmaras, por sua vez, consiste em duas etapas

distintas: os resíduos são inseridos numa primeira câmara para gaseificar a sua parte orgânica, originando um gás parcialmente oxidado e fundindo a parte inorgânica. Numa segunda câmara, os gases e os líquidos gerados são decompostos através de um reator de plasma (*ScanArc*®, 2011).

Ocorrida a dissociação, os materiais são recuperados em três formas distintas, segundo Santos (2011):

- gás sintetizado de plasma, que é conduzido para um sistema de combustão para aproveitamento do poder calorífico dos gases;
- materiais inorgânicos na forma de silicatos vítreos, os quais poderão conter pequenas quantidades de metais encapsulados, apresentando altíssima dureza, similar a um mineral de origem vulcânica.

Os elementos encapsulados, mesmo os perigosos (Pb, Cd, etc.), são totalmente insolubilizáveis e não lixiviáveis, porque estão aprisionados na matriz cristalina do material. Os gases gerados na decomposição (metano, monóxido e dióxido de carbono, hidrogênio, nitrogênio e água) devem ser tratados, a exemplo do que ocorre nos incineradores convencionais.

As principais vantagens e desvantagens do uso de plasma na decomposição térmica, apontadas por Santos (2011), são apresentadas no quadro 4.

Quadro 4 – Vantagens e desvantagens do uso do plasma

Vantagens:	Desvantagens:
– elevadas temperaturas causam rápida e completa pirólise da substância orgânica, permitindo fundir e vitrificar certos resíduos inorgânicos	– é uma técnica delicada, exigindo alto investimento, o que pressupõe a contínua disponibilidade de resíduos a tratar. Isto pode ser comprometedor para uma estratégia de redução, a médio ou longo prazo, dos mesmos
– os produtos vitrificados são similares a um mineral de alta dureza	– o volume de gases inicialmente gerado é mais baixo do que na combustão convencional, mas depois da combustão dos gases produzidos, é idêntico ao de outras formas de incineração
– reduções de volume extremamente elevadas, podendo ser superiores a 99%	– o sistema não dispensa um sofisticado sistema de lavagem de gases, tal como um incinerador, para a retenção dos metais voláteis e dos gases ácidos
	– para o tratamento de resíduos diversificados, em particular contendo matéria orgânica em quantidades significativas, as técnicas de plasma / pirólise não parecem ter alcançado grande desenvolvimento industrial. Os resíduos acabam por ser incinerados de forma indireta, isto é, são decompostos e depois eliminados por combustão
	– relativamente à geração de dioxinas/furanos, os sistemas estão dependentes das tecnologias de recuperação térmica utilizadas a jusante, não sendo garantida uma vantagem sobre as tecnologias de incineração mais avançadas nem com as técnicas mais simples de gaseificação

Fonte: Santos (2011).

12.2 Comparação entre as principais tecnologias de tratamento de RSS

Segundo Machado (2002), os RSS espelham-se num cenário de incertezas quanto aos riscos potenciais que lhe são imputados, o que repercute no quadro legal e institucional, que deixa lacunas quanto a uma orientação precisa sobre o tratamento a ser dado a esses resíduos, em detrimento do leque de alternativas tecnológicas existentes. Trata-se de um assunto multidisciplinar cujas informações ainda se encontram, de certo modo, dispersas e pulverizadas. Este autor desenvolveu pesquisas *ad hoc* de avaliação, utilizando-se do método Delphi (discussão entre *experts* para chegar a uma conclusão), com vistas a colher subsídios à tomada de decisões, e esboçou um modelo comparativo de tecnologias com vantagens e desvantagens na aplicação dos diferentes modelos tecnológicos, à frente das vertentes socioambientais, econômicas e institucionais. As tecnologias consideradas consensuais pelos especialistas, para o tratamento de RSS com risco biológico, em termos de vantagens e desvantagens, segundo o autor, são apresentadas no quadro 6. Apresenta-se, igualmente por meio do quadro 6, um comparativo de custos operacionais de diferentes tecnologias, quando utilizadas para tratamento de RSS, proposto por Monteiro et al. (2001).

Machado (2002) traz ainda a questão das valas sépticas como forma de tratamento de RSS. Assim como o aterro sanitário, existe no meio técnico e acadêmico um debate recorrente sobre se esse tipo de estrutura consiste em um sistema de tratamento de resíduos ou de disposição final. Na visão dos autores deste livro, as valas sépticas assemelham-se a sistemas de destinação final, sendo então detalhadas no capítulo subsequente

Uma análise do quadro 6 deixa claro que não existe uma tecnologia definitiva para tratamento de RSS, a qual apresente apenas vantagens sobre as demais. Sendo assim, a escolha da melhor tecnologia a ser empregada vai depender de fatores, tais como: as características do resíduo, a quantidade gerada, os recursos humanos e financeiros disponíveis, e os parâmetros a serem atingidos. A escolha do sistema de tratamento, então, é um processo que precisa ser cuidadosamente planejado, devendo fazer parte da própria concepção do estabelecimento de saúde. Por fim, juntamente à tecnologia a ser adotada, precisa-se avaliar as vantagens de terceirização ou não destas, devendo-se levar em conta o risco decorrente do transporte de resíduos perigosos por grandes distâncias, no caso da terceirização do tratamento.

Quadro 5 – Faixas de custo operacional dos processos de tratamento de RSS

Processo	Tipo	Faixa de preço (US$)
Destruição térmica	Incineração	150 a 180
	Pirólise	120 a 180
Radiação	Micro-ondas	75 a 85
	Radiação ionizante	75 a 90
	Desativação eletrotérmica	75 a 90
Desinfecção	Autoclave	45 a 75
	Desinfecção química	35 a 50

Fonte: Monteiro et al. (2001).

Quadro 6 – Vantagens e desvantagens de algumas tecnologias de tratamento de RSS

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Pirólise	– alta eficiência de desinfecção – pode ser aplicado a resíduos infectantes, farmacêuticos e químicos	– destruição incompleta de citotóxicos – custos de investimento e operacionais elevados – requer pessoal operacional especializado, operação complexa – infraestrutura complexa e sofisticada
Incineração	– significativa redução do volume – destruição completa de microorganismos patogênicos, se atendidas as condições operacionais adequadas – não há necessidade de acondicionamento prévio dos resíduos – pode-se trabalhar com sistemas móveis de incineração	– emissões gasosas perigosas, contendo dioxinas, PCBs, NO_x, SO_x, dentre outros – riscos de acidentes operacionais – requer pessoal treinado e capacitado para sua operação – custos operacionais e de manutenção elevados – não é adequado para tratar, entre outros, os resíduos radioativos ou as embalagens pressurizadas

Quadro 6A – Vantagens e desvantagens de algumas tecnologias de tratamento de RSS

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Esterilização a vapor (autoclave)	– inativação da quase totalidade dos organismos patogênicos – se operado a condições adequadas de temperatura, tempo e pressão, não há necessidade de acondicionar os resíduos previamente ao processo – pode-se contar com sistemas móveis de esterilização a vapor – custo relativamente baixo de investimento, operação e manutenção – não geração de resíduos tóxicos ou contaminantes – redução em até 70% do volume, caso seja utilizado sistema complementar de trituração de resíduos – facilidade de operação – pode ser realizada na própria fonte de geração	– riscos de queimaduras em operações inadequadas – requer linha de vapor ou casa de força para ter custos operacionais baixos – limitações de penetração do vapor na massa de resíduo, comprometendo a eficiência do processo – baixa eficácia para resísíduos de maior densidade como resíduos anatomopatológicos, animais contaminados e resíduos líquidos – necessita de pessoal treinado para operação e manutenção – não é indicado para tratamento de citotóxicos e resíduos químicos perigosos
Esterilização por gases	– adequada para esterilização de resíduos infectantes e perfurocortantes – pode apresentar maior eficiência que a esterilização térmica – penetra através das embalagens	– alto risco ocupacional e ambiental – custo operacional relativamente alto
Descontaminação por micro-ondas	– bom nível de eficiência na inativação dos micro-organismos patogênicos – não geração de emissões gasosas e líquidas – não formação de odores e ruídos – riscos relativamente baixos de acidentes operacionais – redução do volume do resíduo de 60 a 90%, tornando-se irreconhecível	– altos custos de investimento e manutenção – requer pessoal capacitado e treinado para operação e atendimento a estritas normas de segurança – as temperaturas não eliminam todo o espectro de micro-organismos patogênicos – não é apropriado para tratar quantidades superiores a 800 t/dia – há riscos de emissões de aerossóis, que podem conter produtos perigosos

Quadro 6B – Vantagens e desvantagens de algumas tecnologias de tratamento de RSS

Tecnologia	Vantagens	Desvantagens
Plasma térmico	– rápida e completa pirólise da substância orgânica, fundindo e vitrificando certos resíduos inorgânicos – unidades móveis e modulares – drástica relação de redução de volume dos resíduos (400:1 para RSS) – tempos de partida e paradas reduzidos – o processo aceita qualquer tipo de resíduo, independentemente de variação no teor de umidade – favorece a pirólise de substâncias sensíveis à radiação ultravioleta, como os organoclorados	– requer materiais de alta performance nem sempre existentes no mercado nacional – custos elevados de investimento e operação

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Machado (2002).

12.3 Considerações finais

Com base nas informações apresentadas neste Capítulo, o tratamento de resíduos pode ser compreendido como um processo de alteração de suas características, que visa a diminuição da sua complexidade estrutural, a sua estabilização e diminuição dos seus riscos associados. No caso dos RSS, os instrumentos legais e normativos voltados ao seu gerenciamento tornam a etapa de tratamento obrigatória – mesmo que esta compreenda a disposição em área licenciada.

Foram apresentadas diversas tecnologias passíveis de utilização para tratamento de RSS, tanto intra quanto extramuros, o que demonstra que não existe uma tecnologia prioritária ou, em tese, ideal. O que existem são opções tecnológicas aplicáveis a condições específicas; isso torna sua implementação mais ou menos vantajosa, em função das variáveis existentes no contexto específico onde o resíduo está sendo gerado. Assim, a definição da tecnologia a ser utilizada depende da elaboração de estudo de viabilidade técnica, econômica e ambiental. Cabe salientar que, muitas vezes, a associação entre tecnologias poderá ser a melhor opção, além da realização de consórcios entre instituições.

Especificamente relacionado a RSS, o seu tratamento visa, prioritariamente: redução de riscos biológicos; redução da capacidade do resíduo de gerar doenças; redução de riscos ambientais, e redução de riscos de acidentes de trabalho, seja vinculado ao profissional que assiste o paciente, seja relacionado aos profissionais

da área da limpeza, seja ligado aos profissionais responsáveis pelo tratamento do resíduo.

Por fim, cabe salientar que a eficiência de segregação dos resíduos gerados está diretamente relacionada a melhores resultados em termos de tratamento, os quais devem ser expressos tanto por parâmetros operacionais quanto por parâmetros econômicos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 07 de dezembro de 2004.* Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Manual de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde.* Brasília, DF, 2006.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 237, de 19 de dezembro de 1997.*Dispõe sobre as atividades ou empreendimentos sujeitos ao Licenciamento Ambiental. Brasília, DF, 1997.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 316, de 29 de outubro de 2002.*Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Brasília, DF, 2002.

BRIDGWATER, A. V. *Renewable fuels and chemicals by thermal processing of biomass.* v. 91, p. 87-102, 2003. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com>. Acesso em: 12 out. 2012.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. *Norma Técnica E15.011.* Sistema para incineração de resíduos de serviços de saúde: procedimento. São Paulo. 1997.

COUTO, R. C.; PEDROSA, T. M. G.; NOGUEIRA, J. M. *Infecção Hospitalar:* Epidemia e Controle. MEDSI. São Paulo, 1997.

DELLINGER, B. *Minimization and Control of Hazardous Combustion Byproducts. EPA/ 600/R-09/039*, NTIS PB 90 – 259854/AS, aug. 1990.

DEMPSEY, C. R.; OPPELT, E. T. *Incineração de resíduos perigosos:* uma revisão crítica atual. Trad. Milton Norio Sogabe. São Paulo: Cetesb, 1996.

DIAZ, L. F.; SAVAGE, G. M.; EGGERTH, L. L. Alternatives for treatment and disposal of healthcare wastes in developing countries. *Waste Management*, n. 25, p. 626-637, 2005.

EDDINGER, J. A. U. S. EPA, *Office of Air Quality Planning and Standards, draft results from the field testing of medical waste incinerators at facilities A, B, K & W***.** july, 1991.

EPA. Environmental Protection Agency. *Guidance for Evaluating Medical Waste Treatment Technologies.* New York State (US), February, 1997.

FUJIKAWA, H.; USHIODA, H.; KUDO, Y. Kinetics of Escherchia coli destruction by microwave irradiation. *Applied and Environmental Microbiology*, n. 58, p. 920-924, 1992.

IPT. Instituto de Pesquisa Tecnológica / Compromisso Empresarial para a Reciclagem (CEMPRE). *Lixo municipal:* Manual de Gerenciamento Integrado. São Paulo. 1995.

MACHADO, N. L. *Estudo comparativo de soluções adotadas para o tratamento e destino final de RSSS.* Dissertação – (Mestrado em Engenharia Ambiental Urbana) Escola Politécnica. Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2002.

MELO, G. C. B. de et al. Avaliação de uma planta de tratamento térmico de resíduos sólidos pelo processo de pirólise. In: Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 26., 2011, Porto Alegre. *Anais...* Porto Alegre: Abes, p. 1-10, 2011.

MENEZES, R. A. A.; BESSA, I.; MENEZES, M. A. *O Plasma Térmico:* Solução Final Para os Resíduos Perigosos. Seminário de Meio Ambiente da Associação Brasileira de Metalurgia e Materiais (ABM), São Paulo, 1999, 22 p.

MONTEIRO, J. H. P. et al. *Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.* Coordenação técnica Victor ZularZveibil. Rio de Janeiro: Ibam, 2001.

ORLANDIN, S. M.; SCHNEIDER, V. E. Análise da eficiência do processo via esterilização por vapor úmido e alto vácuo associado a microondas em um estabelecimento hospitalar. *Gerenciamento Ambiental*, São Paulo, v. 14, p. 41-44, 2001a.

_____. Tratamento de material de serviços de saúde. *Saneamento Ambiental*, São Paulo, v. 81, n. Ano XII, p. 38-41, 2001b.

RISSO, W. M. *Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde:* a caracterização como instrumento básico para abordagem do problema. 1993. 163 p. (Mestrado) – Departamento de Saúde Ambiental da Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo, 1993.

RODRIGUES, E. A. C. et al. *Infecções hospitalares prevenção e controle.* São Paulo: Sarvier, 1997.

SANTOS, M. N. *Aplicação de tocha de plasma para incineração de resíduos sólidos.* 2011. Disponível em: <http://www.cetes.com.br/artigos>. Acesso em: 31 out. 2011.

SCANARC®. Plasma Generators – PyroArc. 2011. Disponível em: <http://www.scanarc.se>. Acesso em: 31 out. 2011.

SCHNEIDER, V. E. et al. *Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde.* 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2004. v. 1.

13

Disposição final dos resíduos de serviços de saúde

Vania Elisabete Schneider
Tiago Panizzon
Andréia Cristina Trentin
Geraldo Antônio Reichert
Cláudia Echevenguá Teixeira

A última etapa do gerenciamento dos RSS é a disposição final, entendendo-se como a etapa a partir da qual o resíduo não sofrerá mais nenhum tipo de manuseio e nenhum processo de transformação ou tratamento. Relativamente à problemática da disposição final, os RSS ocupam um lugar de destaque, pois são considerados críticos tanto no tocante à segurança dos estabelecimentos de saúde geradores dos resíduos quanto à saúde pública da própria comunidade. (Casagrande; Takayanagui, 1993).

A adequada destinação e disposição final dos resíduos continua sendo um grande desafio dos gestores municipais pelo mundo, e em especial no Brasil. Neste sentido, cabe destaque para a diferença entre os conceitos de destinação final e disposição final. De acordo com a PNRS (Brasil, 2010), disposição final consiste na "distribuição ordenada de rejeitos em aterros, observando normas operacionais específicas, de modo a evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança, e a minimizar os impactos ambientais adversos".

Já a destinação final ambientalmente adequada é definida pela PNRS (Brasil, 2010) como sendo um conjunto de alternativas técnicas admitidas pelos órgãos fiscalizadores, tanto de saúde quanto de meio ambiente, que inclui a reutilização, reciclagem, compostagem, recuperação e o aproveitamento energético. É para a destinação final que são encaminhados os resíduos passíveis de aproveitamento, independente da técnica escolhida; já à disposição final é a etapa do gerenciamento destinada aos rejeitos dos processos de transformação dos resíduos, ou seja, depois de

esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada.

Para a disposição final dos RSS, deve-se observar a classificação dos resíduos gerados nos serviços de saúde, de acordo com a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), visto que estes podem ser classificados desde um resíduo com alta periculosidade até um resíduo equiparado aos resíduos domiciliares. Um exemplo de destinação final ambientalmente adequada para RSS seria o encaminhamento do resíduo do grupo A para incineração; já um exemplo de disposição final ambientalmente adequada seria o encaminhamento das cinzas oriundas do processo de incineração deste resíduo para aterro.

13.1 Resíduos infectantes (Grupo A)

No Brasil, a forma predominante de disposição final dos resíduos sólidos urbanos e de serviços de saúde, entre outros, ainda é o lixão, sendo o destino para os resíduos de 61,1% dos municípios brasileiros. (IBGE, 2008). Vale destacar que com as metas da PNRS (Brasil, 2010), os lixões deverão ser eliminados e recuperados nos municípios brasileiros, sendo que, para tanto, devem ser adotados métodos de disposição de resíduos no solo, recomendáveis sanitária e tecnicamente.

A melhor técnica para a disposição final dos RSS tratados adequadamente, por meio de processos que eliminem as características de toxicidade, patogenicidade, radioatividade ou periculosidade, é a sua destinação em aterros sanitários. Segundo a NBR 8.419 (ABNT, 1992), "aterro sanitário é uma técnica de disposição de resíduos sólidos no solo, sem causar danos à saúde pública e à sua segurança, minimizando os impactos ambientais"; este método utiliza princípios de engenharia, para confinar os resíduos sólidos à menor área possível e reduzi-los ao menor volume permissível, cobrindo-se com uma camada de terra na conclusão de cada jornada de trabalho, ou a intervalos menores, se necessário.

A apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos deve obedecer à NBR 8.419 (ABNT, 1992), da qual destacam-se quatro aspectos a serem atendidos:

- isolar e tornar indevassável o aterro;
- evitar incômodos às áreas do entorno;
- proteger águas superficiais e subterrâneas de contaminações oriundas do aterro;
- controlar e tratar gases e líquidos resultantes do processo;
- drenar águas da chuva.

Para pequenos municípios (até 30.000 habitantes), podem, ainda, ser construídos aterros sanitários de pequeno porte (ASPP), conforme NBR 15.849 (ABNT, 2010), os

quais consistem em uma concepção mais simplificada dos aterros sanitários convencionais, resultando em um menor custo para o município.

No caso da codisposição de RSS em aterros sanitários, a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) estabelece que todo resíduo infectante deve sofrer processo de tratamento (por exemplo, autoclave), antes de ser encaminhado para o aterro sanitário. Este é um assunto de grande polêmica no Brasil, uma vez que existe uma vertente de pesquisadores que acredita que os RSS apresentam risco de infecção semelhante aos resíduos domésticos, podendo então ser destinados em conjunto. (Bidone; Souza; Machado, 2000).

Um dos problemas encontrados com relação à codisposição de RSS em aterros sanitários diz respeito às reações sociais. Por serem facilmente identificáveis, tanto pela composição quanto pela cor do saco de acondicionamento, os RSS dispostos em aterro, mesmo que já inertizados, podem ser (mal-)interpretados como material contaminante. Nestes casos, podem ocorrer reações sociais, tanto por parte da população quanto por parte da mídia, exigindo explicações do Poder Público, o que pode levar a desgastes políticos. Por este motivo, recomenda-se que a população seja comunicada com antecedência de que os RSS encaminhados para o aterro sanitário não apresentam mais risco.

Outro problema relacionado à codisposição de RSS em aterros sanitários diz respeito à dificuldade de identificação de descartes irregulares de RSS, dada a impossibilidade de diferenciação visual dos resíduos que sofreram processo de desinfecção daqueles descartados diretamente (nos casos em que o tratamento não acarreta mudanças da estrutura física dos resíduos).

Outra forma de disposição de resíduos Classe A, aceita pelas Resoluções da Anvisa e do Conama, é a implantação de valas sépticas, também conhecidas como células especiais de resíduos. Este sistema consiste na disposição dos RSS em uma vala escavada em solo, revestida por manta polimérica impermeável. Esta opção vem sendo muito utilizada em municípios de pequeno porte, devido ao seu baixo custo operacional.

A vala séptica deve ser projetada de acordo com a NBR 10.157 (ABNT, 1987), atendendo os requisitos de um aterro Classe I, destinado a resíduos perigosos. Assim, este tipo de vala precisa adotar uma série de procedimentos, dentre eles a cobertura diária durante o aterramento e, após, a instalação de impermeabilização superior. Primeiramente, deve-se avaliar o local de construção da vala, sendo que o lençol freático deve ser profundo e o solo preferencialmente argiloso. Em termos operacionais, o resíduo não pode ser compactado, e após o preenchimento da vala, esta deve ser coberta por pelo menos 60 cm de solo. As valas devem estar claramente indicadas, devendo estar a área cercada e vigiada, com acesso controlado de pessoas, tanto antes, quanto após a sua conclusão.

Da mesma forma que os aterros sanitários para resíduos sólidos urbanos, as valas também devem possuir sistema de drenagem de gases e lixiviados, havendo a possibilidade de reintroduzir o volume de lixiviado gerado com vistas ao favorecimento da decomposição dos compostos degradáveis. Ainda, deve ser

considerado que, devido ao fato de os resíduos não serem compactados, a vida útil deste tipo de aterro é muito reduzida. Desta forma, a utilização de valas sépticas, para grandes volumes, torna-se pouco interessante economicamente, estando restrita a pequenos municípios, os quais não dispõem de recursos e equipe técnica qualificada para operação de sistemas mais complexos.

Cita-se, ainda, como técnica de disposição final, a calagem, que, segundo Bracht (1993), consiste no recobrimento dos RSS com cal, tendo como objetivo a ação neutralizadora e bactericida do óxido de cálcio. Embora esta ainda seja uma prática largamente utilizada, o seu uso mais apropriado ocorre em situações de emergência, principalmente quando da ocorrência de epidemias, visando isolar rapidamente cadáveres humanos e/ou animais. Assim, a função-fim da calagem, neste contexto, é a sua utilização com vistas a inibir a proliferação de micro-organismos. A ação da cal, neste caso, se dá diretamente sobre as estruturas orgânicas.

De acordo com Schneider et al. (2004), em muitos casos a calagem é utilizada de forma complementar em valas sépticas, a fim de neutralizar os RSS dispostos nas mesmas. No entanto, esta prática acaba por ser ineficiente na maior parte dos casos, devido ao fato de os RSS serem dispostos envoltos em sacos plásticos, os quais acabam funcionando como uma barreira à ação da cal.

Quando não for possível realizar a disposição final dos RSS, conforme as técnicas descritas acima, formas alternativas deverão ser sempre definidas e/ou aprovadas pelo órgão de controle ambiental competente. Neste sentido, ressalta-se que não é permitido destinar RSS para coprocessamento, conforme estabelecido pela Resolução Conama 264. (Brasil, 2000).

Contudo, independentemente do sistema ou do processo a ser adotado, devem ser tomadas as medidas adequadas para a proteção das águas superficiais, subsuperficiais, subterrâneas e do solo, atendendo normas e legislação pertinentes ao projeto e à operação desses sistemas ou processos.

Dentro desse contexto, é fundamental que existam sistemas de fiscalização por parte do Poder Público, para assegurar que os sistemas de disposição final estão de fato atendendo às legislações ambientais e sanitárias pertinentes. Neste sentido, os sistemas de disposição final no Brasil devem ser revistos com políticas de fiscalização e controle mais eficientes. De outra forma, esta disposição resultará sempre em riscos à saúde pública e ambiental.

É importante destacar que as estruturas apresentadas acima não são indicadas para o descarte de peças anatômicas humanas e fetos (Classe A3), uma vez que estes somente podem ser dispostos em cemitérios ou então destinados a sistemas de tratamento térmico, como incineração e cremação. Ainda, sendo peças com importante valor sentimental, a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) estabelece que, antes de serem destinadas, é necessário consultar o paciente e/ou familiares, os quais possuem a posse efetiva sobre as peças.

13.2 Resíduos químicos (Grupo B)

Devido ao seu grau de periculosidade, os resíduos químicos somente podem ser destinados para aterros sanitários Classe I, no caso dos resíduos sólidos, ou então para incineração em incineradores de resíduos Classe I, no caso dos resíduos líquidos, salvo aqueles que comprovadamente não oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente. Exceção à regra são os resíduos que possuem processo de reaproveitamento ou reciclagem conhecidos, como é o caso de pilhas e baterias. Com relação aos aterros Classe I, estes devem estar em conformidade com a NBR 10.157 (ABNT, 1987), enquanto os sistemas de incineração devem atender a NBR 11.175. (ABNT, 1990).

Cabe destacar que os resíduos químicos normalmente gerados em serviços de saúde não podem ser destinados aos sistemas térmicos utilizados para RSS – Classe A, uma vez que os mesmos não atingem as temperaturas necessárias nem possuem os sistemas de tratamento exigidos em um incinerador de resíduos perigosos. Nestes casos, os gases gerados podem causar problemas ambientais e de saúde pública, podendo também ocasionar danos ao próprio sistema de incineração. Da mesma forma, não é permitido o encaminhamento desta tipologia de resíduos para fornos de clínquer (coprocessamento).

Um aspecto a ser avaliado no gerenciamento de resíduos do grupo B é a proximidade de sistemas de disposição e destinação final. Aterros e incineradores para resíduos Classe I são particularmente raros no Brasil, então não é incomum que os resíduos químicos precisem ser transportados por grandes distâncias. Considerando que a Lei Federal 12.350 (Brasil, 2010) estabeleceu o conceito de corresponsabilidade dos resíduos, qualquer acidente que ocorra durante o transporte torna a instituição geradora corresponsável. Dessa forma, a minimização da geração deste tipo de resíduo se torna interessante, não apenas por questões econômicas, mas também devido aos aspectos legais, sendo recomendável que as instituições de saúde trabalhem para reduzir ao máximo a geração desta classe de resíduo.

13.3 Resíduos radioativos (Grupo C)

A gestão de resíduos radioativos no Brasil está subordinada à Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), sendo que qualquer sistema de tratamento necessita ser aprovado pelo órgão. O tratamento deste tipo de resíduo é realizado por meio do armazenamento do mesmo em condições adequadas, de forma a ocorrer o decaimento do elemento radioativo até que este atinja níveis que permitam liberá-lo como resíduo não radioativo. (Brasil, 2004).

Para isso, pode-se utilizar a própria sala de manipulação ou então uma sala específica, denominada sala de decaimento. Independentemente do sistema adotado, este deve atender os requisitos da norma CNEN-NE-6.05 (CNEN, 1985):

- conter com segurança os rejeitos, sob o ponto de vista físico e radiológico, até que possam ser removidos para local determinado pela CNEN;

- possuir um sistema que permita o controle da liberação de material radioativo para o meio ambiente;
- dispor de monitoramento de área;
- situar-se distante das áreas normais de trabalho, sendo cercado e sinalizado, com acesso restrito a pessoal autorizado;
- ter piso e paredes impermeáveis e de fácil descontaminação, entre outros;
- possuir blindagem para o exterior que assegure o cumprimento dos requisitos de radioproteção;
- possuir sistemas de ventilação, exaustão e filtragem;
- dispor de meios que evitem a dispersão do material por animais;
- apresentar delimitação clara das áreas restritas e, se necessário, locais reservados ao monitoramento e à descontaminação individuais;
- possuir sistemas de tanques e drenos de piso para coleta de líquidos provenientes de vazamentos, descontaminações, etc.;
- dispor de meios para evitar a decomposição de matérias orgânicas;
- prover segurança contra ação de eventos induzidos por fenômenos naturais;
- possuir barreiras físicas que visem minimizar a dispersão e migração de material radioativo para o meio ambiente;
- dispor, para facilitar o manuseio dos materiais e minimizar a exposição de trabalhadores, de procedimentos apropriados, sempre afixados em paredes, quadros e outros lugares bem visíveis;
- dispor de planos preliminares de proteção física e radioproteção, bem como procedimentos para situações de emergência.

É importante ressaltar, ainda, que a sala de decaimento deve ser projetada em função do potencial radioativo dos resíduos a serem gerados, em particular do tempo necessário para o decaimento do material radioativo. Equipamentos para medição do nível de radioatividade e para proteção dos funcionários também devem estar disponíveis.

A forma de descarte a ser adotada irá depender das características do resíduo, após o mesmo não oferecer mais risco radioativo. Os limites de radioatividade aceitos para o descarte nos sistemas de esgotamento sanitário, coleta de resíduos sólidos e na atmosfera são estabelecidos pela resolução CNEN-NE-6.05. (CNEN, 1985).

13.4 Resíduos comuns (Grupo D)

Havendo a correta segregação dos materiais na origem, os resíduos Classe D não oferecem riscos para a saúde. Sendo assim, estes podem receber a mesma destinação dos resíduos domésticos.

No que tange à parte orgânica, esta é habitualmente encaminhada para aterro sanitário. No caso de instituições públicas, isso geralmente ocorre através da coleta convencional de resíduos sólidos urbanos. No caso de instituições particulares, devem ser avaliadas as normas municipais. Usualmente para valores medianos, menos de 1 t/dia, é comum que o município recolha através da coleta convencional, sem custos, enquanto que valores elevados costumam somente ser recolhidos, caso seja efetuado o pagamento de uma taxa pelo estabelecimento.

Uma prática que está se tornando mais comum no Brasil é o aproveitamento destes resíduos para compostagem ou biodigestão, como observado no Hospital Sírio Libanês, em São Paulo. (RGHVS, 2012). Por ser um material orgânico bem-separado e geralmente composto majoritariamente por componentes de fácil degradação, como frutas e verduras, tanto a triagem quanto o processo de compostagem costumam ser muito mais eficientes do que para os resíduos domésticos. Como resultado, o composto obtido tem boa qualidade, podendo ser aproveitado pelo Poder Público ou então ser comercializado.

Em contrapartida, os resíduos orgânicos também podem ser utilizados para alimentação animal. Porém, para isso é necessário primeiro que estes passem por um processo de tratamento, que garanta a inocuidade do composto, havendo a necessidade deste processo ser avaliado e comprovado pelo órgão de agricultura e vigilância sanitária do município, estado ou governo federal, conforme a Resolução RDC 306. (Brasil, 2004).

Para a parte reciclável, é usual que esta seja destinada para a coleta seletiva. Mais informações a respeito do gerenciamento deste tipo de resíduo podem ser encontradas no Capítulo 5.

13.5 Resíduos perfurocortantes (Grupo E)

Após sofrerem processo de desinfecção, quando necessário, os resíduos do Grupo E poderão ser encaminhados para aterro sanitário, desde que garantidas as condições de estanquidade e prevenção ao risco físico. Conforme a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), seringas e agulhas utilizadas em processos de assistência à saúde (incluídas as utilizadas na coleta laboratorial de amostra de pacientes) e os demais perfurocortantes não necessitam de tratamento, podendo ser encaminhados diretamente ao aterro sanitário.

Cabe, no entanto, uma ressalva acerca dos perfurocortantes. Enquanto o encaminhamento destes materiais para um aterro sanitário oferece pouco risco para a sociedade, conforme vimos, a maior parte dos municípios encaminham seus resíduos para lixões, os quais são muitas vezes frequentados por catadores. Assim, para os municípios que não possuem aterros sanitários, a recomendação é que os perfurocortantes sejam encaminhados para valas sépticas, uma vez que destiná-los a lixões não agrava apenas o problema ambiental, mas também o risco de lesões quando existem catadores.

Ainda, é importante destacar que seringas não devem ser separadas das agulhas, seja para fins de reaproveitamento, seja com vistas à separação dos tipos de resíduos. Além de ser ilegal, conforme NR 32 (Brasil, 2008), tanto o processo de remoção quanto de reencape são responsáveis por um grande número de acidentes com profissionais e estudantes da saúde.

Algumas instituições de saúde possuem o hábito de incinerar os resíduos perfurocortantes em incineradores de resíduos Classe A. Nestes casos, as altas temperaturas acabam por amolecer o metal, mudando o formato do mesmo, o que ajuda a reduzir seu poder de perfuração. Assim, a incineração funciona tanto como um processo de desinfecção como uma forma de redução do risco de lesões pós-descarte.

Destaca-se que, para quaisquer que sejam os RSS, no caso de tratamento por sistema de incineração, as cinzas resultantes deste processo devem ser consideradas resíduo potencialmente perigoso, devendo ser analisadas e classificadas de acordo com a NBR 10.004. (ABNT, 2004). Somente após sua classificação, estas poderão ser dispostas adequadamente em aterros de resíduos, respeitando seu grau de periculosidade (geralmente Classe II-B para as cinzas resultantes da incineração de resíduos do Grupo A, D ou E). Da mesma forma, o transporte destes resíduos deve atender o regulamento de transporte rodoviário de produtos perigosos, quando cabível.

É importante ressaltar que a correta segregação dos RSS é igualmente fundamental para a otimização da destinação final de cada tipo de resíduo. Ainda, os custos com a destinação para diferentes sistemas, como é o caso dos resíduos químicos, podem se tornar muito elevados, em especial para pequenos municípios distantes dos centros urbanos. Neste sentido, os consórcios intermunicipais de gestão de resíduos sólidos, os quais possuem benefícios para captação de recursos desde a aprovação da Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010), surgem como alternativas para a construção de aterros sanitários, sistemas de triagem e compostagem, além de formas de incentivo para atrair empresas privadas que trabalham com o tratamento e/ou a destinação de resíduos.

13.6 Considerações finais

Com base nas informações apresentadas neste capítulo, a disposição final de resíduos pode ser entendida como a distribuição ordenada de rejeitos em aterros. Constitui-se na última etapa do processo de gerenciamento de resíduos sólidos, sendo aplicada quando da execução ou do esgotamento das demais possibilidades (não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento). Cabe salientar que o termo *rejeito*, neste caso, aplica-se tanto aos resíduos sólidos que passaram por um processo de tratamento quanto para aqueles que, devido à inexistência de processo tecnológico disponível e economicamente viável, não apresentam outra possibilidade senão a disposição final.

Normalmente, a estrutura utilizada para disposição final dos resíduos são os aterros sanitários, concebidos sob o viés da engenharia, com vistas ao armazenamento ambientalmente seguro de rejeitos. O que se diferenciará, em cada caso, será a exigência ou não de tratamento destes resíduos. Contudo, considerando os pressupostos da PNRS acerca das etapas de gerenciamento de resíduos, em relação ao destino final dos RSS, novas orientações poderão ser disponibilizadas.

É importante lembrar que, devido à diversidade de tipologias de resíduos gerados nos estabelecimentos de saúde e as suas características específicas, observado o que está disposto na legislação, cada local deverá implementar o destino final, respeitando as especificidades e capacidades locais.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 8.419:1992 – Apresentação de projetos de aterros sanitários de resíduos sólidos urbanos – Procedimento.* Rio de Janeiro, ABNT, 1992. Corrigida pela Errata 1, de 30 de abril de 1996.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.* Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.157:1987 – Aterros de resíduos perigosos – Critérios para projeto, construção e operação – Procedimento*. Rio de Janeiro, ABNT, 1987.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 11.175:1990 – Incineração de resíduos sólidos perigosos – Padrões de desempenho – Procedimento.* Rio de Janeiro, ABNT, 1990.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 15.849:2010 – Resíduos sólidos urbanos – Aterros sanitários de pequeno porte – Diretrizes para localização, projeto, implantação, operação e encerramento.* Rio de Janeiro, ABNT, 2010.

BIDONE, F. R. A.; SOUZA, L. F.; MACHADO, R. M. Micro-organismos de interesse em saúde pública pesquisados em percolado de aterro sanitário de codisposição de resíduos sólidos de serviço de saúde com resíduos sólidos urbanos. *In*: XXVII Congresso Interamericano de Ingenieria Sanitaria y Ambiental, Anais... 2000. Porto Alegre - RS.

BRACHT, M. J. Disposição Final de Resíduos de Serviços de Saúde em Valas Sépticas. *In:* Seminário Internacional sobre Resíduos Sólidos Hospitalares, Cascavel, 1993.

BRASIL. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo*. Brasília, DF, 2010.

_____. Agência Nacional do Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 7 de dezembro de 2004.*Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 264, de 20 de março de 2000*. Licenciamento de fornos rotativos de produção de clínquer para atividades de co-processamento de resíduos. Brasília, DF, 2000.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente (MTE). *Resolução Conama 358, de 29 de abril de 2005*. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego (TEM). *Norma Regulamentadora de Segurança e Saúde no Trabalho em Estabelecimentos de Saúde.* Aprovada pela Portaria 32, de 18 de novembro de 2008. Brasília, DF, 2008.

CASAGRANDE, L. D. R.; TAKAYANAGUI, A. M. M. O estado da arte do gerenciamento de resíduos de serviços de saúde de alguns países do primeiro mundo ao Brasil de hoje. *In:* Seminário Internacional de Resíduos Sólidos Hospitalares, 1993, Cascavel. *Anais*... Cascavel: 1993. p. 183-203.

CNEN. Conselho Nacional de Energia Nuclear. *NE 605, de 17 de dezembro de 1985.* Gerência de Rejeitos Radioativos em Instalações Radioativas. Rio de Janeiro. 1985. Disponível em: <http://www.cnen.gov.br>. Acesso em: 19 jun. 2013.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa Nacional de Saneamento Básico – 2008.* Brasília, DF, 2008. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 19 jun. 2013.

RGHVS. Rede Global de Hospitais Verdes e Saudáveis. *Estudo de caso – Compostagem de resíduos orgânicos - Hospital Sírio Libanês de São Paulo.* 2012. Disponível em: <http://www.hospitaissaudaveis.org>. Acesso em: 19 jun. 2013.

SCHNEIDER, V. E. et al. *Manual de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde.*2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2004. v. 1. 319 p.

14

A ecoeficiência como ferramenta de gestão em estabelecimentos de assistência à saúde

Elis Marina Tonet
Vania Elisabete Schneider
Ilpo Penttinen

O florescimento da consciência sobre os reais efeitos que o estilo de vida humano, em âmbito mundial, gera sobre os ecossistemas naturais, somente ganhou força em meados dos anos 70, quando cientistas e estudiosos da área ambiental iniciaram alertas sobre um possível desequilíbrio entre os sistemas natural e antropogênico. Desde então, percebe-se que uma compreensão coletiva sobre estas questões, a qual vem sendo tecida pelas comunidades ao redor do mundo, começa a tomar vida, sendo influenciada por eventos de repercussão mundial, tais como a destruição da camada de ozônio, o aquecimento global e, mais recentemente, o desafio da construção de sociedades sustentáveis. Estas, contudo, ainda são questões que representam um grande desafio à humanidade, às nações, aos estados, aos municípios, às indústrias, aos estabelecimentos de assistência à saúde e a cada um em particular.

Uma destas grandes questões está relacionada à necessidade de se encontrar, como coletividade, formas alternativas de continuar incentivando o desenvolvimento econômico, ou até mesmo encontrar formas sustentáveis de estagná-lo, as quais sejam ambientalmente e socialmente corretas, bem como economicamente viáveis e aceitáveis. Por não se tratar de uma questão trivial, não há fórmulas mágicas ou teorias perfeitas. O que há são diferentes possibilidades técnicas que poderão vir a ser aplicadas em diferentes países, obtendo diferentes resultados, uma vez que a questão ambiental envolve igualmente questões culturais, algumas das quais tão fortemente arraigadas, que podem tornar difícil certas mudanças exigíveis à sobrevivência humana e à sustentabilidade.

Entende-se por sustentabilidade a capacidade de continuarmos existindo, usufruindo dos recursos naturais do planeta sem, contudo, comprometer tanto a continuidade e o equilíbrio dos ecossistemas quanto a nossa própria espécie e demais formas de vida. Isto envolve não apenas sobreviver, crescer e evoluir culturalmente, mas fazê-lo com qualidade de vida. Esta última, entendida como a qualidade de tudo o que nos cerca, mas em particular de tudo aquilo que precisamos para viver e que em última instância traduz-se naquilo que estruturalmente irá compor nossa própria estrutura biológica: o ar, a água, os alimentos.

Neste sentido, qualidade de vida traduz-se em qualidade do ar que respiramos, qualidade da água que bebemos e qualidade dos alimentos que ingerimos. Pode-se sintetizar isto tudo em uma única expressão: saúde ambiental. Significa dizer que a saúde do ambiente determina a saúde do(s) indivíduo(s) que nele vive(m), incluindo-se aqui os outros elementos vivos com os quais compartilhamos a natureza. É mister que se compreenda a relação de interdependência da vida como um todo e que somos parte da teia que compõe a vida e, como tal, afetamos ou somos afetados por ela.

Neste contexto, uma das técnicas existentes nos dias atuais, que visa encontrar o ponto de equilíbrio do tripé ambiente-sociedade-economia (o qual, diga-se de passagem, é bastante instável), é a ecoeficiência, que pode ser utilizada para atingir parcialmente o *status* de desenvolvimento sustentável, tornando-o mais palpável, real e compreensível.

O termo *ecoeficiência* foi primeiramente citado por Schalteggere e Sturm (1989) e, em 1992, o *World Business Council for Sustainable Development* (WBCSD), em seu primeiro *workshop* sobre ecoeficiência aberto a diversos grupos de interesses, que acordou por meio de seus participantes a seguinte definição para o termo:

> [...] o fornecimento de mercadorias e serviços a preços competitivos, os quais satisfaçam as necessidades humanas e tragam qualidade de vida, enquanto progressivamente reduzem os impactos ecológicos e a intensidade dos recursos ao longo do ciclo de vida, a um nível pelo menos igual ao da capacidade estimada para o Planeta Terra. (Unep, 1998, p. 3).

Na definição proposta pelo WBCSD, verifica-se que os ideais do desenvolvimento sustentável estão diretamente relacionados aos ideais da ecoeficiência, de tal forma que o primeiro suporta e garante a existência do segundo. Algumas ideias oriundas da definição acima podem ser destacadas devido a sua importância, tais como: a possibilidade de aplicar-se ecoeficiência às atividades industriais, comerciais e de serviços; a necessidade de oferecer produtos e serviços que possuam impactos positivos sobre a qualidade de vida daqueles que o utilizam; e a compreensão de que ecoeficiência é uma ferramenta de implementação progressiva e contínua cujos propósitos devem ser permanentemente revisitados por meio da proposição de metas e objetivos plausíveis de serem alcançados, coerentes com o momento socioeconômico, mas fundamentalmente com o ambiental.

Principalmente aplicada a sistemas produtivos, mas cada vez mais comum em companhias de prestação de serviço, a ecoeficiência tem se tornado uma ferramenta essencial para os negócios, passando a assumir importância estratégica frente ao posicionamento das empresas no mercado. (Verfaillie; Bidwell, 2000; Ehrenfeld, 2005). Para estas empresas, a ecoeficiência é muito mais do que a aplicação de técnicas de fim de tubo: é a inserção das questões ambientais como um dos pilares sustentadores da empresa. Neste sentido, a ecoeficiência torna-se muito mais uma filosofia ou uma forma de pensar do que uma simples reação às regulamentações ambientais.

De acordo com Holliday, Schmidheiny e Watts (2002), o sucesso na implementação da ecoeficiência está normalmente relacionado à redução no uso de materiais e energia para a produção de produtos e prestação de serviços; a redução da utilização e dispersão de substâncias tóxicas; o aumento da utilização de materiais recicláveis; a maximização da utilização de recursos renováveis; e o aumento da durabilidade de materiais e produtos (aumento da vida útil). Contudo, os pontos destacados pelo autor constituem-se somente em sugestões e ideias daquilo que pode ser considerado durante a implementação da ecoeficiência. Ressalta-se que cada empresa possui uma realidade e necessidades distintas e, neste sentido, podem ser identificadas diferentes oportunidades para diferentes empresas.

Almeida (2002) sugere quatro ferramentas que permitem a implementação da ecoeficiência, promovendo cenários benéficos que levam em conta os itens mencionados por Holliday, Schmidheiny e Watts (2002):

- *gestão ambiental*: de forma a facilitar a inserção da ecoeficiência nas companhias, bem como sua avaliação após inserção, foram criados inúmeros métodos. Estes métodos têm por finalidade organizar uma rotina de aplicação e avaliação da ecoeficiência, decodificando o conhecimento teórico em passos, facilitando, com isto, a transição entre teoria e prática. Penttinen (2010) estudou e comparou diferentes métodos de aplicação da ecoeficiência e concluiu que cada qual possui características específicas que suportam sua seleção para determinados propósitos, e não para todos. Neste sentido, para aplicar um sistema adequado de gestão ambiental, é importante entender quais são as necessidades da organização, analisar os possíveis métodos e, baseado nestas informações, escolher aquele que traz maior benefício à empresa. A Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (Feam, 2009) destaca a importância de se encontrar um método mundialmente reconhecido para tanto, como, por exemplo, a ISO 14.001 (ABNT, 2004b), o que facilita a obtenção de certificações ambientais. É importante ressaltar que estes métodos devem ser considerados cuidadosamente, uma vez que são somente uma das possíveis formas de se atingir ecoeficiência, e não a ecoeficiência em si. Portanto, uma ideia proativa, baseada em oportunidades, é muito mais valiosa do que a implementação de qualquer método;

- *certificação de qualidade e certificação ambiental*: certificações ambientais e de produção com qualidade são crescentemente mais requeridas, especialmente nos mercados mais exigentes, normalmente localizados em zonas comerciais ou países cujas regulamentações legais, em termos de meio ambiente, são mais restritivas. Atualmente, estas certificações decretam um papel estratégico no posicionamento da empresa, definindo tanto o segmento de clientes quanto de empresas que serão parceiras e fornecedoras. Rótulos ecológicos e rótulos ambientais são exemplos de possíveis certificações ambientais que podem vir a ser anexados ao produto final. Assim como na escolha de um sistema de gestão ambiental, deve-se dar prioridade à escolha de certificações reconhecidas tanto nacionalmente quanto internacionalmente. Contudo, esta decisão dependerá de qual mercado constitui-se no público-alvo;
- *análise do ciclo de vida*: de acordo com Ferreira (2004, p. 9), a análise do ciclo de vida é "[...] a compilação e avaliação das entradas, saídas e os potenciais impactos ambientais de um produto ao longo do seu ciclo de vida". Devido à realização de um balanço de massa e energia, o qual é realizado para os bens de consumo, é possível identificar todos os desperdícios relacionados com os estágios do ciclo de vida (introdução, crescimento, maturidade e declínio). Isto proporciona a possibilidade de introdução de princípios de ecodesign, os quais garantem um melhor desempenho ambiental do produto ao longo de sua vida, a possibilidade de sua reciclagem e reutilização, bem como a redução dos riscos associados a sua disposição final ao fim de sua vida útil;
- *Produção mais Limpa (P+L)*: a P+L pode ser compreendida como um esforço estruturado com vistas à redução da utilização de materiais e energia, bem como a minimização dos resíduos sólidos, líquidos e gasosos gerados. De acordo com a Fundação Estadual de Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais (Feam, 2009), a P+L considera que todo o tipo de poluição é indicativo de um processo ineficiente e, portanto, representador de perdas financeiras diretas.

Embora Almeida (2002) elenque somente estas quatro ferramentas, com vistas ao estabelecimento da ecoeficiência, salienta-se a existência de várias outras, as quais, assim como estas, possuem grande representatividade frente à temática ambiental nas indústrias, no comércio e nos prestadores de serviços. Penttinen e Schneider (S.D.) listam algumas ferramentas e métodos utilizados por indústrias do setor moveleiro da região nordeste do Estado do Rio Grande do Sul: ISO 14.001; EMAS[1]; P+L; Prevenção de Poluição; Produtividade Verde; Minimização de Resíduos; Ecologia Industrial; Projeto para o Meio Ambiente; Sistema Toyota de Produção; Ecodesign; *Ecocontrolling*; *Ecoinnovation*; *Responsible Care*; IPP[2]; *Biomimicry*; e PCP[3]. Salienta-

[1] *Eco-Management and Audit Scheme*.
[2] Política de Poluição Integrada.
[3] Planejamento e Controle da Produção.

se que os métodos destacados podem ser tanto utilizados conjuntamente como separadamente, e embora não se configurem na ecoeficiência em si, são ferramentas essenciais para o estabelecimento desta.

Por meio da análise das ferramentas expostas, percebe-se certo consenso de que há um imperativo ao explorar os recursos naturais em base não predatória; pesquisar e desenvolver produtos e serviços ecologicamente corretos, além de economicamente viáves, cujo ciclo de vida leve necessariamente ao reaproveitamento e/ou à reciclagem; e que os resíduos, quando não seja possível evitar a sua geração, sejam ao menos minimizados, isentos de periculosiadade e risco à saúde e ao meio ambiente. O uso racional da água e os controles da poluição da água, do ar e do solo, a substituição das fontes de energia não renováveis e poluentes por energias limpas, dentre outros objetivos envolvendo a ecoeficiência, acenam para um futuro viável em que a racionalidade humana imbuída da consciência ambiental, aliada à técnica e à tecnologia, permita de fato construir uma sociedade sustentável, em que o ser humano assume o papel de gestor dos recursos planetários e não de mero expoliador e predador.

14.1 A ecoeficiência na assistência à saúde

Os princípios da ecoeficiência estão presentes atualmente em grande parte das companhias ao redor do mundo, embora em muitos casos não sejam reconhecidos como tal. Não tão comum, mas em expansão, estes princípios estão ganhando espaço em estabelecimentos de assistência à saúde e atividades relacionadas direta ou indiretamente com estes serviços. No caso dos hospitais, estabelecimentos de maior porte na área de assistência, os quais estão voltados ao atendimento e à assistência de pessoas para prevenção de doenças, tratamento e reabilitação de pacientes e realização de pesquisas, destacam-se: sua natureza complexa, tanto sob o ponto de vista arquitetônico quanto de engenharia; suas instalações, seus equipamentos, a tecnologia e a gestão. (Godoi, 2005).

Este conceito aplica-se para a maioria dos estabelecimentos de assistência à saúde, os quais envolvem diferentes graus de complexidade de serviços, processos, fluxos, materiais, etc., além dos estruturais (instalações, arquitetura, engenharia e gestão), o que implica um olhar diferenciado sob o ponto de vista ambiental. A complexidade, como exposta, deriva em desafios à gestão, no sentido de minimizar não apenas os potenciais riscos à saúde humana e animal, mas ao ambiente como um todo. Neste sentido, os órgãos de meio ambiente e saúde, bem como o Conselho Nacional de Energia Nuclear (CNEN), têm empreendido esforços no sentido de regrar, orientar, fiscalizar e controlar estas atividades, buscando, ainda que pela via do comando e controle, alcançar o que podemos aceitar como sendo a ecoeficiência.

Durante o processo de assistência à saúde, água e energia são constantemente requeridas, além de uma gama de materiais e insumos inerentes a cada especialidade da assistência, variável de acordo com os serviços prestados. Como resultado no final dos processos, há a geração de resíduos sólidos, líquidos e gasosos, com diferentes graus de periculosidade, os quais requerem gestão (no sentido da minimização da geração e do risco), tratamento e disposição final (quando é o caso) adequados.

Quando estas técnicas não são praticadas, os estabelecimentos de assistência à saúde se consolidam somente como fontes poluidoras, passando a assumir um grau inerente de periculosidade relativamente alto, muito maior do que grande parte das atividades industriais, em alguns casos. Gerando resíduos de natureza tão diversa, podem ora se assemelhar aos domicílios (resíduos administrativos, de refeitórios e cozinha); à indústria (pelo potencial risco químico associado a vários materiais utilizados em análises laboratoriais, medicamentos, desinfecção de materiais, quimioterápicos, etc.); às usinas nucleares, embora em escala bem menor (pela geração de resíduos com radionuclídeos utilizados no tratamento oncológico); além, certamente, dos efluentes, em especial das lavanderias cuja carga química é potencialmente mais elevada do que as lavanderias comerciais ou domésticas. Além disto, o potencial de efetividade inerente ao tipo de serviço constitui-se em desafio à parte; envolve, além do controle dos resíduos, o desafio do controle de infecções, ao qual estes resíduos estão intimamente associados e cujas consequências podem transcender os limites físicos dos estabelecimentos.

Por tudo isto, o gerenciamento ambiental em instituições de assistência à saúde constitui-se em um desafio multifacetado, que requer uma formação multidisciplinar dos profissionais que fazem frente a esta questão. A formação de recursos humanos para atuar neste segmento, é um desafio a parte, uma vez que a responsabilidade direta pela geração de resíduos, por exemplo, é do próprio profissional que faz a assistência, cabendo a ele decidir o que e onde descartar. Com base nisto, pode-se afirmar que quem define os desdobramentos do gerenciamento em suas múltiplas etapas, até o destino final, são os profissionais da saúde.

A assistência à saúde e seus serviços, no entanto, trouxeram consigo, durante muito tempo, a crença de que o resíduo era justificado devido à relevância das práticas realizadas. A ecoeficiência vem em contraposição a esta ideia, apontando possibilidades não só de minimização de riscos ambientais, mas igualmente de riscos à saúde ambiental como um todo, com resultados igualmente de natureza econômica. Segundo Demajorovis e Vilella Júnior (2006), a incorporação da ecoeficiência, em estabelecimentos de assistência à saúde, é uma questão bastante recente e, portanto, um desafio aos gestores. Embora Toledo (2005 apud Dias, 2002) destaque a complexidade destes estabelecimentos como, *a priori*, um grande fator limitante, há inúmeras possibilidades à sua implementação, com ganhos socioeconômicos e ambientais bastante promissores.

Um programa de ecoeficiência em estabelecimentos de assistência à saúde, segundo Sisinno e Barros (2004), tem início com o monitoramento permanente dos serviços associados ao tipo de assistência (pacientes), através do qual é possível identificar as demandas por água, energia e materiais. O monitoramento contínuo dos serviços, com foco na ecoeficiência, permite detectar onde e em que condições os resíduos, sejam eles sólidos, líquidos ou gasosos, são gerados, avaliando-se, ainda, possíveis desperdícios. Segundo os autores, desperdícios estão normalmente associados "[...] a uma série de fatores correlatos a problemas operacionais e [...] de qualidade do material, e frequentemente a falta de conhecimento e treinamento

adequado da equipe." (Sisinno; Barros, 2004). Identificar os usos e desperdícios de recursos possibilita realizar o balanço de massa e energia, o qual permite uma avaliação global do processo, proporcionando profunda análise econômica e ambiental do empreendimento.

Estas análises demonstram ao gestor muito mais do que a quantidade de resíduos gerados na assistência à saúde, podendo abrir possibilidades e oportunidades de como melhorar o sistema, bem como apontar falhas e perdas. Não há prescrição exata aplicável ao setor. Cada empreendimento é único em seu *design*, especificidades, tamanho, público atendido, atividades, complexidade da assistência, tecnologias utilizadas, localização, fatores culturais locais, etc. Neste sentido, cada caso deve ser avaliado cuidadosa e especificamente.

O Capítulo 10 apresentou, por meio de seu quadro 2, alguns exemplos de oportunidades que podem ser identificadas e analisadas, com vistas à implementação da ecoeficiência em estabelecimentos de assistência à saúde e correlatos. Com base nestas informações, é possível afirmar que a perspectiva ecológica pode dar uma nova visão, abrir novas possibilidades (até mesmo de inovações), gerando um processo de melhoria contínua.

Na prática, a ecoeficiência é um excelente método para melhorar a competitividade econômica, ao mesmo tempo em que diminui consideravelmente os impactos ao meio ambiente; à saúde humana, animal e ambiental. Uma parte considerável dos atuais problemas ambientais e potenciais riscos futuros é causada pelo consumo de recursos naturais e alteração dos fluxos de energia e ciclagem da matéria. Neste aspecto, afeta os ecossistemas de maneira geral e, obviamente, ao ser humano, que é parte da intrincada rede que mantém conectados todos os seres vivos no planeta.

14.2 O princípio da Produção mais Limpa (P+L), aplicado à minimização de resíduos da assistência à saúde

Considerando que a geração de resíduos nos processos produtivos e de serviços, incluindo-se aqui os de saúde, não é ainda completamente inevitável, várias concepções de sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos vêm sendo discutidas e envolvem, normalmente, as etapas de geração, manejo, coleta, valorização (tratamento e transformação), transferência e transporte e destinação final. (Tchobanoglous; Theisen; Vigil, 1993). Masters (1998) considera que dentro dos programas de gestão integrada de resíduos, as principais prioridades devem ser a redução na origem e a valorização (através da reciclagem, por exemplo). Dentro deste cenário, insere-se a produção mais limpa (P+L), modelo proposto em 1989 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (Pnuma), a qual objetiva integrar interesses ambientais e econômicos por meio da busca de maior eficiência, a partir da redução do volume e da toxicidade dos resíduos. (CNTL, 1999).

Como um método para avaliar os serviços com aplicação contínua de estratégias econômicas, ambientais e tecnológicas, integrado aos processos e produtos, objetiva

alcançar uma maior eficiência no uso de matérias-primas, água e energia, por meio da não geração, minimização e/ou reciclagem de resíduos gerados, com benefícios tanto ambientais quanto econômicos para a instituição onde se aplica. A mudança do foco de tratamento e disposição final (*end of pipe*), para evitar ou minimizar a geração de resíduos ainda no processo produtivo (*in plant control*), contribui para a implementação e o desenvolvimento de novos modelos de produção e de serviços. O conceito de descarga zero (princípio zeri) é a base da estratégia da adoção de tecnologias limpas, ou seja, a não geração de resíduos. (Pauli, 1996).

A implementação da estratégia de P+L, no entanto, exige que todo o processo produtivo seja avaliado, verificando sua real eficiência quanto ao emprego de recursos e energia. Essa avaliação está baseada na realização de um balanço de massa e energia, assim como na identificação das medidas para a produção mais limpa, mais apropriadas, a serem aplicadas.

As oportunidades para a redução do desperdício e prevenção da poluição podem ser identificadas em várias etapas do processo, segundo Hunt (1993) e Venzke (2002), dentre as quais se destaca:

- *administração de materiais*: o desperdício de materiais, em muitos casos, ocorre porque estão com prazo de validade vencido, contaminados, malconservados ou são simplesmente desnecessários. Além dos custos de disposição desses materiais, existem os custos associado às perdas de matérias-primas não utilizadas. Outro ponto a ser observado é que quanto mais os materiais utilizados estiverem próximos de seu estado natural, mais facilmente podem ser recuperados, pois se eliminam os problemas que podem surgir no momento da separação dos componentes originais;
- *projetos voltados à simplicidade*: o projetista deve procurar criar um produto que tenha formas simples, não descuidando o fator estético. Formas mais simples geralmente possuem um custo de produção menor, pois utilizam menor quantidade de material, além de permitir maior facilidade de montagem e desmontagem, podendo possuir uma durabilidade maior;
- *gestão de estoques*: os métodos para o controle de estoques e a adoção de procedimentos para a implementação de técnicas para entregas *just in time*, de acordo com a demanda da linha de produção, podem reduzir o desperdício significativamente, considerando-se também que a empresa torna-se mais ecoeficiente à medida que uma menor quantidade de resíduo é gerada;
- *housekeeping*: a inspeção e a reparação de válvulas, fechaduras, torneiras, canos e equipamentos em geral previnem muitos prejuízos. Estes procedimentos podem, por exemplo, reduzir a má-utilização de água e vapor, bem como o desperdício de materiais com peças defeituosas por falhas dos equipamentos;
- *separação de resíduos tóxicos e não tóxicos*: alguns materiais, quando mantidos separados durante o processo, podem ser reutilizados ou reciclados (por

exemplo, a água utilizada no processo, a água de refrigeração e os resíduos químicos);

- *mudança para materiais menos tóxicos*: a utilização de materiais menos tóxicos evita os custos de investimentos em medidas e equipamentos que são exigidos para atender à legislação ambiental e de segurança e saúde no trabalho. Um exemplo pode ser as tintas de origem vegetal substituindo as químicas; a utilização de madeiras reflorestadas; e a utilização de produtos à base de água, principalmente solventes e tintas, para a substituição de produtos a base de petróleo;
- *modernização dos equipamentos e energia*: a substituição de equipamentos e a implementação de sistemas de circuito fechado podem maximizar a utilização dos insumos, bem como formas de energia que utilizem recursos renováveis,[4] tais como: a solar, a eólica e a hidrelétrica;
- *reciclagem interna*: os resíduos podem ser reutilizados como insumos dentro de um mesmo processo. Para isso, podem ser usadas tecnologias que recuperem estes resíduos, aproveitando-os no próprio processo produtivo, nunca esquecendo que evitar a sua geração é a primeira alternativa a ser implantada;
- *reciclagem externa*: em alguns casos, os resíduos podem ser transferidos para outra empresa, que o utiliza como insumo em seu processo produtivo;
- *modificação do produto:*[5] alguns produtos podem ser substituídos por um similar que não exige a utilização de matérias-primas ou processos de produção tóxicos ou, ainda, a extensão da vida útil de um produto contribui significativamente para a ecoeficiência;
- *recuperação de embalagens*: a aplicação desta prática prevê que as embalagens possam ser reaproveitadas, seja na reutilização, seja na reciclagem.

A aplicação da metodologia da P+L envolvendo as etapas citadas acima resultará, seguramente, na mitigação de impactos ambientais e maior rentabilidade para a instituição. A figura 3 apresenta o estabelecimento de prioridades para a implementação de uma política de gestão ambiental envolvendo o princípio da P+L, com o estabelecimento de prioridades na identificação de oportunidades de intervenção no processo produtivo.

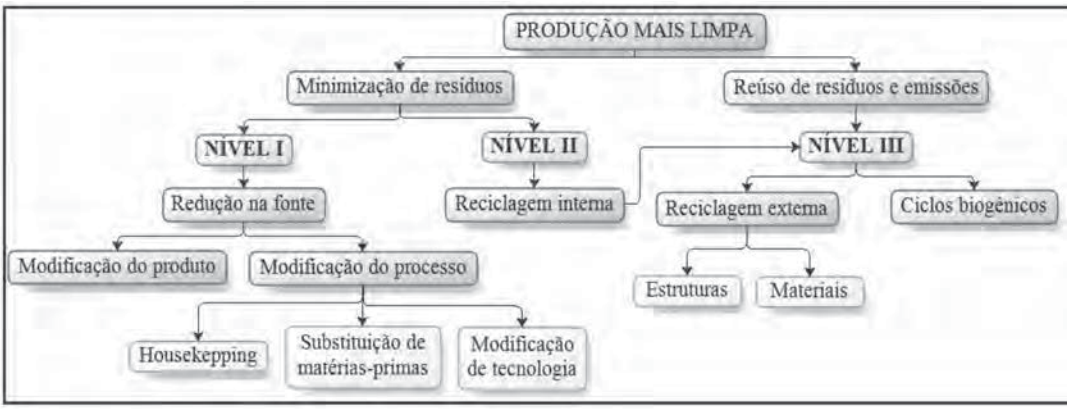
A sistematização das ações, conforme a proposta da P+L, busca prioritariamente a prevenção dos impactos ambientais por meio da redução de resíduos, efluentes e emissões na fonte (Nível 1), ou seja, o ideal é evitar a geração de resíduos, e quando estes não podem ser evitados, reintegrá-los ao processo de produção (Nível 2). Na impossibilidade de reutilização dos resíduos, as medidas para a reciclagem externa devem então ser adotadas (Nível 3). O impacto ambiental também pode ser reduzido

[4] Entende-se por recursos renováveis aqueles cuja taxa de renovação seja suficiente para compensar a sua utilização.

[5] Para ver exemplos de substituição de produtos, vide Capítulo 10, quadro 1.

utilizando-se a abordagem hierárquica dos 4Rs sugerida por Brown (1993), e que também está parcialmente demonstrada na figura 1, possuindo a seguinte hierarquia: reduzir, reutilizar, reciclar e recuperar.

Figura 1 – Fluxograma para o estabelecimento de prioridades na identificação de oportunidades de P+L no processo produtivo



Fonte: Elaborado pelos autores com base em CNTL (1999).

A redução na origem é a alternativa preferível, uma vez que não sendo gerado, evita-se também o problema de controle dos resíduos. Exemplos de redução na origem são a redução de rejeitos em um processo industrial; a redução de embalagens e o desenvolvimento de produtos mais duráveis. Reutilizar significa simplesmente usar um objeto ou material novamente, e reciclar é usar um resíduo no lugar de um material virgem para fabricação de novos produtos no mesmo ciclo de produção. Nessa abordagem, recuperar significa reciclar um material extraído de resíduos misturados ou de resíduos de outros processos. Como exemplos, podem ser citadas as recuperações energéticas, cujos resíduos são queimados para produzir energia, e o uso de resíduos de incineração, como agregado para a construção de estradas. (Brown, 1993). Também convém abordar o conceito de reuso dos materiais, o qual significa, por exemplo, a utilização de uma embalagem vazia para colocar-se outro líquido, ou seja, é a utilização do mesmo bem sem transformar o produto original, e o reemprego, com o objetivo de mudar a forma de um bem para outro fim. (Valle, 2002).

A minimização da geração de resíduos sólidos oriundos das atividades de assistência à saúde humana implica a redução, tanto volumétrica quanto mássica, de todos os tipos de resíduos gerados durante o processo de atendimento ao paciente. É importante ressaltar que, embora a minimização esteja bastante atrelada à redução do montante de resíduo perigoso e/ou tóxico, gerado por estas instituições, os quais possuem maior periculosidade e custo de tratamento e disposição final associados, esta técnica pode e deve ser aplicada a todas as tipologias de resíduos, com significativos resultados positivos ao meio ambiente, a população em geral e à situação econômica do empreendimento. (Rêgo, Fenandes, 2002; Rodrigues et al., 1997; Epa, 1986).

O desenvolvimento das técnicas de minimização teve início na década de 70, com enfoque voltado para os resíduos industriais, influenciado pelo desenvolvimento tecnológico no manejo de resíduos perigosos e pela implantação de leis cada vez mais restritivas quanto ao lançamento de contaminantes perigosos no meio ambiente, o que representava um custo significativo para o gerenciamento. As tecnologias se expandiram, atingindo os diversos setores geradores de resíduos, com a implantação de programas de minimização voltados para a indústria, o comércio e os serviços, bem como para os domicílios. Os estabelecimentos de serviços de saúde enquadram-se nessa filosofia, beneficiando-se pela redução do custo da disposição final e da responsabilidade associada à disposição de resíduos perigosos. Neste contexto, a redução na fonte facilita a definição de modelos de gerenciamento.

Muito antes de se constituir em uma etapa do processo de gerenciamento, a minimização é, na verdade, o primeiro aspecto a ser considerado quando da prevenção à poluição. Em se tratando de RSS, destaca-se que há um grande campo a ser explorado. A minimização deste resíduo, contudo, somente será possível até determinados níveis, os quais estão diretamente atrelados à natureza e à relevância do procedimento gerador, bem como no treinamento, por meio do qual os colaboradores da instituição são submetidos continuamente.

A redução da geração de resíduos na fonte, representada por qualquer atividade, método ou técnica, que tenha por finalidade reduzir ou eliminar a geração destes na origem, implica ações que reduzam a geração de resíduos perigosos ou que alterem suas propriedades, de forma que este passe a não ser mais classificado como perigoso. Medidas de redução na fonte incluem modificações no processo ou em equipamentos; alteração de insumos; mudança de tecnologia ou procedimento; substituição de materiais; mudanças na prática de gerenciamento e administração interna dos suprimentos; e aumento na eficiência dos equipamentos e processos.

A minimização de resíduos perigosos deve, primeiramente, focar os produtos perigosos utilizados em vários diagnósticos e tratamentos, tais como: solventes, produtos químicos, reveladores e fixadores, quimioterápicos e antineoplásicos, formaldeído, radionuclídeos, gases anestésicos, mercúrio, dentre outros que possam apresentar alguma das características apontadas pela NBR 10.004 (ABNT, 2004a), além da patogenicidade (toxicidade, corrosividade, reatividade, radioatividade). (Risso, 1993; Rodrigues et al., 1997).

Alguns desses materiais perigosos se tornam parte integrante de seus resíduos, impregnando ou contaminando os materiais com os quais tomaram contato ou que os continham. Todos esses produtos, porém, podem e devem fazer parte da proposta de minimização do estabelecimento, além de outros que, embora não apresentem caráter de periculosidade, podem integrar o programa pela possibilidade de redução do volume total gerado ou, em alguns casos, pelo valor econômico agregado e, portanto, passíveis de comercialização.

Conforme destacado anteriormente, a minimização não é uma ferramenta completa quando da busca por soluções no gerenciamento de RSS, principalmente pelo fato de que, invariavelmente, a atividade de assistência à saúde humana ou animal gera

resíduos, muitos deles com potencial de risco (químico, físico, biológico). Contudo, a soma ou sobreposição de diferentes ferramentas ou técnicas acaba por resultar em um melhor gerenciamento dos resíduos gerados. Outra ferramenta que pode ser combinada e aplicada conjuntamente com a minimização é o reuso, compreendido como a reutilização de um material, sem que ele tenha que passar por qualquer processo de regeneração, que consome tanto matéria-prima quanto insumos. Um exemplo de reuso em instituições de assistência à saúde é a reutilização do formaldeído de necropsias.

Outra ferramenta bastante utilizada é a recuperação, compreendida como o procedimento através do qual um dado resíduo torna-se novamente um produto útil ou regenerado. A recuperação da prata dos produtos químicos fotográficos, recuperação de solventes por destilação, reciclagem de filme e papel fotográfico, reciclagem de vidro e papelão descartados e o reaproveitamento de resíduos do preparo de alimentos para a alimentação de animais são alguns exemplos de recuperação de resíduos que podem ocorrer em um estabelecimento de saúde.

Por fim, a racionalização de outras atividades desenvolvidas pelo estabelecimento, tais como a ordenação do estoque por data de vencimento dos produtos; a centralização das compras e o estoque de drogas, bem como de outros materiais perigosos; o treinamento dos profissionais para o manejo de materiais tóxicos e para o uso de técnicas de minimização/reuso/recuperação de resíduos, segundo Risso (1993), podem representar um incremento na minimização da geração, agindo, portanto, como ferramenta complementar à minimização.

A ecoeficiência, dentro deste contexto, apela para a necessidade das instituições traçarem estratégias de gestão ambiental preventiva, que integrem aspectos ambientais ao ciclo de vida de seus produtos e serviços, indo além da simples redução da poluição e do uso de recursos, enfatizando a valorização e relacionando a excelência ambiental com a empresarial. Isto sugere uma importante ligação entre eficiência dos recursos (que leva à produtividade e lucratividade) e responsabilidade ambiental. As empresas ecoeficientes adaptar-se-iam com mais facilidade às mudanças dinâmicas do mercado. (Almeida, 2002).

14.3 Considerações finais

O mercado atual, cada vez mais exigente e dinâmico, exige que as empresas assumam um posicionamento estratégico diferenciado, no sentido de internalizar demandas externas, tais como as questões socioambientais. Inserido neste contexto, destaca-se não haver mais lugar para empresas reativas, as quais preferem utilizar um controle fim de tubo (*end of pipe*), que designa tecnologias de remediação e destinação de resíduos, efluentes ou emissões. Contudo, salienta-se que quaisquer processos que envolvam redução, reutilização, reciclagem, etc. devem ser cuidadosamente planejados e operados, considerando o princípio da precaução, com vistas a evitar que se coloque em risco a saúde dos trabalhadores envolvidos e dos pacientes, mas também a eliminação dos impactos ambientais.

O presente capítulo teve por objetivo auxiliar a compreensão acerca das diferentes ferramentas que podem ser utilizadas em estabelecimentos de assistência à saúde, com vistas à promoção de melhorias nos processos, através da consideração de questões ambientais. Embora a ISO 14.001, a P+L e a ecoeficiência contribuam para a melhoria da conduta ambiental das organizações, estas são diferentes quanto aos seus objetivos, a metodologias e alvos. A certificação ambiental e de qualidade não qualifica a organização para a ecoeficiência, mas a adoção da ecoeficiência dará substancial aumento no perfil de excelência, do ponto de vista da responsabilidade ambiental e em relação à concorrência, se complementada pela obtenção da certificação ISO 14.001. (ABNT, 2004b). Uma organização poderá obter certificação ambiental para processos e produtos que jamais passariam pelo crivo dos critérios da ecoeficiência. Da mesma forma, a empresa que adota a ecoeficiência não irá atender, necessariamente, às exigências da ISO 14.001 (ABNT, 2004b). Baseado nestes pressupostos, verifica-se que as ferramentas apresentadas podem ser implementadas concomitantemente, dependendo dos objetivos da instituição e da natureza do empreendimento.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.* Rio de Janeiro, ABNT, 2004a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR ISO 14.001 – Sistemas da Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para uso.* Rio de Janeiro, ABNT, 2004b.

ALMEIDA, F. O Bom Negócio da Sustentabilidade. Rio de Janeiro: *Nova Fronteira,* 2002. 192 p.

BROWN, D. T. The Legacy of the Landfill: Perspectives on the solid crisis. In: MUSTAFA, N. (Ed.) *Plastics Waste Management: disposal, recycling and reuse.* New York: Marcel Dekker, 1993. p.1-35.

CNTL. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. *Ecoprofit – v. 4:* Análise de fluxo de material. Centro Nacional de Tecnologias Limpas. Porto Alegre: Senai, 1999.

DEMAJOROVIC, J.; VILELLA JR., A. *Modelos e ferramentas de gestão ambiental:* desafios e perspectivas para as organizações. São Paulo: Ed. Senac, São Paulo, 2006.

EHRENFELD, J. A Framework for Quantified Eco-Efficiency Analysis. *Journal of Industrial Ecology*. 2005. p. 6.

EPA. Environmental Protection Agency. *Guide for Infectious Waste Management*; Report. Washington, 1986. (EPA/530-SW-86-014).

FERREIRA, J. V. R. *Análise de ciclo de vida dos produtos.* Instituto Politécnico de Viseu, 2004. 80p. Disponível em: <http://www.estv.ipv.pt>. Acesso em: 17 fev. 2012.

FEAM. Fundação Estadual do Meio Ambiente do Estado de Minas Gerais. *Índice de produção mais limpa para a indústria de transformação do Estado de Minas Gerais.* 2009.

GODOI, A. Hotelaria hospitalar e humanização. ano III, n.15, 22-26 e 28, São Paulo: *Hospitais,* 2005.

HOLLIDAY, C. O.; SCHMIDHEINY, S.; WATTS, P. Walking the Talk, The Business Case for Sustainable Development. Sheffield, UK: *Greenleaf Publishing.* 2002.

HUNT, G. E. Overview of Waste Reduction Techniques Leading to Pollution prevention. In: FREEMAN, H. M. *Industrial Pollution Prevention Handbook.* New York: Mc Graw-Hill, 1993.

MASTERS, G. M. *Introduction to environmental engineering and science.* 2th ed. Upper Saddle River – New Jersey: Prentice Hall, 1998.

PAULI, G. *Emissão zero: a busca de novos paradigmas - o que os negócios podem oferecer à sociedade.* Porto Alegre: EDIPUCRS, 1996.

PENTTINEN, I.; SCHNEIDER, V. *Ecoeficiência em pesquisas em pequenas e médias empresas – desafios à implementação.* Programa Alfa II: II – 0214-FI. S. D.

PENTTINEN, I. *Adoption of Eco-Efficiency in strategic and operational management of industrial small and medium size enterprises.* Turku University of Applied Science. 2010.

RÊGO, R. C. E., FERNANDES, P. S. Implementação de um sistema de gestão ambiental em estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, com ênfase para a prevenção à poluição. In: SIMPÓSIO ÍTALO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL. *Anais...* Vitória (ES): Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

RISSO, W. M. *Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde: a caracterização como instrumento básico para abordagem do problema.* 1993. 163p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1993.

RODRIGUES, E. A. C. et al. *Infecções hospitalares:* prevenção e controle. São Paulo: Sarvier, 1997.

SCHALTEGGER, S.; STURM, A. Ökologieinduzierte entscheidungsprobleme des managements: Ansatzpunkle zur ausgestaltung von instrumenten. *WWZ Discussion Paper 8.914*, Basel, Switzland: WWZ, 1989.

SISINNO, C. L. S.; BARROS, R. L. P. Ecoeficiência hospitalar: um instrumento para o controle de desperdícios. *Revista Hospitais Brasil* 2004; v. 6, p. 76.

TCHOBANOGLOUS G.; THEISEN, H.; VIGIL, S. Integrated Solid Waste Management: Engineering Principles and Management issues. *Mc Graw-Hill, Inc.,* New York.

TOLEDO, A. F. de. *Ecoeficiência: um estudo a respeito das instituições hospitalares no município de Santo André.* 2005. 161p. Dissertação (Mestrado). Centro universitário Senac. Faculdade Senac de Ciências Ambientais,São Paulo, 2005.

UNEP. United Nations Environment Programme. Cleaner Production and Eco-Efficiency, Complementary approaches to sustainable development. *United Nations Environmental Program.* 1998.

VALLE, C. R. do**.** *Qualidade ambiental: ISO 14.000.* São Paulo: Ed. do Senac São Paulo. 2002.

VENZKE, C. S. *A situação do ecodesign em empresas moveleiras da região de Bento Gonçalves, RS:* Análise da postura e das práticas ambientais. Rio Grande do Sul, 2002. 126 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2002.

VERFAILLIE, H. A.; BIDWELL, R. Measuring Eco-Efficiency, a guide to reporting company performance. *World Business Counsel for Sustainable Development,* 2000.

15

Legislação relacionada à gestão dos resíduos de serviços de saúde: histórico, direitos, deveres e competências

Airton Guilherme Berger Filho
Vania Elisabete Schneider
Nilva Lúcia Rech Stedile

O presente capítulo apresenta os mais importantes instrumentos normativos relacionados à gestão dos resíduos de serviços de saúde. Inicia pela análise da proteção constitucional do meio ambiente, e da garantia do direito à saúde pelo Estado, como fundamentos. Em seguida, são apresentadas as competências administrativa e legislativa da Política Nacional de Saúde e da Política Nacional do Meio Ambiente; a evolução dos instrumentos legais; e as formas de responsabilização jurídica por risco e por danos ao meio ambiente e à saúde.

15.1 Meio ambiente e saúde como direitos/deveres fundamentais na Constituição Federal de 1988

A Constituição da República Federativa do Brasil de 1988 (Brasil, 1988) reconheceu diversos direitos fundamentais individuais, coletivos e difusos,[1] entre eles o direito à saúde e o direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado.

[1] Na bibliografia jurídica e na legislação existe diferenciação genérica entre direitos e interesses individuais (inerentes à condição de pessoa individual) e transindividuais. Na segunda categoria, está consagrada a diferenciação entre direitos ou interesses coletivos (*stricto sensu*) e difusos. Os direitos coletivos são, segundo o art. 81, II, do Código de Defesa do Consumidor (Lei Federal 8.079 – Brasil, 1990b), interesses "transindividuais de natureza indivisível de que seja titular grupo, categoria ou classe de pessoas ligadas entre si ou com a parte contrária por uma relação jurídica-base". Os

Em seu art. 196, a Constituição Federal brasileira de 1988 (Brasil, 1988) estabelece a saúde como "direito de todos e dever do Estado, garantido mediante políticas sociais e econômicas que visem à redução do risco de doença e de outros agravos, e ao acesso universal e igualitário às ações e serviços para sua promoção, proteção e recuperação". Desta forma, "em relação a toda e qualquer ação ou serviço de saúde – seja público ou privado – ficou estabelecida na Lei Maior a obrigação do Poder Público os regular, fiscalizar e controlar, devendo orientar sua atuação no sentido de reduzir o risco de doenças". (Dallari, 2001, p. 41).

Ao definir que o objetivo do Estado deve ser reduzir riscos de doenças, a Constituição inclui também o meio ambiente como um dos fatores que influenciam nas condições de saúde da população. Na mesma Constituição democrática de 1988 (Brasil, 1988), o *direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado* foi elevado à condição de *direito fundamental*. Em seu art. 225, a norma constitucional estabelece o direito de todos ao meio ambiente, enquanto *bem de uso comum do povo*, requisito *essencial à sadia qualidade de vida*, o que impõe "ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações".

Conforme os incisos IV e V do parágrafo 1º do art. 225, para assegurar a efetividade do direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, compete ao Poder Público, entre outras obrigações:

> IV – exigir, na forma da Lei, para instalação de obra ou atividade potencialmente causadora de significativa degradação do meio ambiente, estudo prévio de impacto ambiental, a que se dará publicidade;
>
> V – controlar a produção, a comercialização e o emprego de técnicas, métodos e substâncias que comportem risco para a vida, a qualidade de vida e o meio ambiente. (Brasil, 1988).

Os RSS incluem-se no objeto dos incisos citados acima por serem potencialmente comprometedores da saúde individual (pelo risco de infecções) e ambiental (pelo risco de contaminação química e biológica do solo, água e ar).

Por conta dos preceitos constitucionais acima, percebe-se que o legislador pretendeu atribuir ao Poder Público o dever de realizar o controle preventivo das atividades potencialmente causadoras de impacto ambiental, bem como o controle de técnicas, métodos e substâncias que comportem riscos à saúde e ao meio ambiente.

---

interesses coletivos expressam-se através de algum vínculo, característica ou prerrogativa num determinado grupo da sociedade, como, por exemplo, sindicatos de trabalhadores. Já nos direitos ou interesses difusos não são definidos os grupos de sujeitos de direito específicos, e são observados em situações que atingem um número indefinido de pessoas, até mesmo toda a sociedade, como, por exemplo, o direito a viver em um meio ambiente sadio. O Código de Defesa do Consumidor (Lei Federal 8.079/90 – Brasil, 1990b), em seu art. 81, I, considera direitos difusos os direitos "transindividuais de natureza indivisível, de que sejam titulares pessoas indeterminadas e ligadas por circunstâncias de fato".

A partir da leitura da Constituição Federal, é possível verificar que suas normas apresentam, de forma ampla, o direito/dever da sociedade e o dever do Estado na promoção da saúde, de forma integrada com a proteção do meio ambiente e como responsabilidade compartilhada por todos os entes da Federação.

15.2 Competência administrativa ao meio ambiente

A Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) impulsionou o processo de descentralização das políticas públicas de proteção do meio ambiente, promoção da saúde e bem-estar da população. Em seu art. 23, VI e IX, a Constituição Federal estabelece a competência administrativa comum[2] da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, para proteger o meio ambiente, combater a poluição e promover condições adequadas de saneamento básico. A Norma Constitucional pressupõe, portanto, a necessidade de cooperação entre os entes federados para tais tarefas.

No inciso V do art. 30 da CF/1988 (Brasil, 1988), está expressa a competência dos municípios para organizar e prestar, diretamente ou sob regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local e que tenham caráter essencial. Contudo, após mais de duas décadas de vigência da Constituição Federal (Brasil, 1988), pode-se perceber diversos problemas na implementação da sistemática de cooperação federativa, no que se refere à aplicação de normas ambientais e sanitárias. Isto decorre, entre outros fatores: de questões culturais, da falta de vontade política, da demora na regulamentação dos artigos relativos à repartição de competências administrativas, e da redação imprecisa e confusa quanto à competência legislativa.

Na busca por proporcionar a repartição de responsabilidades e cooperação entre os entes federados, esta Constituição estruturou, de forma bastante genérica, a repartição de competências administrativas, prevendo sua regulamentação por Lei Complementar (art. 23). Após 23 anos de espera por uma Lei Complementar, em termos de competência de matéria ambiental, foi sancionada a Lei Complementar 140 (Brasil, 2011a), que fixa regras para a cooperação entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à: proteção das paisagens naturais notáveis; proteção do meio ambiente; ao combate à poluição em qualquer de suas formas; e à preservação das florestas, da fauna e da flora.

[2] A competência material ou administrativa confere ao Poder Público o exercício de determinadas atividades, tornando-o responsável pelas ações e pelas omissões. Atribui ao Poder Público a prática de atos administrativos e de atividades ambientais, de forma exclusiva ou comum a todos os entes da Federação: União, estados, Distrito Federal e municípios. (Seguin, 2001, p. 24).

Os art. 7º, 8º, 9º e 10 da Lei Complementar citada (Brasil, 2011a) definem as ações administrativas da União, dos estados, municípios e do Distrito Federal; inclusive determina as competências para o licenciamento ambiental, matéria anteriormente definida na Resolução Conama 237. (Brasil, 1997a).

Como já foi dito, a competência administrativa em matéria ambiental é de todos os entes federados e deve ser cooperativa. Entretanto, nas últimas duas décadas, antes da sanção da Lei Complementar 140 (Brasil, 2011a), o que se percebeu foi que quando a competência é de todos, sem a definição clara das responsabilidades, na prática, como observa Machado (2011, p. 130), "todos os entes federados ficam competentes, mas nenhum deles tem assumido especificamente a melhoria da qualidade das águas, do ar e do solo, e nenhuma instância governamental se responsabiliza pela conservação das florestas e da fauna".

15.3 Política Nacional de Saúde e sua relação com a gestão de resíduos

A atual Política Nacional da Saúde foi instituída pela Lei Federal 8.080 (Brasil, 1990c) – a Lei Orgânica da Saúde –, que constituiu o Sistema Único de Saúde (SUS). Nesta lei há nítida ampliação do conceito de saúde, incluindo nele não apenas ações e serviços para sua recuperação, mas novas formas de acesso e de relacionamento da saúde com outros setores (intersetorialidade). Neste conceito ampliado, incluem-se as questões ambientais e a necessidade do esforço compartilhado entre setores (educação, meio ambiente, engenharia ambiental, etc.), com vistas à resolução dos complexos problemas que envolvem a saúde da população.

A lei parte da premissa, estabelecida pela Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), de que a saúde é um direito fundamental do ser humano, e o Estado tem dever de prover as condições indispensáveis ao seu pleno exercício. Entre os deveres do Estado, na garantia à saúde, está a formulação e execução de políticas econômicas e sociais que visem à redução de riscos de doenças e de outros agravos.

Conforme art. 3º da Lei Federal 8.080,

> A saúde tem como fatores determinantes e condicionantes, entre outros, a alimentação, a moradia, o saneamento básico, o *meio ambiente*, o trabalho, a renda, a educação, o transporte, o lazer e o acesso aos bens e serviços essenciais; [...] os níveis de saúde da população expressam a organização social e econômica do País. (Brasil, 1990c, grifo nosso).

A mesma norma, em seu art. 6º, § 1º, define vigilância sanitária como

> um conjunto de ações capazes de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, da produção e circulação de bens e da prestação de serviços de interesse da saúde, abrangendo:

> I – o controle de bens de consumo que, direta ou indiretamente, se relacionem com a saúde, compreendidas todas as etapas e processos, da produção ao consumo;
>
> II – o controle da prestação de serviços que se relacionam direta ou indiretamente com a saúde. (Brasil, 1990).

Portanto, cabe à Vigilância Sanitária colaborar na redução de riscos e, ao mesmo tempo, controlar os serviços de saúde, no que se refere à proteção do meio ambiente.

Nove anos depois, por meio da Lei Federal 9.782 (Brasil, 1999), alterada pela Medida Provisória 2.190-34 (Brasil, 2001a), o Poder Público instituiu o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), que compreende o conjunto de ações de vigilância sanitária, executado por instituições da Administração Pública direta e indireta da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, que exerçam atividades de regulação, normatização, controle e fiscalização na área.

Essa mesma lei criou a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), como entidade executiva do SNVS, vinculada ao Ministério da Saúde, para o exercício de atividades de vigilância sanitária de competência da esfera federal. A Anvisa, autarquia especial caracterizada pela independência administrativa, estabilidade de seus dirigentes e autonomia financeira, foi inspirada no modelo norte-americano de agência responsável pela fiscalização e controle de bens e produtos relacionados à saúde, o *Food and Drug Administration* (FDA).

Conforme o art. 6º da Lei Federal 9.782 (Brasil, 1999), a Anvisa

> terá por finalidade institucional promover a proteção da saúde da população por intermédio do controle sanitário da produção e da comercialização de produtos e serviços submetidos à vigilância sanitária, inclusive dos ambientes, dos processos, dos insumos e das tecnologias a eles relacionados, bem como o controle de portos, aeroportos e de fronteiras. (Brasil, 1999).

15.4 Política Nacional de Meio Ambiente e sua relação com a gestão de resíduos

As principais normas para a orientação das políticas públicas de proteção à qualidade do meio ambiente, no âmbito federal, são a Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) e a Lei Federal 6.938 (Brasil, 1981), que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), regulamentada pelo Decreto Federal 99.274. (Brasil, 1990d). Esta lei propõe diretrizes, objetivos, princípios e definições importantes de meio ambiente, degradação, poluição e recursos naturais e, ainda, institui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama).

A PNMA tem por objetivo a preservação, a melhoria e a recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade humana (art. 2º).

Com base no art. 9º da Lei Federal 6.938 (Brasil, 1981), podem ser destacados alguns dos instrumentos da PNMA com repercussão direta na gestão de resíduos de serviços de saúde:

- o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- o zoneamento ambiental;
- a avaliação de impactos ambientais;
- o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras;
- o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais;
- as penalidades disciplinares ou compensatórias pelo não cumprimento das medidas necessárias à preservação ou correção da degradação ambiental.

Os instrumentos da PNMA servem à atuação preventiva e ordenadora do Estado na conservação do meio ambiente. Nesses casos, a administração pública (federal, estadual e municipal) se vale do seu Poder de Polícia para regular as atividades lícitas e reprimir as atividades ilícitas, em razão do interesse público, concernente à segurança, higiene e ao meio ambiente. Observado o princípio da legalidade, a administração pode estabelecer regras e condutas em relação a certos bens, fiscalizar o seu cumprimento e punir os infratores.

A PNMA criou o Sisnama, que é constituído por órgãos e entidades da União, dos estados, do Distrito Federal e dos municípios, e pelas Fundações instituídas pelo Poder Público responsáveis pela proteção e melhoria da qualidade ambiental. Nos estados, os órgãos seccionais são responsáveis pela atuação na execução de programas ambientais, pelo controle e pela fiscalização de atividades que causam ou que têm potencial de causar impactos ambientais, conforme a competência estabelecida por lei.

A descentralização da gestão ambiental pública, que vem ocorrendo nos últimos anos, tem ampliado as competências dos órgãos locais ou das entidades municipais responsáveis pelo controle e pela fiscalização ambiental. Nos municípios, os órgãos locais – quando da existência de órgãos ambientais – assumem as atividades de gestão ambiental local, o que inclui planos, fiscalização e controle de atividades de impacto local, conforme definido pela legislação estadual. No âmbito estadual e municipal, assim como ocorre com o Conama no âmbito federal, os conselhos estaduais e municipais do meio ambiente também podem elaborar resoluções que irão viger no seu território.

A gestão dos RSS, como se trata de um tema que envolve conjuntamente a tutela da qualidade do meio ambiente e da proteção à saúde humana, exige a atuação complementar dos órgãos do Sisnama e do SNVS, de acordo com as competências regulamentares e administrativas estabelecidas pela legislação supramencionada. Para uma avaliação mais precisa, na definição das competências

dos órgãos do Sisnama e do SNVS, é necessário recorrer à leitura da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) e da Resolução Conama 358. (Brasil, 2005).

Resumidamente, pode-se dizer que a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b) trata do gerenciamento interno dos RSS (portanto, na fonte geradora – questão intramuros), de forma que cabe aos órgãos integrantes do SNVS a sua aplicação na fiscalização sanitária. Já os órgãos do Sisnama são responsáveis pela fiscalização da observância da Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), no manejo dos resíduos, especialmente no que diz respeito ao licenciamento ambiental da atividade e a destinação final dos RSS (questão extramuros).

15.5 Competência legislativa conforme a Constituição Federal de 1988

A Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), por meio de seu art. 24, define a competência concorrente entre a União, os estados e o Distrito Federal para legislar sobre

> VI – florestas, caça, pesca, fauna, conservação da natureza, defesa do solo e dos recursos naturais, proteção do meio ambiente e controle da poluição;
>
> [...]
>
> VIII – responsabilidade por dano ao meio ambiente;
>
> [...]
>
> XII – previdência social, proteção e defesa da saúde. (Brasil, 1988).

A Constituição utiliza-se da expressão concorrente para indicar a possibilidade de a União, os estados e o Distrito Federal disporem sobre o mesmo assunto ou matéria, a qual expressa o Princípio da Coordenação como "um modo de atribuição e exercício conjunto de competências no qual os vários integrantes da Federação possuem certo grau de participação". (Bercovicci, 2004, p. 59). Segundo Bercovicci, a coordenação

> [...] é um procedimento que busca um resultado comum e do interesse de todos. A decisão comum, tomada em escala federal, é adaptada e executada autonomamente por cada ente federado, adaptando-a as suas peculiaridades e necessidades. Esta coordenação é de extrema importância, haja vista que a sua determinação é que dará a linha legislativa e de execução material dos demais entes federados, para o fim de formarem um uníssono, demonstrando harmonia entre si. (Bercovicci, 2004, p. 59).

O delineamento da aplicação da competência legislativa concorrente está definido nas seguintes disposições constitucionais:

- no âmbito da legislação concorrente, a competência da União limitar-se-á a estabelecer normas gerais (art. 24, §1º da Constituição Federal de 1988 – Brasil, 1988);
- a competência da União para legislar sobre normas gerais não exclui a competência suplementar dos estados (art. 24, §2º, da Constituição Federal de 1988 – Brasil, 1988);
- inexistindo lei federal sobre normas gerais, os estados exercerão a competência legislativa plena para atender as suas peculiaridades (art. 24, §3º da Constituição Federal de 1988 – Brasil, 1988);
- a superveniência de lei federal sobre normas gerais suspende a eficácia da Lei Estadual, no que lhe for contrário (art. 24, §4º, da Constituição Federal de 1988 – Brasil, 1988).

Aos municípios são atribuídas as competências para legislar sobre assuntos de interesse local, bem como suplementar a legislação federal e estadual, no que couber, conforme art. 30, I, II da Constituição Federal de 1988. (Brasil, 1988).

O texto constitucional não traz a definição sobre o que são *normas gerais*, o que tem gerado muita divergência entre os autores, quanto à amplitude da competência federal para legislar. Se, por um lado, permite certa flexibilidade, por outro, pode provocar diversidade de entendimentos e de ações no processo de manejo de RSS.

Sem entrar em detalhes sobre a discussão relativa ao significado de normas gerais, pode-se tomar como base as ideias de Farias (1999, p. 334), as quais estão de acordo com boa parte da literatura e das decisões judiciais nesta área:

> Tais *normas gerais* na matéria ambiental podem dispor apenas sobre princípios (normas-princípio) ou descer a detalhes de regulamentação (normas-regra), desde que uniformes em todo o País, de acordo com a maior ou menor intervenção que a União queira exercer nessas matérias, deixando, consequentemente, aos Estados-membros maior ou menor espaço normativo para o estabelecimento de outras normas.

Caso exista Lei Federal geral, os estados poderão suplementar a legislação existente, "pormenorizando as normas gerais para atender as peculiaridades regionais". (Marchesan; Steigleder; Cappelli, 2010, p. 79). Assim, se a União não legisla sobre determinada matéria de competência concorrente, cabe aos estados, segundo o art. 24, § 3º, da Constituição Federal de 1988, exercer competência legislativa plena. A título de exemplo, como anteriormente à sanção da Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a) não havia uma normativa federal acerca da temática resíduos sólidos, diversos estados legislaram sobre o assunto de forma ampla (competência legislativa plena): Rio Grande do Sul, Ceará, Pernambuco, Mato Grosso, Goiás, Santa Catarina e São Paulo.

Um importante aspecto relativo à regulação dos resíduos de serviços de saúde é a atuação da Anvisa e do Conama. Entre as atribuições da Anvisa estão o dever de estabelecer normas, propor, acompanhar e executar as políticas, as diretrizes e as ações de vigilância sanitária, além da incumbência de regulamentar, controlar e fiscalizar os produtos e serviços que envolvam risco à saúde pública, incluídos os resíduos de serviços de saúde (RSS).

O Conama é um órgão colegiado representativo de cinco setores: órgãos federais, órgãos estaduais, órgãos municipais, setor empresarial e sociedade civil, o qual é presidido pelo Ministro do Meio Ambiente. O Conama deve, entre outras competências, estabelecer: normas e critérios para o licenciamento de atividades efetivas ou potencialmente poluidoras; e normas, critérios e padrões relativos ao controle e à manutenção da qualidade do meio ambiente.

Essas competências vinculam o Conama ao manejo dos RSS, considerando que estes são potencialmente poluidores, e sua disposição final, quando não adequadamente realizada, oferece riscos à qualidade ambiental.

A principal forma do Conama estabelecer suas normas é por meio de resoluções. Na legislação ambiental infraconstitucional, segundo o art. 6º, §1º, da Lei Federal 6.938 (Brasil, 1981), "os estados, na esfera de suas competências e nas áreas de sua jurisdição, elaborarão normas supletivas e complementares e padrões relacionados com o meio ambiente, observados os que forem estabelecidos pelo Conama".

15.6 Histórico da legislação infraconstitucional

Apresentados os fundamentos constitucionais da proteção do meio ambiente e da saúde, referidas as competências (administrativa e legislativa) de atuação dos entes federados e aspectos gerais sobre a Política Nacional de Saúde (Brasil, 1990c) e a Política Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 1981), é importante analisar também a evolução normativa com impacto no tratamento legal do gerenciamento de RSS. O objetivo é expor um breve histórico; analisar mudanças de concepção e indicar quais dispositivos legais estão em vigor, bem como quais foram revogados.

Uma avaliação completa do histórico das normas sanitárias e ambientais no território brasileiro remontaria ao império e demandaria um estudo excessivamente extenso. Por isso, o presente trabalho toma como marco histórico a segunda metade do século XX.

Entre as primeiras normas a versar sobre resíduos, de forma destacada, está a Lei Estadual 1.516 do Estado de São Paulo (São Paulo, 1951), que trata acerca do Código de Normas Sanitárias e dispõe sobre coleta pública, transporte e destinação final de resíduos.

Em âmbito federal, a primeira citação acerca da temática resíduos sólidos ocorre por meio da Lei Federal 2.312 (Brasil, 1954), que dispõe sobre normas gerais relativas à defesa e proteção da saúde. A referida lei mencionou a questão dos resíduos sólidos em seu art. 12: "a coleta, o transporte e o destino final do lixo deverá processar-se em condições que não tragam inconvenientes à saúde e ao bem-estar público, nos termos

da regulamentação a ser baixada". Tal norma foi regulamentada posteriormente pelo Decreto Federal 49.974-A (Código Nacional de Saúde – Brasil, 1961), complementada pela Portaria 53,[3] do Ministério do Interior (Brasil, 1979b), que dispõe sobre os problemas oriundos da disposição de resíduos sólidos. Essa portaria foi revogada pela Resolução Conama 005. (Brasil, 1993b).

No final da década de 70, o tratamento dos resíduos de serviços de saúde (RSS) foi disciplinado, em âmbito federal, pela Portaria 53 do Ministério do Interior (Brasil, 1979b). Segundo seu item VI:

> Todos os resíduos sólidos portadores de agentes patogênicos, inclusive os de estabelecimentos hospitalares e congêneres, assim como alimentos e outros produtos de consumo humano condenados, deverão ser adequadamente acondicionados e conduzidos em transporte especial, nas condições estabelecidas pelo órgão estadual de controle de poluição e preservação ambiental e, em seguida, obrigatoriamente incinerados. (Brasil, 1979b).

O item VII dessa mesma portaria trata das instalações dos incineradores, que deveriam estar de acordo com os padrões de qualidade do ar, conforme Portaria MINTER 231 (Brasil, 1976),[4] que também determinou às autoridades municipais a instalação desses aparelhos para servir à área de um ou mais municípios, de acordo com as possibilidades técnicas, econômicas e legais. Na Portaria 53 do Ministério do Interior (Brasil, 1979b), item X, ficou proibida a disposição de resíduos sobre o solo a céu aberto (lixões), sendo que somente a autoridade ambiental e/ou de saúde pública poderia autorizar sua acumulação temporária, ficando a acumulação definitiva vetada em todo o País.

A Portaria nunca foi cumprida integralmente, uma vez que não evitou a proliferação de depósitos a céu aberto – destino final da maior parte dos resíduos sólidos gerados no País – bem como não extinguiu a prática de queima ao ar livre, ambas atividades consideradas sanitária e ambientalmente inadequadas. Pelo contrário, favoreceu a disseminação de *queimadores* sem qualquer tipo de controle. O termo *incineração* foi interpretado como simples queima, o que proporcionou a instalação de dispositivos rudimentares em hospitais.

Até então, o ordenamento jurídico brasileiro contava com poucas normas, esparsas, sobre a proteção e a conservação do meio ambiente.

No início da década de 80, em um esforço para sistematizar e articular a atuação coordenada dos entes federados, na proteção ambiental, foi sancionada a Lei Federal 6.938 (Brasil, 1981), que dispõe sobre a PNMA e institui o Sisnama. A Lei estruturou de forma genérica o Sisnama; estabeleceu conceitos, diretrizes, objetivos, princípios e sanções administrativas por infrações ambientais; e inseriu a responsabilidade civil

[3] Portarias (ou Portarias Ministeriais) são instrumentos pelos quais ministros ou outras autoridades expedem instruções sobre a organização e o funcionamento de serviço e praticam outros atos de sua competência.

[4] Revogada tacitamente pela Resolução Conama 3, de 28 de junho de 1990. (Brasil, 1990a).

objetiva em caso de danos ambientais. A mesma norma federativa estabeleceu, também, a competência deliberativa do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), o qual passou a editar resoluções relativas a licenciamento, estudo de impacto ambiental, controle da qualidade ambiental e gerenciamento de resíduos sólidos.

Em 1990 é constituída a Política Nacional da Saúde, por meio da Lei Federal 8.080 (Lei Orgânica da Saúde – Brasil, 1990c), relativa às condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde; a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes. Essa Lei enfatiza a importância do saneamento básico como condição para uma *vida saudável*.

No início da década de 90, emerge no cenário nacional a discussão sobre a pertinência da imposição, pela legislação, do uso de incineradores. Muitos ambientalistas se posicionaram contrários a essa forma de tratamento de resíduos sólidos. A prática de incineração de RSS, considerada polêmica ainda hoje, gerou longas discussões e controvérsias que levaram à tentativa de proibir completamente o emprego desta tecnologia para o tratamento dos resíduos. Esse processo culminou com a aprovação, pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente, da Resolução Conama 006 (Brasil, 1991), que revogou a obrigatoriedade da incineração, ou qualquer outro tratamento de queima de resíduos provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos, exceto quando for definido o contrário por leis específicas ou acordos internacionais.

Em seu art. 3º, há a determinação de que a Secretaria de Meio Ambiente da Presidência da República, em articulação com o Ministério da Saúde, com a Secretaria Nacional de Saneamento, com os órgãos estaduais e federais competentes, depois de ouvidas as entidades representativas das comunidades científica e técnica, deveria apresentar ao Conama, no prazo de 180 dias, uma proposta de normas mínimas a serem obedecidas no tratamento dos resíduos provenientes dos estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos. O prazo de 180 dias foi prorrogado até 5 de agosto de 1993, quando o Conselho aprovou a Resolução Conama 005 (Brasil, 1993b), que estabeleceu normas mínimas para o tratamento de resíduos sólidos gerados em portos, aeroportos, terminais ferroviários e pelos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.

O conceito de resíduos sólidos, adotado pela Resolução Conama 005 (Brasil, 1993b), foi definido um acordo com a NBR 10.004 (ABNT, 2004a), como

> resíduos nos estados sólido e semissólido, que resultam de atividades da comunidade de origem: industrial, doméstica, hospitalar, comercial, agrícola, de serviços e de varrição. Ficam incluídos nesta definição os lodos provenientes de sistemas de tratamento de água, aqueles gerados em equipamentos e instalações de controle de poluição, bem como determinados líquidos cujas particularidades tornem inviável seu lançamento na rede pública de esgotos ou corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnicas e economicamente inviáveis, em face à melhor tecnologia disponível. (ABNT, 2004a).

Pela primeira vez, uma Resolução Conama impôs a apresentação de um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos (PGRS), a ser submetido à aprovação do órgão ambiental e de saúde. O PGRS deveria considerar os princípios que conduzem à reciclagem, bem como soluções integradas e consorciadas para tratamento e disposição final. A Resolução também determinou que os estabelecimentos geradores de RSS deveriam ter um responsável técnico, devidamente registrado no Conselho Profissional, para correto gerenciamento de RSS.

A Resolução Conama 005 (Brasil, 1993b) estabeleceu, em seu Anexo I, o critério de classificação dos RSS, conforme seu potencial de risco, divididos em quatro grupos:

- *grupo A*: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente, devido à presença de agentes biológicos;
- *grupo B*: resíduos que apresentam risco potencial à saúde pública e ao meio ambiente, devido às suas características químicas;
- *grupo C*: rejeitos radioativos;
- *grupo D*: resíduos comuns, todos aqueles que não se enquadram nos demais grupos.

A Resolução Conama 005 (Brasil, 1993b) indicou, em seu art. 7º, que os procedimentos para acondicionamento e transporte de RSS deveriam seguir os critérios técnicos estabelecidos nas normas (NBRs)[5] da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Já o gerenciamento de rejeitos radioativos permaneceu sujeito à normativa da Comissão Nacional de Energia Nuclear – órgão competente para tanto, conforme a legislação – por meio da Resolução CNEN-NE-6.05. (CNEN, 1985). Salienta-se que a Resolução Conama 005não está mais em vigor, pois suas disposições foram revogadas de forma expressa pela Resolução do Conama 358. (Brasil, 2005).

Paralelamente aos estudos e ao desenvolvimento de Resoluções pelo Conama, a ABNT criou a Comissão de Estudos de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde, a qual contou, entre outros, com a participação de representantes do Ministério da Saúde. Culminou com a publicação, em janeiro de 1993, de quatro normas técnicas sobre gerenciamento interno de RSS NBR 12.807, 12.808, 12.809 e 12.810 (ABNT, 2013a, 1993a, 2013b, 1993b). A ABNT normatizou o acondicionamento de RSS no que tange às embalagens, e estabeleceu normas técnicas relativas à coleta e ao transporte de resíduos perigosos, à análise e amostragem, ao tratamento, à disposição final e aos equipamentos de proteção.

No Estado do Rio Grande do Sul, a Lei Estadual 9.921(Rio Grande do Sul, 1993), regulamentada pelo Decreto Estadual 38.356 (Rio Grande do Sul, 1998), que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos no estado, estabelece, por meio de seu art. 8º que:

[5] As NBRs da ABNT não são propriamente normas jurídicas, como leis, decretos ou resoluções. Elas podem se tornar obrigatórias, em função da imposição expressa por uma norma legal (lei, resolução, decreto), como será visto mais adiante.

> [...] a coleta, o transporte, o processamento e a destinação final dos resíduos sólidos de estabelecimentos industriais, comerciais e de prestação de serviços, inclusive de saúde, são de responsabilidade da fonte geradora, independentemente da contratação de terceiros, de direito público ou privado, para a execução de uma ou de mais dessas atividades.

Cabe salientar que, tanto a Lei Estadual 9.921 (Rio Grande do Sul, 1993) quanto o Decreto Estadual 38.356 (Rio Grande do Sul, 1998) estão vigentes. Ainda, no Estado do Rio Grande do Sul, a Lei Estadual 10.099 (Rio Grande do Sul, 1994), que dispõe sobre os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde, repete textualmente os dispositivos da Resolução Conama 005 (Brasil, 1993b), no que se refere ao gerenciamento destes, mas avança nas penalidades e sanções ao não cumprimento dos critérios estabelecidos.

No que se refere à legislação de RSS, no Estado de São Paulo, a Resolução 169 da Secretaria do Estado da Saúde (São Paulo, 1996) aprovou norma técnica que disciplinou as exigências para o funcionamento dos estabelecimentos que realizam procedimentos médico-cirúrgicos e ambulatoriais no âmbito do estado. No anexo dessa Resolução, constam as Diretrizes Básicas e o Regulamento Técnico para a apresentação e a aprovação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (PGRSS).

Quanto ao tratamento de RSS, o Estado de São Paulo lançou a Norma Técnica Cetesb E15.011, sobre sistema para incineração de resíduos de serviços de saúde e dos resíduos de portos e aeroportos (Cetesb, 1997), a qual é utilizada como referência nacional para a incineração de RSS. Essa norma, juntamente com outros instrumentos normativos da *United States Environmental Protection Agency* (EPA) e da União Europeia, serviram de base para a elaboração da Norma Técnica de Incineração de Resíduos de Serviços de Saúde, no Estado do Rio Grande do Sul.

Em 1997, a Resolução Conama 237 (Brasil, 1997b) estabeleceu as regras, no plano federal, para o licenciamento ambiental, conforme já exigido anteriormente no art. 10 da Lei Federal 6.938.[6] (Brasil, 1981). Essa resolução trouxe conceitos (licença ambiental, estudos ambientais, impacto ambiental); estipulou procedimentos, requisitos, etapas do licenciamento, licenças exigíveis (licença prévia, licença de instalação e licença de operação); indicou um rol não exaustivo de atividades sujeitas a licenciamento; impôs a necessidade de Estudo de Impacto Ambiental (EIA/Rima) para licenciamento de empreendimentos ou atividades causadoras de significativa degradação; definiu as competências dos órgãos do Sisnama para licenciar. No mesmo ano, a Portaria 204[7] do MT (Brasil, 1997a) aprovou instruções complementares aos regulamentos dos transportes rodoviários e ferroviários de resíduos perigosos.

---

[6] O atual texto do art. 10 da Lei Federal 6.938 (BRASIL, 1981) foi alterado pela Lei Complementar 140 (BRASIL, 2011a): "Art. 10. A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental." (Brasil, 2011a).

[7] Essa norma foi substituída pela Resolução ANTT 420. (Brasil, 2004a).

No ano seguinte, o Estado de São Paulo sancionou a Resolução Conjunta SS/SMA/SJDC – nº 1 (São Paulo, 1998), instituindo diretrizes básicas e o regulamento técnico para apresentação e aprovação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde (PGRSS).

No final da década de 90, a Lei Federal 9.782 (Brasil, 1999), que instituiu o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e criou a Anvisa, trouxe alterações significativas no sistema sanitário nacional. Uma das principais inovações desta lei foi dotar a Anvisa com poderes regulatórios gerais e normativos específicos, conforme art. 7º e art. 8º.

De volta ao Rio Grande do Sul, a Resolução Consema 009 (Rio Grande Do Sul, 2000b) dispôs sobre o licenciamento ambiental de sistemas de incineração de resíduos provenientes de serviços de saúde, classificados como infectantes (Grupo A). A Resolução contém, em seus anexos, a Norma Técnica 02 da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler (Fepam), que regula o referido assunto. No mesmo ano, foi sancionado o Código do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul (Lei Estadual 11.520 – Rio Grande do Sul, 2000a), que estabeleceu diretrizes gerais para a proteção do direito ao meio ambiente no estado, com capítulo específico sobre resíduos sólidos.

Além disso, a Fepam estabeleceu a imposição do termo de referência preliminar para elaboração do *Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde* (PGRSS), apresentando diretrizes mínimas para a sua elaboração. Essas diretrizes orientam a elaboração dos planos no estado até a presente data. Ainda no Rio Grande do Sul, a Resolução Consema 017 (Rio Grande do Sul, 2001) apresenta as diretrizes para a elaboração e apresentação de Planos de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos direcionado aos municípios do Estado do Rio Grande do Sul. A exigência de um plano e de sua padronização pode ser considerado um marco no gerenciamento de RSS no plano regional, posteriormente consolidado no plano federal.

Em âmbito federal, no ano de 2001, o Conama, por meio da Resolução 283 (Brasil, 2001b), buscou o aprimoramento, a atualização e complementação da Resolução Conama 005 (Brasil, 1993b), o que implicou a alteração de conceitos e exigências legais relativas ao tratamento e à destinação final dos resíduos de serviços de saúde. A Resolução Conama 283 (Brasil, 2001b), revogada pela Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), dispôs sobre o tratamento e a disposição final dos RSS; definindo o que são resíduos de serviços de saúde, PGRSS, sistema de tratamento de RSS e sistema de destinação final de RSS; e apresentando, em seu Anexo I, a classificação adotada pela mesma para RSS.

Após 2001, diversos estados federados legislaram sobre Políticas Estaduais de Resíduos Sólidos, tais como o Ceará, por meio da Lei Estadual 13.103 (Ceará, 2001); Pernambuco, por meio da Lei Estadual 12.008 (Pernambuco, 2001), atualmente revogada pela Lei Estadual 14.236 (Pernambuco, 2010); Mato Grosso, por meio da Lei Estadual 7.862 (Mato Grosso, 2002); Goiás, por meio da Lei Estadual 14.248 (Goiás, 2002); Santa Catarina, por meio da Lei Estadual 13.557 (Santa Catarina, 2005); e São Paulo, por meio da Lei Estadual 12.300 (São Paulo, 2006).

Em abril de 2002, foi editado pela Fepam, no Rio Grande do Sul, o *Termo de Referência Preliminar para Elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos*, no sentido de orientar os estabelecimentos de serviços de saúde na busca do licenciamento ambiental nesse órgão, posteriormente referendado pela Resolução Consema 017. (Rio Grande do Sul, 2001).

Voltando para o plano federal, em dezembro de 2002 a Anvisa publicou três Resoluções da Diretoria Colegiada (RDC), muito relevantes para a gestão de RSS:

- a Resolução RDC 305 (Brasil, 2002a)

> proíbe o ingresso e a comercialização de matéria-prima e produtos acabados, semielaborados ou a granel para uso em seres humanos cujo material de partida seja obtido a partir de tecidos/fluidos de animais ruminantes, relacionados a classes de medicamentos, cosméticos e produtos para saúde, enquanto persistirem riscos à saúde humana. Obriga a adoção de precauções quanto a manipulação e descarte de materiais e amostra de tecidos constantes nos anexos desta Resolução. Sugere o uso de materiais e instrumentos descartáveis, dispondo ainda sobre higienização e limpeza de áreas após procedimentos cirúrgicos; [...].

- a Resolução RDC 343 (Brasil, 2002b) trata das questões relativas a sangue e hemocomponentes, apresentando, em seu Anexo I, o Regulamento Técnico dos Serviços de Hemoterapia;
- a Resolução RDC 351 (Brasil, 2002c) trata da gestão de resíduos sólidos em portos, aeroportos e fronteiras, seguindo a classificação da Resolução Conama 005 (Brasil, 1993b) e da Resolução Conama 283 (Brasil, 2001b) para RSS. Esse tema vinha sendo tratado conjuntamente pela Resolução Conama 005 (Brasil, 1993b), com os RSS oriundos de estabelecimentos prestadores de serviços de saúde e pesquisas.

Ainda em 2002, diante da necessidade de um regramento em nível nacional para a incineração, foi editada a Resolução Conama 316 (Brasil, 2002d), que dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Com o crescente número de outras tecnologias para o tratamento de RSS, como a esterilização e o micro-ondas, torna-se necessária e emergente a elaboração de normas e procedimentos, a fim de fornecer um respaldo técnico às mesmas, facilitando a licença de funcionamento desses equipamentos. Tais tecnologias se proliferam no mercado, sem o devido estabelecimento de parâmetros mínimos, que garantam a eficiência de descontaminação dos resíduos infectantes e a destruição de suas características físicas, no que tange aos perfurocortantes, por exemplo.

Em 2003, é publicada a Resolução RDC 33 (Brasil, 2003), que causou polêmica por suas contradições com a Resolução Conama 283 (Brasil, 2001b). A Resolução RDC 33 (Brasil, 2003) dispõe sobre o regulamento técnico para gerenciamento de

RSS, tendo (re)conceituado e (re)classificado os RSS, segundo critérios diferentes dos adotados pelo Conama. Por consequência, modificou as diretrizes de segregação, armazenamento, coleta, tratamento e disposição final desses resíduos.[8] Em 2004, a Anvisa revogou a Resolução RDC 33 (Brasil, 2003), por meio Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), posteriormente conciliada no âmbito do Conama, a partir da Resolução 358. (Brasil, 2005).

Ainda na mesma década, foi sancionada a Lei Federal 11.445 (Brasil, 2007a), regulamentada pelo Decreto Federal 7.217 (Brasil, 2010b), que estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a Política Nacional de Saneamento Básico. Esta lei define saneamento básico "como o conjunto de serviços, infraestruturas e instalações operacionais de abastecimento de água potável, esgotamento sanitário, limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos, drenagem e manejo das águas pluviais urbanas". Conforme seu art. 5º, não constitui serviço público a ação de saneamento "executada por meio de soluções individuais, desde que o usuário não dependa de terceiros para operar os serviços, bem como as ações e serviços de saneamento básico de responsabilidade privada, incluindo o manejo de resíduos de responsabilidade do gerador". (Brasil, 2007a).

Três anos depois, a Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a), regulamentada pelo Decreto Federal 7.404 (Brasil, 2010c), instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à *gestão integrada* e ao *gerenciamento de resíduos sólidos*, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do Poder Público e os instrumentos econômicos aplicáveis.

A PNRS classifica, de forma ampla, os resíduos sólidos quanto à origem e periculosidade,[9] sem entrar em maiores detalhes, o que é delegado às normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama, do SNVS, do Sistema Unificado de Atenção à Sanidade Agropecuária (Suasa) e do Sistema Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Sinmetro).

Assim, atualmente, as normas aplicáveis quanto à classificação dos RSS são, principalmente, a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) e a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), bem como as NBRs da ABNT. Isso, entretanto, no entendimento defendido neste estudo, não impede que as normativas estaduais imponham restrições acima do patamar estabelecido pela União.

O quadro 1 apresenta uma síntese das leis federais em vigor, com repercussão no gerenciamento dos RSS.

---

[8] Para maiores esclarecimentos sobre as contradições citadas, consultar quadro comparativo em Schneider et al. (2004).

[9] "Art. 13. Para os efeitos desta Lei, os resíduos sólidos têm a seguinte classificação:

I – quanto à origem: [...] g) resíduos de serviços de saúde: os gerados nos serviços de saúde, conforme definido em regulamento ou em normas estabelecidas pelos órgãos do Sisnama e do SNVS; [...]

II – quanto à periculosidade: a) resíduos perigosos: aqueles que, em razão de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade, patogenicidade, carcinogenicidade, teratogenicidade e mutagenicidade, apresentam significativo risco à saúde pública ou à qualidade ambiental, de acordo com lei, regulamento ou norma técnica." (Brasil, 2010a).

Quadro 1 – Leis Federais em vigor

Lei / Decreto Federal	Conteúdo
Lei Federal 6.938/1981 (Brasil, 1981) Decreto Federal 99.274/1990 (Brasil, 1990d)	Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências
Lei Federal 8.080/1990 (Brasil, 1990c) Decreto Federal 7.508/2011 (Brasil, 2011b)	Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes, e dá outras providências
Lei Federal 9.605/1998 (Brasil, 1998a) Decreto Federal 6.514/2008 (Brasil, 2008)	Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências
Lei Federal 9.782/1999 (Brasil, 1999)	Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências
Lei Federal 11.445/2007 (Brasil, 2007a) Decreto Federal 7.217/2010 (Brasil, 2010b)	Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis 6.766, de 19 de dezembro de 1979 (Brasil, 1979a), 8.036, de 11 de maio de 1990 (Brasil, 1990a), 8.666, de 21 de junho de 1993 (Brasil, 1993a), 8.987, de 13 de fevereiro de 1995 (Brasil, 1995); revoga a Lei Federal 6.528, de 11 de maio de 1978 (Brasil, 1978), e dá outras providências
Lei Federal 12.305/2010 (Brasil, 2010a) Decreto Federal 7.404/2010 (Brasil, 2010c)	Instituiu a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 (Brasil, 1998a), e dá outras providências
Lei Complementar 140/2011 (Brasil, 2011a)	Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do *caput* e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios, nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis; à proteção do meio ambiente; ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981 (Brasil, 1981)

Fonte: Elaborado pelos autores.

O quadro 2 apresenta as principais resoluções do Conama a serem observadas no gerenciamento dos RSS.

Quadro 2 – Síntese das resoluções Conama em vigor

Resolução	Conteúdo
Resolução Conama 001 (BRASIL, 1986)	Dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a Avaliação de Impacto Ambiental (EIA/Rima)
Resolução Conama 006 (BRASIL, 1991)	Dispõe sobre o tratamento de resíduos sólidos provenientes de estabelecimentos de saúde, portos e aeroportos
Resolução Conama 237 (BRASIL, 1997a)	Regulamenta os aspectos de licenciamento ambiental estabelecidos na Política Nacional do Meio Ambiente
Resolução Conama 316 (BRASIL, 2002d)	Dispõe sobre procedimentos e critérios para funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos
Resolução Conama358 (BRASIL, 2005)	Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências *Revoga a Resolução Conama 283 (BRASIL, 2001b) e as disposições da Resolução 005 (*BRASIL, *1993b), que tratam dos resíduos sólidos oriundos dos serviços de saúde, para os serviços abrangidos no art. 1º desta Resolução*

Fonte: Elaborado pelos autores.

As resoluções da Diretoria Colegiada da Anvisa (RDCs) sobre resíduos estão apresentadas no quadro 3.

Quadro 3 – Resoluções Anvisa de interesse no manejo de resíduos

Resolução	Conteúdo
Resolução RDC 305 (BRASIL, 2002a)	Proíbe em todo o território nacional, enquanto persistirem as condições que configurem risco à saúde, o ingresso e a comercialização de matéria-prima e produtos acabados, semielaborados ou a granel para uso em seres humanos, cujo material de partida seja obtido a partir de tecidos/fluidos de animais ruminantes, relacionados às classes de medicamentos, cosméticos e produtos para a saúde, conforme discriminado
Resolução RDC 343 (BRASIL, 2002b)	Aprovar o Regulamento Técnico para a obtenção, testagem, processamento e Controle de Qualidade de Sangue e Hemocomponentes para uso humano, que consta como Anexo I. No Capítulo da Biossegurança trata do de Descarte de sangue, hemocomponentes e resíduos de laboratório
Resolução RDC 306 (BRASIL, 2004b)	Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de RSS *Revoga a Resolução RDC 33 (BRASIL, 2003)*

Fonte: Elaborado pelos autores.

Como os RSS podem conter elementos radioativos, é importante citar também a legislação específica, conforme quadro 4.

Quadro 4 – Resolução da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN)

Resolução	Conteúdo
Resolução CNEN – NE 6.05 (CNEN, 1985)	Estabelece critérios gerais e requisitos básicos relativos à gerência de rejeitos radioativos em instalações radiativas

Fonte: Elaborado pelos autores.

Em relação ao transporte, cabe destacar a Resolução 420 da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT), conforme o quadro 5.

Quadro 5 – Resolução da Agência Nacional de Transportes Terrestres (ANTT)

Título	Conteúdo
Resolução ANTT 420 (BRASIL, 2004)	Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos

Fonte: Elaborado pelos autores.

15.7 Normas técnicas e sua aplicabilidade no manejo de RSS

No Brasil, a edição de normas técnicas cabe à ABNT, que é reconhecida como único Foro Nacional de Normalização, por meio da Resolução 7 do Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial.[10] (Conmetro, 1992).

O conceito oficial de norma técnica e norma brasileira está expresso na Resolução 4. (Conmetro, 2002):

> **3.5 Norma**
>
> Documento, estabelecido por consenso e aprovado por um organismo reconhecido, que fornece, para uso comum e repetitivo, regras, diretrizes ou características para atividades ou seus resultados, visando à obtenção de um grau ótimo de ordenação em um dado contexto (ABNT ISO/IEC GUIA 2). No âmbito do SINMETRO, norma é considerada de caráter voluntário.
>
> **3.6 Norma Brasileira (NBR)**
>
> Norma homologada pelo Foro Nacional de Normalização.

[10] O Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial é um colegiado interministerial que exerce a função de órgão normativo do Sinmetro e que tem o Instituto Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial (Inmetro) como sua secretaria executiva. O Sinmetro é um sistema brasileiro, constituído por entidades públicas e privadas, que exercem atividades relacionadas com metrologia, normalização, qualidade industrial e certificação da conformidade.

As normas técnicas não são consideradas, propriamente, normas jurídicas, mas podem impor obrigações legais e contratuais. De forma geral, as normas técnicas são voluntárias; todavia, tornam-se obrigatórias no plano jurídico quando:

- a legislação (lei, decreto, portaria, instrução normativa, etc.) determinar o seu cumprimento expressamente. Este foi o caso da Resolução Conama 358. (Brasil, 2005):

> Art. 7º – Os resíduos de serviços de saúde devem ser acondicionados atendendo às exigências legais referentes ao meio ambiente, à saúde e à limpeza urbana, e às normas da ABNT, ou, na sua ausência, às normas e critérios internacionalmente aceitos.

- quando citadas em contratos, representam uma obrigação assumida pelas partes. O contrato pode ser entre particulares ou mesmo entre o Poder Público e um particular, por exemplo, para executar uma obra de saneamento;
- por força das obrigações legais impostas ao fornecedor de produtos e serviços pelo Código de Defesa do Consumidor, conforme art. 39:

> Art. 39. É vedado ao fornecedor de produtos ou serviços, dentre outras práticas abusivas:
>
> [...]
>
> VIII – colocar, no mercado de consumo, qualquer produto ou serviço em desacordo com as normas expedidas pelos órgãos oficiais competentes ou, se normas específicas não existirem, pela ABNT ou outra entidade credenciada pelo Conselho Nacional de Metrologia, Normalização e Qualidade Industrial – CONMETRO. (Conmetro, 1992).

Dada a diversidade de normas existentes e disponíveis, os quadros abaixo apresentam uma síntese de diferentes conjuntos de normas disponíveis e vigentes sobre o assunto. No quadro 6, estão as normas técnicas da ABNT especificamente para manejo de RSS.

Quadro 6 – Normas técnicas da ABNT específicas para RSS

Norma Técnica	Título	Conteúdo
NBR 12.807 (ABNT, 2013a)	Resíduos de serviços de saúde – terminologia	Define os termos empregados em relação aos resíduos de serviços de saúde
NBR 12.808 (ABNT, 1993a)	Resíduos de serviços de saúde – classificação	Classifica em categorias os resíduos de serviços de saúde quanto aos riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que tenham gerenciamento adequado
NBR 12.809 (ABNT, 2013b)	Manuseio de resíduos de serviços de saúde - procedimento	Fixa os procedimentos exigíveis para garantir condições de higiene e segurança no processamento interno de resíduos infectantes, especiais e comuns, nos serviços de saúde
NBR 12.810 (ABNT, 1993b)	Coleta de resíduos de serviços de saúde – pro - cedimento	Fixa os procedimentos exigíveis para as coletas interna e externa de serviços de saúde, sob condições de higiene e segurança

Fonte: Elaborado pelos autores.

A ABNT normatiza o acondicionamento de resíduos sólidos, no que tange às embalagens, por meio das seguintes normas (quadro 7):

Quadro 7 – Normas técnicas da ABNT relativas a embalagens para o acondicionamento de resíduos sólidos

Norma Técnica	Título e Conteúdo
NBR 9.191 (ABNT, 2008b)	Especificação. Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio
NBR 13.056 (ABNT, 2000)	Filmes – Verificação de transparência – Método de Ensaio

Fonte: Elaborado pelos autores.

Relativamente à coleta e ao transporte de produtos perigosos, à análise e amostragem, ao tratamento, à disposição final e aos equipamentos de proteção, as seguintes normas foram estabelecidas pela ABNT (quadro 8):

Quadro 8 – Normas técnicas da ABNT relativas à coleta e ao transporte de produtos perigosos, à análise e à amostragem, ao tratamento, à disposição final e aos equipamentos de proteção

Norma Técnica	Título e conteúdo
NBR 8.418 (ABNT, 1984)	Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos – Procedimento
NBR 10.157 (ABNT, 1987)	Aterros de resíduos perigosos – critérios para projeto, construção e operação – Procedimento
NBR 10.004 (ABNT, 2004a)	Classificação de resíduos sólidos quanto a sua periculosidade
NBR 10.005 (ABNT, 2004b)	Procedimento para a obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólidos
NBR 10.006 (ABNT, 2004c)	Procedimento para a obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos
NBR 10.007 (ABNT, 2004d)	Amostragem de resíduos sólidos
NBR 7.503 (ABNT, 2008a) *Errata 2:2009*	Transporte terrestre de produtos perigosos –Ficha de emergência e envelope – Características, dimensões e preenchimento
NBR 9.735 (ABNT, 2008c) *Errata 1:2009*	Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos
NBR 13.221 (ABNT, 2010)	Transporte terrestre de resíduos
NBR 7.500 (ABNT, 2011a) *Emenda 1:2004*	Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos
NBR 7.501 (ABNT, 2011b)	Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia

Fonte: Elaborado pelos autores.

Esse conjunto de leis, normas técnicas e resoluções apresentadas remete à importância de consultar o aparato legal, antes de definir a forma de manejo. A definição de responsabilidade quanto ao manejo dos resíduos é complexa e necessita de ações interdisciplinares e intersetoriais, de forma a criar um aparato legal e conceitual, que sirva de referência e base para decisões e ações protetoras da saúde e redutoras de riscos pessoais e ambientais.

15.8 Responsabilização jurídica por danos e por risco ao meio ambiente e à saúde

A responsabilização dos causadores de danos ambientais é matéria prevista na Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988). O art. 225, § 3º, determina que "as condutas e atividades consideradas lesivas ao meio ambiente sujeitarão os infratores, pessoas físicas ou jurídicas, a sanções penais e administrativas, independentemente da obrigação de reparar os danos causados". Assim, no Direito brasileiro, a prática de um ato lesivo ao meio ambiente pode originar as três responsabilidades – criminal, administrativa e civil –, inclusive de forma cumulativa.

A responsabilidade administrativa em matéria ambiental, conforme art. 70 da Lei Federal 9.605 (Brasil, 1998a), é resultante do descumprimento de norma jurídica, sendo considerada *infração administrativa* toda ação ou omissão que viole as regras jurídicas de uso, gozo, promoção, proteção e recuperação do meio ambiente. As regras relativas à responsabilidade administrativa formam um conjunto esparso de normas nas três esferas de competência dos entes federados (União, estados, municípios e Distrito Federal), disciplinadas em leis, decretos regulamentares e em outros atos normativos do Poder Público, bem como em Resoluções do Conama.

As infrações administrativas ambientais são apuradas em processo administrativo próprio, assegurado o direito de ampla defesa e o contraditório, sendo autoridades competentes para lavrar auto de infração ambiental e instaurar processo administrativo os agentes de órgãos ambientais integrantes do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) designados para as atividades de fiscalização.

De acordo com o art. 72 da Lei Federal 9.605 (Brasil, 1998a), as infrações administrativas ambientais são punidas com as seguintes sanções, observado o disposto no art. 6º:

> I – advertência;
>
> II – multa simples;
>
> III – multa diária;
>
> IV – apreensão dos animais, produtos e subprodutos da fauna e flora, instrumentos, petrechos, equipamentos ou veículos de qualquer natureza utilizados na infração;
>
> V – destruição ou inutilização do produto;
>
> VI – suspensão de venda e fabricação do produto;
>
> VII – embargo de obra ou atividade;
>
> VIII – demolição de obra;
>
> IX – suspensão parcial ou total de atividades;
>
> X – (vetado);
>
> XI – restritiva de direitos. (Brasil, 1998a).

Além da atividade fiscalizatória exercida diretamente pelos órgãos públicos, qualquer pessoa, constatando infração ambiental, poderá dirigir representação às autoridades para efeito do exercício do *Poder de Polícia* do Estado.

O Poder de Polícia, segundo Meirelles,

> é a faculdade de que dispõe a Administração Pública para condicionar e restringir o uso e gozo de bens, atividades e direitos individuais, em benefício da coletividade ou do próprio Estado. Em linguagem menos técnica, podemos dizer que o poder de polícia é o mecanismo de frenagem de que dispõe a Administração Pública para conter os abusos do direito individual. (Meirelles, 1998, p. 120).

A autoridade ambiental que tiver conhecimento de infração e lei ambiental é obrigada a promover a sua apuração mediante processo administrativo próprio, sob pena de responder perante a justiça por omissão e corresponsabilidade pelos danos.

No que se refere ao gerenciamento dos RSS, a responsabilização administrativa não fica restrita à esfera dos órgãos ambientais. Os órgãos de Vigilância Sanitária dos estados, dos municípios e do Distrito Federal também podem impor penalidades, no que se refere às suas competências, de forma a não invadir as competências dos órgãos ambientais.

A responsabilidade administrativa sanitária é regulada pela Lei Federal 6.437 (Brasil, 1977), com alterações acrescidas pela Lei Federal 9.695 (Brasil, 1998b), que apresenta de forma genérica as infrações à legislação sanitária federal e estabelece as sanções respectivas (art. 10). Salienta-se que, no Direito Ambiental, existem diversas normas de Direito Sanitário esparsas, sejam leis, decretos regulamentares e outros atos normativos do Poder Público, bem como as Resoluções da Diretoria Colegiada da Anvisa.

No caso dos RSS, a norma sanitária mais específica é a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), que dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de RSS. A própria Resolução menciona, em seu art. 4º, que a inobservância do disposto nesta Resolução e em seu Regulamento Técnico configura infração sanitária e sujeitará o infrator às penalidades previstas na Lei Federal 6.437. (Brasil, 1977).

Conforme o art. 2º da Lei Federal 6.437 (Brasil, 1977), as infrações sanitárias serão punidas, alternativa ou cumulativamente, com as penalidades de:

> I – advertência;
> II – multa;
> III – apreensão de produto;
> IV – inutilização de produto;
> V – interdição de produto;
> VI – suspensão de vendas e/ou fabricação de produto;
> VII – cancelamento de registro de produto;
> VIII – interdição parcial ou total do estabelecimento;
> IX – proibição de propaganda;
> X – cancelamento de autorização para funcionamento da empresa;
> XI – cancelamento do alvará de licenciamento de estabelecimento;
> XII – A intervenção no estabelecimento que receba recursos públicos de qualquer esfera. (Brasil, 1977).

Resumindo, o descumprimento dos termos da Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), que dispõe sobre o tratamento e a disposição dos resíduos de serviços de saúde, deve resultar em sanções administrativas constante na Lei Federal 9.605 (Brasil, 1998a), sendo sua aplicação realizada pelos órgãos ambientais do Sisnama, dentro de suas competências. Já os órgãos do SNVS irão aplicar a Lei Federal 6.437 (Brasil,

1977), no descumprimento da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), também conforme suas competências. Ambas são ações na esfera administrativa (ambiental e sanitária), sem prejuízo das responsabilidades civil e penal cabíveis.

A responsabilidade civil, apurada no âmbito do Judiciário, impõe ao agente a obrigação de reparar o prejuízo decorrente de sua ação ou omissão a um ou mais lesados, que pode ser um indivíduo, uma coletividade definida ou a sociedade como um todo. Quando se trata de danos ambientais, estamos diante de lesão a interesses transindividuais (coletivos ou difusos), pois o dano é ocasionado às condições de sanidade do meio ambiente e os prejuízos são, senão para toda a sociedade (atual e futuras gerações), ao menos a um grande número de pessoas que têm sua qualidade de vida prejudicada ou ameaçada.

O que é levado em conta na responsabilização civil, em matéria ambiental, é a necessidade de impor a reparação do dano ao(s) agente(s) que o motivaram, ou até mesmo, antes da ocorrência do dano, para que o responsável ou os responsáveis arque(m) com os custos e proceda(m) à prevenção. Busca-se evitar que os custos do dano sejam suportados pela sociedade; por isso impõe-se a *internalização das externalidades negativas* pelo causador (uma das faces do Princípio do Poluidor-Pagador).

Em matéria ambiental, é desnecessário determinar o dolo (intenção) ou a culpa (imprudência, imperícia ou negligência) do agente, para responsabilizá-lo civilmente. Basta que seja demonstrada a existência do dano; ação ou omissão do agente; e nexo causal entre a ação e o resultado (relação causa e efeito entre a conduta do réu e a lesão ao meio ambiente). Diz-se que, nesses casos, a responsabilidade civil é objetiva. A prova que a atividade é ou foi exercida conforme autorização ou licença e cumprindo a legislação não exonera da responsabilização civil o poluidor ou degradador. Em um primeiro momento, não importa a discussão sobre a licitude ou ilicitude do ato que o gerou. O que é levado em consideração, na responsabilidade objetiva, é a relação entre a atividade e a anormalidade do resultado (dano ambiental).

Isto não impede, contudo, que uma empresa responsabilizada por dano ambiental, mas que no momento do dano estava em conformidade com a autorização ou licença de um órgão ambiental possa, depois de reparar o dano, buscar em uma ação de regresso ou ressarcimento dos seus prejuízos, frente ao Estado na pessoa do órgão licenciador.

A Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), em seu art. 3º, responsabiliza diretamente os geradores de resíduos de serviços de saúde, referidos em seu artigo 1º,[11] pelo "gerenciamento dos resíduos desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública e saúde ocupacional".

[11] Art. 1º. Esta Resolução aplica-se a todos os serviços relacionados com o atendimento à saúde humana ou animal, inclusive os serviços de assistência domiciliar e de trabalhos de campo; laboratórios analíticos de produtos para saúde; necrotérios, funerárias e serviços onde se realizem atividades de embalsamamento (tanatopraxia e somatoconservação); serviços de medicina legal; drogarias e farmácias inclusive as de manipulação; estabelecimentos de ensino e pesquisa na área de saúde; centros de controle de zoonoses; distribuidores de produtos farmacêuticos; importadores,

Em muitos acontecimentos, todavia, torna-se bastante difícil apurar o responsável pelo dano ecológico, principalmente quando este envolver várias fontes de degradação, contaminação e poluição. Nesses casos, adotou-se no Direito Ambiental a responsabilidade solidária passiva. Ocorrendo dano ambiental, todos aqueles que concorreram, de qualquer forma, para o fato danoso, podem solidariamente responder por sua reparação, podendo inclusive serem demandados diretamente aqueles que possuem melhores condições financeiras para reparar o dano e/ou pagar a indenização.

Nesse sentido, o mesmo art. 3º da Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) trata da possibilidade de "responsabilização solidária de todos aqueles, pessoas físicas e jurídicas que, direta ou indiretamente, causem ou possam causar degradação ambiental, em especial os transportadores e operadores das instalações de tratamento e disposição final".

A responsabilidade penal (ambiental), porém, é necessariamente resultante de ato ilícito. Os crimes ambientais imputados a condutas e atividades ilícitas lesivas ao meio ambiente estão tipificados (descritos), principalmente, na Lei Federal 9.605 (Brasil, 1998a). Esta Lei, no seu art. 54, considera crime "causar poluição de qualquer natureza em níveis tais que resultem ou possam resultar em danosa saúde humana ou que provoquem a mortalidade de animais ou a destruição significativa da flora". O mesmo artigo, no seu parágrafo 2º, inciso V, penaliza o lançamento de resíduos sólidos, líquidos ou gasosos, ou detritos, óleos ou substâncias oleosas, em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou regulamentos. No parágrafo 3º do mesmo artigo, a lei penaliza quem deixar de adotar, quando assim exigir a autoridade competente, medidas de precaução em caso de risco de dano ambiental grave ou irreversível. No caso do RSS há geração de resíduos líquidos, sólidos, gasosos e radioativos, sendo considerado crime seu descarte direto o meio ambiente pelos riscos ou danos possíveis à saúde.

A Lei Federal 9.605 (Brasil, 1998a) também criminaliza, em seu art. 56, a "produção, transporte, armazenamento, guarda, depósito ou uso de produtos ou substâncias tóxicas, perigosas ou nocivas à saúde humana ou ao meio ambiente em desacordo com as exigências estabelecidas em leis ou em seus regulamentos".

Após modificação estabelecida pela Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a), na redação da Lei Federal 9.605 (Brasil, 1998a), também incorre em crime ambiental quem:

- abandona os produtos ou substâncias referidos no *caput* do art. 56 (tóxicas, perigosas ou nocivas à saúde humana ou ao meio ambiente);
- utiliza os produtos ou substâncias referidos no *caput* do art. 56 em desacordo com as normas ambientais ou de segurança;

---

distribuidores e produtores de materiais e controles para diagnóstico *in vitro;* unidades móveis de atendimento à saúde; serviços de acupuntura; serviços de tatuagem, entre outros similares. Parágrafo único. Esta Resolução não se aplica a fontes radioativas seladas, que devem seguir as determinações da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN), e às indústrias de produtos para a saúde, que devem observar as condições específicas do seu licenciamento ambiental. (Brasil, 2005).

- manipula, condiciona, armazena, coleta, transporta, reutiliza, recicla ou dá destinação final a resíduos perigosos de forma diversa da estabelecida em lei ou regulamento.

Pelo exposto, é possível perceber que a legislação que trata dos RSS é vasta, ampla e intersetorial, e que o atendimento às exigências legais depende do esforço de diferentes atores, nas diferentes esferas de governo, além da responsabilidade de cada cidadão gerador de resíduos.

15.9 Considerações finais

A forma como o homem se relaciona com os resíduos que gera, independentemente do local e da maneira, tem trazido muitos problemas para o coletivo e para o meio ambiente. O efeito cumulativo dessas decorrências obriga o Poder Público a legislar sobre a questão, numa tentativa de reduzir os impactos da ação do homem sobre a saúde humana e ambiental, especialmente quando se trata de resíduos perigosos, insalubres ou poluentes, ou, ainda, quando o resíduo gerado é uma combinação de vários tipos de resíduos, como é o caso dos RSS.

No caso dos RSS, há um número expressivo de leis, normas e resoluções que disciplinam a questão, as quais ganharam ênfase e *status* após a Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) e a Lei Federal 8.080 (Brasil, 1990c), as quais ampliam o conceito de saúde e incluem, como responsabilidade deste campo, o controle de riscos ambientais. O aumento do número de instrumentos legais se deu tanto pela ampliação do conceito, quanto pela indefinição ou falta de clareza quanto às responsabilidades das esferas do governo, no manejo de resíduos. Desta forma, mais recentemente, o Conama e a Anvisa buscam uma harmonização dos conceitos e padronização de ações, por meio da Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) e da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004b), com vistas a regular e regulamentar a forma como as instituições geradoras de resíduos devem lidar com a problemática.

A congruência de ações depende de um esforço concentrado, de uma ação coletiva e compartilhada dessas duas agências, como condição para que as recomendações possam convergir para uma melhor e mais eficiente forma de manejar RSS.

Neste contexto, também ganham força as ações da Vigilância Sanitária (Lei Federal 9.782 – Brasil, 1999), para regular, controlar e fiscalizar ações relacionadas à proteção do meio ambiente e à redução de riscos.

No âmbito normativo, é possível dizer que, no Brasil, ocorreu um significativo avanço na busca de solução aos problemas decorrentes do manejo adequado dos resíduos gerados no âmbito da saúde, especialmente nas duas últimas décadas. No entanto, existem muitos passos para serem dados, com vistas à promoção da efetividade das ações decorrentes das normas. Entre outras ações, é necessário promover a difusão da informação relativa ao conjunto de normas; e ampliar o conhecimento dos profissionais e usuários, de modo a serem transformadores da realidade atual do gerenciamento (muitas vezes inadequado) dos resíduos sólidos de serviços de saúde no Brasil.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 8.418:1984 – Apresentação de projetos de aterros de resíduos industriais perigosos – Procedimento.* Rio de Janeiro: ABNT, 1984.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.157:1987 – Aterros de resíduos perigosos – critérios para projeto, construção e operação – Procedimento.* Rio de Janeiro: ABNT, 1987.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.808:1993 – Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.810:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Coleta.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 13.056:2000 – Filmes plásticos – Verificação da transparência – Método de ensaio*. Rio de Janeiro: ABNT, 2000.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.* Rio de Janeiro: ABNT, 2004a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.005:2004 – Procedimento para obtenção de extrato lixiviado de resíduos sólido.* Rio de Janeiro: ABNT, 2004b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.006:2004 – Procedimento para obtenção de extrato solubilizado de resíduos sólidos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2004c.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.007:2004 – Amostragem de resíduos sólidos.* Rio de Janeiro: ABNT, 2004d.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 7.503:2008 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Ficha de emergência e envelope – Características, dimensões e preenchimento.* Rio de Janeiro: ABNT, 2008a. Corrigida pela Errata 2, de 16 de março de 2009.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9.191:2008 – Sacos plásticos para acondicionamento de lixo – Requisitos e métodos de ensaio.* Rio de Janeiro, ABNT, 2008b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9.735:2008 – Conjunto de equipamentos para emergências no transporte terrestre de produtos perigosos.* Rio de Janeiro, ABNT, 2008c. Corrigida pela Errata 1, de 21 de maio de 2009.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 13.221:2010 – Transporte terrestre de resíduos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2010.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 7.500:2011 – Identificação para o transporte terrestre, manuseio, movimentação e armazenamento de produtos*. Rio de Janeiro: ABNT, 2011a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 7.501:2011 – Transporte terrestre de produtos perigosos – Terminologia.* Rio de Janeiro: ABNT, 2011b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.807:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia.* Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento*. Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

BERCOVICI, G. *Dilemas do Estado Federal brasileiro*. Porto Alegre: Livraria do Advogado, 2004.

BRASIL. Constituição Federal, de 5 de outubro de 1988. Institui a Constituição da República Federativa do Brasil. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil***,** Poder Executivo. Brasília, DF, 1988.

_____. Lei Complementar 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do *caput* e do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os Estados, o Distrito Federal e os Municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo, Brasília, DF, 2011a.

_____. Ministério do Interior. *Portaria MINTER 53,* de 1º de março de 1979. Brasília, DF, 1979a.

_____. Ministério do Interior. *Portaria MINTER 231*, de 27 de abril de 1976. Brasília, DF, 1976.

_____. Ministério do Transporte. *Portaria MT 204*, de 20 de maio de 1997. Aprova as Instruções Complementares aos Regulamentos dos Transportes Rodoviários e Ferroviários de Produtos Perigosos. Brasília, DF, 1997a.

_____.Lei Federal 2.312, de 3 de setembro de 1954. Normas gerais sobre defesa e proteção da saúde. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil***,** Poder Executivo. Brasília, DF, 1954.

_____. Lei Federal 6.437, de 20 de agosto de 1977. Configura infrações à legislação sanitária federal, estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil*, Poder Executivo. Brasília, DF, 1977.

_____. Lei Federal 6.528, de 11 de maio de 1978. Dispõe sobre as tarifas dos serviços públicos de saneamento básico, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil***,** Poder Executivo. Brasília, DF, 1978.

_____. Lei Federal 6.766, de 19 de dezembro de 1979. Dispõe sobre o parcelamento do solo urbano e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1979b.

_____. Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1981.

_____. Lei Federal 8.036, de 11 de maio de 1990. Dispõe sobre o Fundo de Garantia do Tempo de Serviço, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1990a.

_____. Lei Federal 8.079, de 13 de Setembro de 1990. Altera a redação do § 2º do art. 184 e acrescenta parágrafo único ao art. 240 da Lei nº 5.869, de 11 de janeiro de 1973 – Código de Processo Civil. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF, 1990b.

_____. Lei Federal 8.080, de 19 de setembro de 1990. Dispõe sobre as condições para a promoção, proteção e recuperação da saúde, a organização e o funcionamento dos serviços correspondentes e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1990c.

_____. Lei Federal 8.666, de 21 de junho de 1993. Regulamenta o art. 37, inciso XXI, da Constituição Federal, institui normas para licitações e contratos da Administração Pública e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1993a.

_____. Lei Federal 8.987, de 13 de fevereiro de 1995. Dispõe sobre o regime de concessão e permissão da prestação de serviços públicos previsto no art. 175 da Constituição Federal, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1995.

_____. Lei Federal 9.605, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sansões penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1998a.

_____. Lei Federal 9.695, de 20 de agosto de 1998. Acrescenta incisos ao art. 1º da Lei nº 8.072, de 25 de julho de 1990, que dispõe sobre os crimes hediondos, e altera os arts. 2º, 5º e 10 da Lei 6.437, de 20 de agosto de 1977, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1998b.

_____. Lei Federal 9.782, de 26 de janeiro de 1999. Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1999.

_____. Lei Federal 11.445, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei 6.528, de 11 de maio de 1978; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República* Federativa do *Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF, 2007a.

_____. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF, 2 ago. 2010a.

_____. Decreto Federal 49.974-A, de 21 de janeiro de 1961. Regulamenta, sob a denominação de Código Nacional de Saúde, a Lei 2.312, de 3 de setembro de 1954, de Normas Gerais Sobre Defesa e Proteção da Saúde. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1961.

_____. Decreto Federal 99.274, de 6 de junho de 1990. Regulamenta a Lei 6.902, de 27 de abril de 1981, e a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõem, respectivamente sobre a criação de Estações Ecológicas e Áreas de Proteção Ambiental e sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1990d.

_____. Decreto Federal 6.514, de 22 de julho de 2008. Dispõe sobre as infrações e sanções administrativas ao meio ambiente, estabelece o processo administrativo federal para apuração destas infrações, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo, Brasília, DF, 2008.

_____. Decreto Federal 7.217, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 2010b.

_____.Decreto Federal 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 2010c.

_____. Decreto Federal 7.508, de 28 de junho de 2011. Regulamenta a Lei 8.080, de 19 de setembro de 1990, para dispor sobre a organização do Sistema Único de Saúde – SUS, o planejamento da saúde, a assistência à saúde e a articulação interfederativa, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 2011b.

_____. Medida Provisória 2.190-34, de 23 de agosto de 2001. Altera dispositivos das Leis 9.782, de 26 de janeiro de 1999, que define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária e cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e 6.437, de 20 de agosto de 1977, que configura infrações à legislação sanitária federal e estabelece as sanções respectivas, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo,Brasília, DF, 2001a.

_____. Agência Nacional de Transportes Terrestres. *Resolução 420*, de 12 de fevereiro de 2004. Aprova as Instruções Complementares ao Regulamento do Transporte Terrestre de Produtos Perigosos. Brasília, DF, 2004a.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC 305*, de 14 de novembro de 2002. Proíbe o ingresso e a comercialização de matéria-prima e produtos acabados, semielaborados ou a granel para uso em seres humanos cujo material de partida seja obtido a partir de tecidos/fluidos de animais ruminantes, relacionados a classes de medicamentos, cosméticos e produtos para saúde, enquanto persistirem riscos à saúde humana. Obriga a adoção de precauções quanto à manipulação e descarte de materiais e amostra de tecidos constantes nos anexos desta Resolução. Sugere o uso de materiais e instrumentos descartáveis, dispondo ainda sobre higienização e limpeza de áreas após procedimentos cirúrgicos. Brasília, DF, 2002a.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC 343*, de 13 de dezembro de 2002. Trata das questões relativas a sangue e hemocomponentes. Brasília, DF, 2002b.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC 351*, de 13 de dezembro de 2002. Trata da definição de áreas endêmicas das doenças transmissíveis relacionadas aos resíduos sólidos. Brasília, DF, 2002c.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC 33*, de 25 de fevereiro de 2003. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2003.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. *Resolução RDC 306*, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004b.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução Conama 001*, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Brasil, DF, 1986.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução Conama 006*, de 19 de setembro de 1991. Dá competência aos órgãos estaduais de meio ambiente para estabelecerem normas e procedimentos ao licenciamento ambiental do sistema de coleta, transporte, acondicionamento e disposição final dos resíduos de serviço de saúde, nos estados e municípios que optaram pela não incineração. Brasil, DF, 1991.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução Conama 005*, de 05 de agosto de 1993. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários. Revogada as disposições que tratam de resíduos sólidos oriundos de serviços de saúde pela Resolução 358. Brasil, DF, 1993b.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução Conama 237*, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e Municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Brasil, DF, 1997b.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução Conama 283*, de 12 de julho de 2001. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasil, DF, 2001b.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução Conama 316*, de 29 de outubro de 2002. Dispõe sobre procedimentos e critérios para o funcionamento de sistemas de tratamento térmico de resíduos. Brasil, DF, 2002d.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente. *Resolução Conama 358*, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasil, DF, 2005.

CEARÁ. *Lei Estadual 13.103*, de 24 de janeiro de 2001. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define diretrizes e normas de prevenção e controle da poluição, para a proteção e recuperação da qualidade do meio ambiente e a proteção da saúde pública, assegurando o uso adequado dos recursos ambientais no Estado do Ceará. Palácio do Governo do Estado do Ceará, Fortaleza, 2001.

COMPANHIA AMBIENTAL DO ESTADO DE SÃO PAULO (Cetesb). *Norma Cetesb. E15.011 – Sistema de Incineração de Resíduos de Serviço de Saúde – Procedimento*. São Paulo, CETSB, 1997.

COMISSÃO NACIONAL DE ENERGIA NUCLEAR (CNEN). *CNEN-NE-6.05*. Gerência de rejeitos radioativos em instalações radiativas. Rio de Janeiro, CNEN, 1985.

CONSELHO NACIONAL DE METROLOGIA, NORMALIZAÇÃO E QUALIDADE INDUSTRIAL (CONMETRO). *Portaria 7*, de 24 de agosto de 1992. Designa a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) como o Foro Nacional de Normalização. Rio de Janeiro, CONMETRO, 1992.

_____. *Portaria 4*, de 2 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a aprovação do Termo de Referência do Sistema Brasileiro de Avaliação da Conformidade (SBAC) e do Regimento Interno do Comitê Brasileiro de Avaliação da Conformidade (CBACRio) de Janeiro, Conmetro, 2002.

DALLARI, S. G. A vigilância sanitária no contexto constitucional e legal brasileiro. In: CAMPOS, F. E. de; WERNECK, G. A. F.; TONON, L. M. (Org.). *Vigilância sanitária*. Belo Horizonte: Coopmed, 2001.

FARIAS, P. J. L. *Competência federativa e proteção ambiental*. Porto Alegre: S. A. Fabris, 1999.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. *Norma Técnica 02*, de dezembro de 1999. Esta norma fixa as condições exigíveis para o licenciamento ambiental e operação de sistemas de incineração de resíduos provenientes de serviços de saúde classificados como infectantes.

GOIÁS. *Lei Estadual 14.248*, de 29 de julho de 2002. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Palácio do Governo do Estado de Goiás, Goiânia, GO, 2002.

MACHADO, P. A. L. *Direito Ambiental brasileiro*. 19. ed. São Paulo: Malheiros. 2011.

MARCHESAN, A. M. M.; STEIGLEDER, A. M.; CAPPELLI, S. *Direito ambiental.* 6. ed. Porto Alegre: Verbo Jurídico, 2010.

MATO GROSSO. *Lei Estadual 7.862*, de 19 de dezembro de 2002. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. *Palácio Paiaguás*, Cuiabá, MT, 2002.

MEIRELLES, H. L. *Direito Administrativo brasileiro*. 23. ed. São Paulo: Malheiros, 1998.

PERNAMBUCO. *Lei Estadual 12.008*, de 1º de junho de 2001. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. *Palácio dos Campos das Princesas*. Recife, PE, 2001.

_____. *Lei Estadual 14.236*, de 13 de dezembro de 2010. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Palácio do Campos das Princesas. Recife, PE, 2010.

RIO GRANDE DO SUL. *Lei Estadual 9.921*, de 27 de julho de 1993. Dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos, nos termos do artigo 247, parágrafo 3º da Constituição do Estado e dá outras providências. Palácio do Governo. Porto Alegre, RS, 1993.

_____. *Lei Estadual 10.099,* de 07 de Fevereiro de 1994. Dispõe sobre os resíduos sólidos provenientes de serviços de saúde e dá outras providências. Palácio do Governo. Porto Alegre, RS, 1994.

_____. *Lei Estadual 11.520*, de 03 de agosto de 2000. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Palácio do Governo. Porto Alegre, RS, 2000a.

_____. *Decreto Estadual 38.356*, de 1 de abril de 1998. Aprova o Regulamento da Lei 9.921, de 27 de julho de 1993, que dispõe sobre a gestão dos resíduos sólidos no Estado do Rio Grande do Sul. Palácio do Governo. Porto Alegre, RS, 1998.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 009*, de 25 de outubro de 2000. Dispõe de norma para o licenciamento ambiental de sistemas de incineração de resíduos provenientes de serviços de saúde, classificados como infectantes (Grupo A) e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2000b.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 017*, de 7 de dezembro de 2001. Estabelece diretrizes para a elaboração e apresentação de Plano de Gerenciamento Integrado de Resíduos Sólidos. Porto Alegre, RS, 2001.

SANTA CATARINA. *Lei Estadual 13.557*, de 17 de novembro de 2005. Dispõe sobre a Política Estadual de Resíduos Sólidos e dá outras providências. Palácio do Governo, Florianópolis, SC, 2005.

SÃO PAULO. *Lei Estadual 1.516*, de 28 de dezembro de 1951. Dispõe sobre a aprovação da codificação das normas sanitárias para obras e serviços. Palácio dos Bandeirantes, São Paulo, SP, 1951.

_____. *Lei Estadual 12.300*, de 16 de março de 2006. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes. Palácio dos Bandeirantes. São Paulo, SP, 2006.

_____. *Portaria MS 169*, de 19 de junho de 1996. Aprova Norma Técnica que disciplina as exigências para o funcionamento dos estabelecimentos que realizam procedimentos médico-cirúrgicos ambulatoriais, no âmbito do Estado de São Paulo. Ministério da Saúde, 1996.

_____. *Resolução Conjunta SS/SMA/SJDC 1*, de 29 de junho de 1998. Aprova as Diretrizes Básicas e Regulamento Técnico para apresentação e aprovação do Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos de Serviços de Saúde. São Paulo, 1998.

SCHNEIDER, V. E. et al. *Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde*. 2. ed. rev. e ampl. Caxias do Sul, RS: Educs, 2004.

SEGUIN, E. *Direito ambiental:* nossa casa planetária. Rio de Janeiro: Forense, 2001.

16

Licenciamento de estabelecimentos de serviços de saúde

Vania Elisabete Schneider
Elis Marina Tonet
Sofia Helena Zanella Carra
Cláudio Dilda
Joice Cagliari

Este capítulo tem por objetivo apresentar, de forma sucinta e prática, a atual situação do licenciamento ambiental no País, dando atenção especial aos estabelecimentos de serviços de saúde. São conhecimentos básicos tanto necessários aos profissionais da área da saúde quanto aos seus gestores. É importante ao leitor que transcenda a percepção do licenciamento ambiental única e exclusiva como exigência legal, compreendendo-o como real instrumento de gestão e planejamento, tanto para o ente público quanto para o próprio empreendimento em si.

O licenciamento ambiental é um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente – Lei Federal 6.938 (Brasil, 1981). Além do seu caráter preventivo, é considerado uma ferramenta fundamental ao planejamento e à gestão ambiental, quer em âmbito local, regional, quer no nacional. Seu objetivo macro é compatibilizar desenvolvimento econômico e preservação ambiental, proporcionando qualidade de vida por meio do desenvolvimento sustentável.

De acordo com a Lei Complementar 140 (Brasil, 2011), o licenciamento ambiental é definido como o "procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental". A licença ambiental é exigida para atividades efetiva ou

potencialmente poluidoras, conforme estabelecido no art. 10 de Lei Federal 6.938. (Brasil, 1981):

> A construção, instalação, ampliação e funcionamento de estabelecimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental dependerão de prévio licenciamento ambiental. (Brasil, 1981).

Cabe salientar que, de acordo com a Lei Federal 7.804 (Brasil, 1989), consideram-se recursos ambientais: a atmosfera; as águas interiores, superficiais e subterrâneas, os estuários, o mar territorial, o solo; o subsolo, os elementos da biosfera, a fauna, e a flora.

Os critérios relacionados ao procedimento de licenciamento ambiental foram estabelecidos por meio da Resolução Conama 237. (Brasil, 1997). Embora esta apresente uma listagem de atividades passíveis de licenciamento ambiental no País, por meio de seu Anexo 1, a referida Resolução não exaure todas as possibilidades. Cabe aos órgãos ambientais avaliar sua realidade e suas necessidades, em termos de gestão do ambiente, deliberando, de forma ordenada e coordenada, acerca de complementações.

Cabe, igualmente, aos órgãos ambientais competentes, a definição dos critérios de exigibilidade e detalhamento dos procedimentos de licenciamento ambiental, considerando as especificidades das atividades e dos recursos ambientais presentes na área sob sua responsabilidade hierárquica. Estes procedimentos serão compostos por documentos, projetos e estudos ambientais, conforme art. 10 da Resolução Conama 237. (Brasil, 1997). São considerados estudos ambientais:

> todos e quaisquer estudos relativos aos aspectos ambientais relacionados à localização, instalação, operação e ampliação de uma atividade ou empreendimento, apresentado como subsídio para a análise da licença requerida, tais como: relatório ambiental, plano e projeto de controle ambiental, relatório ambiental preliminar, diagnóstico ambiental, plano de manejo, plano de recuperação de área degradada, e análise preliminar de risco. (Brasil, 1997).

Outro quesito bastante relevante, estabelecido pela Resolução Conama 237 (Brasil, 1997), são as etapas do procedimento de licenciamento ambiental, que ocorrem conforme descrito abaixo:

I. **Licença Prévia (LP)** – licença que deve ser solicitada na fase preliminar do planejamento da implantação, alteração ou ampliação do empreendimento/atividade. Aprova a viabilidade ambiental, sua localização e concepção e definirá as medidas mitigadoras e compensatórias dos impactos negativos do projeto. Cabe salientar que a LP não autoriza o início das obras do empreendimento;

II. **Licença Instalação (LI)** – licença que aprova os projetos. Antes do início das obras, deverá ser solicitada a licença de instalação no órgão ambiental. É a licença que autoriza o início da obra/empreendimento. É concedida depois de atendidas as condições e restrições da Licença Prévia. Essa licença estabelece medidas de controle ambiental, a fim de garantir que a fase de implantação do empreendimento obedecerá aos padrões de qualidade ambiental estabelecidos em lei ou regulamentos;

III. **Licença de Operação (LO)** – licença que autoriza o início do funcionamento das atividades do empreendimento/obra. É concedida depois de atendidas as condições da Licença de Instalação. Tem por finalidade aprovar a forma proposta de convívio do empreendimento com o meio ambiente, e estabelecer condicionantes para a continuidade da operação. Contém as medidas orientativas de controle ambiental que deverão ser respeitadas pelo empreendimento, quando do seu funcionamento.

O procedimento de licenciamento ambiental deverá estar de acordo com a fase na qual o empreendimento se encontra: concepção, instalação, operação ou ampliação, independentemente se houve, ou não, solicitação da licença anterior. Por exemplo, no caso de um empreendedor que estiver com o seu empreendimento na fase de construção, este deverá solicitar ao órgão ambiental competente uma Licença de Instalação – compatível com a fase do seu empreendimento –, ao invés de uma Licença Prévia. Contudo, é importante destacar que a supressão de etapas do procedimento de licenciamento ambiental acarreta penalidades ao empreendedor, conforme previsto em Lei.

Nenhuma das tipologias de licença ambiental supracitadas possui caráter definitivo, o que acarreta a necessidade de sua renovação. A responsabilidade pelo acompanhamento da validade da licença ambiental, e o consequente encaminhamento da sua renovação, é do responsável legal pelo empreendimento. De acordo com a Resolução Conama 237 (Brasil, 1997), os prazos de validade da LP, LI e LO não poderão ser superiores a, respectivamente, cinco, seis e dez anos; contudo, estes poderão ser variáveis em função do órgão licenciador, desde que respeitada a validade máxima do documento. Ainda, de acordo com a Lei Complementar 140 (Brasil, 2011),

> a renovação de licenças ambientais deve ser requerida com antecedência mínima de cento e vinte dias da expiração de seu prazo de validade, fixado na respectiva licença, ficando este automaticamente prorrogado até a manifestação definitiva do órgão ambiental competente. (Brasil, 2011).

Neste quesito, a Lei Complementar 140 (Brasil, 2011) trouxe um avanço em relação à Resolução Conama 237 (Brasil, 1997), visto que este instrumento resolutivo determinava que somente as renovações das licenças de operações deveriam ser realizadas com uma antecedência mínima de cento e vinte dias, a contar da data

de vencimento do documento. Agora, toda e qualquer licença ambiental deve ser protocolada dentro deste prazo.

Para empreendimentos cuja magnitude dos impactos ambientais seja considerada significativa, é necessária a elaboração de Estudo de Impacto Ambiental e seu respectivo Relatório de Impacto Ambiental (EIA/Rima). Entende-se por impacto ambiental, de acordo com o art. 1º da Resolução Conama 001 (Brasil, 1986),

> Qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam:
>
> I – a saúde, a segurança e o bem-estar da população;
>
> II – as atividades sociais e econômicas;
>
> III – a biota;
>
> IV – as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente;
>
> V – a qualidade dos recursos ambientais.

O EIA/Rima pode ser compreendido como um instrumento condicionante, instituído para iniciar o processo de licenciamento ambiental. É disciplinado pela Resolução Conama 001 (Brasil, 1986), que, em seu art. 2º, apresenta as atividades passíveis de elaboração deste estudo. Já os arts. 5º e 6º expõem as diretrizes gerais e atividades técnicas mínimas a serem contempladas pelo EIA, assim como o art. 9º apresenta o conteúdo mínimo do que deve estar contido no Rima.

16.1 Competências para a atividade de licenciamento ambiental

Outra questão abordada pela Resolução Conama 237 (Brasil, 1997) e posteriormente ratificada pela Lei Complementar 140 (Brasil, 2011), refere-se à distribuição de competências para o licenciamento ambiental. A regulamentação do art. 23 da Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988) é, sem dúvida, o ponto mais importante da Lei Complementar 140 (Brasil, 2011), que entre outros assuntos, apresenta as responsabilidades dos órgãos ambientais da União, dos estados e municípios frente ao licenciamento ambiental.

O quadro 1 apresenta um resumo desta distribuição. Cabe salientar que esta hierarquia também é aplicada à supressão de vegetação, que é autorizada por meio da emissão de alvarás florestais, conforme apresentado no art. 13 da Lei Complementar 140. (Brasil, 2011).

Quadro 1– Distribuição de competências para o licenciamento ambiental

Compete à/ao(s) [...]	licenciar atividades/empreendimentos [...]
União	- localizados ou desenvolvidos conjuntamente no Brasil e em país limítrofe - localizados ou desenvolvidos no mar territorial, na plataforma continental ou na zona econômica exclusiva - localizados ou desenvolvidos em terras indígenas - localizados ou desenvolvidos em Unidades de Conservação instituídas pela União, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs) - localizados e desenvolvidos em dois ou mais Estados - de caráter militar, excetuando-se do licenciamento ambiental, nos termos de ato do Poder Executivo, aqueles previstos no preparo e emprego das Forças Armadas - destinado a pesquisar, lavrar, produzir, beneficiar, transportar, armazenar e dispor material radioativo, em qualquer estágio, ou que utilizem energia nuclear em qualquer de suas formas e aplicações, mediante parecer do CNEN - que atendem tipologia estabelecida por ato do Poder Executivo, a partir da proposição da Comissão Tripartite Nacional, assegurada a participação de um membro do Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), e considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade ou empreendimento
Estados e Distrito Federal	- atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental, ressalvado o disposto nos artigos 7º e 9º
Municípios	- que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local, conforme tipologia definida pelos respectivos Conselhos Estaduais de Meio Ambiente, considerados os critérios de porte, potencial poluidor e natureza da atividade - localizados em Unidades de Conservação instituídas pelo Município, exceto em Áreas de Proteção Ambiental (APAs)

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Brasil (2011).

O quadro 1 demonstra que as atribuições para o licenciamento ambiental da União estão relacionadas a assuntos estratégicos à gestão territorial do País. Cabe salientar que os impactos ambientais das atividades licenciadas pela União podem, *a priori*, adentrar fronteiras e zonas cuja legitimidade de atuação do país é nula, ou, ainda, abranger dois ou mais estados. Assim, são atividades consideradas de significativo impacto ambiental e de relevante importância estratégica ao planejamento e gestão. As atividades, cujo licenciamento ambiental é de responsabilidade da União, são definidas por meio do Decreto Federal 8.437. (Brasil, 2015).

Já a responsabilidade dos municípios frente ao procedimento de licenciamento ambiental deve ser definida pelos respectivos Conselhos Estaduais do Meio Ambiente, restringindo-se as atividades "que causem ou possam causar impacto ambiental de âmbito local". (Brasil, 2011). Assim sendo, percebe-se que as atividades licenciáveis pelos municípios poderão variar significativamente no Brasil, pois é função das

deliberações dos Conselhos de cada estado, do seu entendimento acerca do termo *impacto local* e das suas peculiaridades em termos de atividades econômicas.

Cabe salientar que, a partir da promulgação da Lei Complementar 140 (Brasil, 2011), os municípios passaram a ser autônomos, no que se refere ao licenciamento ambiental de atividades consideradas de impacto local e, portanto, não precisam buscar a sua habilitação no órgão ambiental estadual.

Sua autonomia se reflete, igualmente, na possibilidade de complementação das atividades consideradas de impacto local, quando todos os demais órgãos ambientais declararem isenção em sua esfera. O que não poderá ocorrer, de forma alguma, é o licenciamento ambiental de uma dada atividade em mais de um nível hierárquico, conforme determina a Lei Complementar 140. (Brasil, 2011).

Para que os municípios atuem de forma responsável frente à demanda de licenciamento de atividades de impacto local, é imprescindível que estes possuam órgão ambiental capacitado e Conselho Municipal do Meio Ambiente. (Brasil, 2011). Um órgão ambiental capacitado é aquele que possui quadro técnico próprio, ou é partícipe de consórcio entre municípios, dividindo quadro técnico. Esta possibilidade, assegurada pela Lei em questão, viabiliza a gestão ambiental em muitos municípios do País, principalmente os pequenos, com maiores dificuldades de recursos.

Em períodos transicionais, enquanto o município organiza uma estrutura mínima para assumir sua responsabilidade, o estado poderá ser o órgão licenciador responsável pelas atividades de impacto local daquele município, desde que notificado.

Por fim, cabe aos Órgãos Estaduais do Meio Ambiente o licenciamento ambiental das atividades e dos empreendimentos que não sejam responsabilidade nem da União nem dos municípios. Entende-se ser responsabilidade dos órgãos estaduais, seguindo a mesma lógica declarada para a União, o licenciamento ambiental de atividades cujos impactos ambientais diretos ultrapassem os limites territoriais de um ou mais municípios e aqueles de relevância estratégica ao estado.

A descentralização da gestão ambiental, por meio da distribuição de competências voltadas ao licenciamento ambiental, resulta no fortalecimento das ações governamentais dentro do escopo do meio ambiente, uma vez que os entes federados são incentivados a assumir suas responsabilidades frente à gestão ambiental do seu território.

16.2 O licenciamento de estabelecimentos de serviços de saúde

Conforme destacado anteriormente, as tipologias de atividades passíveis de licenciamento ambiental são definidas, de forma generalista, pela Resolução Conama 237 (Brasil, 1997) e, mais especificamente, por ato específico de cada estado.

As atividades de assistência à saúde humana e animal não são citadas como atividades ou empreendimentos sujeitos a licenciamento ambiental pelo Anexo I

da Resolução Conama 237. (Brasil, 1997). Entretanto, isto não significa que estas atividades não possam, ou não devam, ser passíveis de licenciamento ambiental.

Seguindo a ordem de distribuição de competências, pormenorizada no quadro 1, os estados poderão suplementar a listagem de atividades existente na referida Resolução. Os municípios, por sua vez, poderão suplementar a listagem de atividades de impacto local, estabelecido pelo Conselho do Meio Ambiente de seu estado, desde que a competência para o licenciamento ambiental da atividade adicionada não seja da União, ou do estado.

Com base no escopo acima, bem como no conhecimento acerca do potencial risco ambiental relacionado às atividades de assistência à saúde humana e animal, entende-se que o licenciamento ambiental deste segmento deva ser incentivado, independentemente de qual ente será o responsável pela condução do processo administrativo.

16.2.1 O Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos no escopo do licenciamento ambiental

Há que se ressaltar, ainda, algumas peculiaridades legais relacionadas a este grupo de atividades, as quais devem ser consideradas quando da formulação do termo de referência para o licenciamento ambiental destas. A Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) determina que todos os geradores de RSS, constantes em seu art. 1º, devem elaborar Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos. Considerando-se que um dos maiores impactos ambientais das atividades de assistência humana e animal seja o gerenciamento inadequado dos resíduos gerados, a exigência da elaboração do Plano mostra-se essencial à gestão ambiental destes estabelecimentos.

Esta orientação é reforçada pela Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010), que, além de reforçar a obrigatoriedade de elaboração do Plano para estabelecimentos geradores de RSS, definindo seu conteúdo mínimo, também determina que

> o plano de gerenciamento de resíduos é parte integrante do processo de licenciamento ambiental do empreendimento ou atividade, [...sendo que] nos empreendimentos e atividades não sujeitos ao licenciamento ambiental, a aprovação do plano de gerenciamento de resíduos sólidos cabe a autoridade municipal competente. (Brasil, 2010).

Assim, independentemente da necessidade, ou não, do estabelecimento gerador de RSS ser licenciado, este deve elaborar o seu Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, que deverá ser avaliado e aprovado tanto pelo órgão ambiental quanto pelo órgão de saúde.

16.3 Estudo de caso do Estado do Rio Grande do Sul

O órgão responsável pelo licenciamento ambiental em âmbito estadual, no Estado do Rio Grande do Sul, é a Fundação de Proteção Ambiental Henrique Luis Roessler (Fepam). Esta Fundação tem suas origens vinculadas à Coordenadoria do Controle do Equilíbrio Ecológico e ao antigo Departamento de Meio Ambiente da

Secretaria de Saúde e Meio Ambiente, na década de 70. Atualmente está vinculada à Secretaria do Meio Ambiente (Sema), atuando como um dos órgãos executivos do Sistema Estadual de Proteção Ambiental (Sisepra), instituído pela Lei Estadual 10.330. (Rio Grande do Sul, 1994).

O licenciamento ambiental municipal tornou-se uma realidade expressiva no estado, quando a Sema implantou o Sistema Integrado de Gestão Ambiental (Siga/RS), com o objetivo de aproximar os órgãos ambientais para a gestão compartilhada das políticas ambientais, em consonância ao preconizado pelo art. 23 da Constituição Federal (Brasil, 1988), principalmente no que concerne ao licenciamento e à fiscalização ambiental.

Esta ação veio acompanhada da aprovação de uma série de Resoluções, pelo Conselho Estadual do Meio Ambiente (Consema), com vistas à regulamentação da questão no estado. Em 1998, foi publicada a Resolução Consema 05 (Rio Grande do Sul, 1998), que estabeleceu, dentre outros aspectos, uma listagem de atividades passíveis de licenciamento ambiental municipal, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul.

De forma complementar, no ano 2000, foi publicada a Resolução Consema 004 (Rio Grande do Sul, 2000), estabelecendo e especificando critérios para o exercício da competência do licenciamento ambiental em âmbito municipal. Neste instrumento foi definido que, para os municípios realizarem o licenciamento ambiental das atividades de impacto local, estes deveriam habilitar-se na Sema, por meio do Siga/RS. Para tanto, o município deveria

> 1. ter implantado Fundo Municipal de Meio Ambiente;
>
> 2. ter implantado e em funcionamento Conselho Municipal de Meio Ambiente, com caráter deliberativo, tendo em sua composição, no mínimo, 50% de entidades não governamentais;
>
> 3. possuir nos quadros do órgão municipal do meio ambiente, ou a disposição deste órgão, profissionais legalmente habilitados para a realização do licenciamento ambiental, emitindo a devida Anotação de Responsabilidade Técnica (ART);
>
> 4. possuir servidores municipais com competência para o exercício da fiscalização ambiental;
>
> 5. possuir legislação própria disciplinando o licenciamento ambiental e as sanções administrativas pelo seu descumprimento;
>
> 6. possuir Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano, o Município com população superior a 20.000 habitantes, ou Lei de Diretrizes Urbanas, o Município com população igual ou inferior a 20.000 habitantes;
>
> 7. possuir Plano Ambiental, aprovado pelo Conselho Municipal de Meio Ambiente, de acordo com as características locais e regionais. (Rio Grande do Sul, 2000).

Após encaminhamento, pelo município, da documentação comprobatória, o estado deliberava e homologava, ou não, a habilitação do município para a realização do licenciamento ambiental das atividades consideradas de impacto local. Cabe destacar que, assim como a habilitação do município era homologada, este poderia ser desabilitado nos casos de descumprimento da legislação ambiental.

A Resolução Consema 102 (Rio Grande do Sul, 2005a) tornou-se um marco para o licenciamento ambiental municipal, pois atualizou a listagem de atividades passíveis de licenciamento ambiental em âmbito municipal, além de exigir o cumprimento das condicionantes impostas pela Resolução Consema 004 (Rio Grande do Sul, 2000) – ou outra que viesse a revogá-la. A esta somam-se as normativas que a complementam: Resolução Consema 110 (Rio Grande do Sul, 2005b), relacionada ao manejo florestal; Resolução Consema 111 (Rio Grande do Sul, 2005c), vinculada a alterações no corpo da Resolução Consema 102 (Rio Grande do Sul, 2005a); Resolução Consema 168 (Rio Grande do Sul, 2007b), relacionada às atividades de mineração; Resolução Consema 232 (Rio Grande do Sul, 2010), vinculada às atividades de criação animal.

Em 2007, a Resolução Consema 167 (Rio Grande do Sul, 2007a) revogou a Resolução Consema 004 (Rio Grande do Sul, 2000), avançando nas deliberações acerca da qualificação dos municípios ao licenciamento de impacto local. A partir desta, além da obrigatoriedade do Conselho Municipal do Meio Ambiente ser consultivo e deliberativo (anteriormente somente deliberativo), outros aspectos organizacionais relacionados à gestão compartilhada foram destacados. A partir desta Resolução, os municípios com mais de 50.000 habitantes tinham 18 meses para se habilitar na Sema, ao licenciamento ambiental de impacto local, assim como os demais possuíam 24 meses. Após este período, a Fepam estaria com o seu protocolo fechado para o licenciamento de atividades de impacto local, obrigando os municípios a assumirem suas responsabilidades frente à gestão ambiental local.

Enquanto alguns municípios do estado estavam com dificuldades para o cumprimento da Resolução 167 (Rio Grande do Sul, 2007a), outros se encontravam tão bem-estruturados e organizados que a Fepam, por meio do seu Conselho de Administração, publicou a Resolução 08 (FEPAM, 2006). Esta Resolução estabelece critérios, pré-requisitos e diretrizes gerais para o estabelecimento de convênios de delegação de competências em licenciamento e fiscalização ambiental de atividades definidas como de impacto supralocal, também denominado licenciamento pleno, entre a Fepam e os municípios do estado.

Com a assinatura deste, o órgão ambiental estadual poderia repassar a responsabilidade pelo licenciamento ambiental de determinadas atividades – definidas como de impacto supralocal – ao município habilitado. Atualmente, os municípios de Bagé, Canoas, Caxias do Sul, Lajeado, Porto Alegre, Novo Hamburgo, Pelotas, Santa Cruz do Sul, Santa Maria, Santana do Livramento, São Leopoldo, Sapucaia do Sul e Uruguaiana possuem convênio de delegação de competências, ou seja, estão aptos a licenciar as atividades de impacto local e supralocal.

Outros convênios poderiam ser firmados entre a Fepam e os municípios, especificamente no caso de licenciamento ambiental de demandas específicas, em que o município deveria realizar solicitação específica ao órgão ambiental, que analisaria e deliberaria acerca da solicitação.

Com a promulgação da Lei Complementar 140 (Brasil, 2011), a situação do licenciamento ambiental no País muda. No Estado do Rio Grande do Sul, especificamente, a habilitação na Sema deixa de ser uma obrigatoriedade, e o licenciamento ambiental das atividades de impacto local passam a ser obrigação dos municípios. O Consema publica a Resolução 269 (Rio Grande do Sul, 2012), ratificando todas as Resoluções existentes, que definem quais são as atividades e os empreendimentos classificados como de impacto local, para licenciamento ambiental municipal.

Com isto, a Fepam fechou o protocolo de licenciamento ambiental para atividades de impacto local, exceto para municípios que solicitaram ação supletiva do estado, conforme art. 15 da Lei Complementar 140. (Brasil, 2011).

Em 2014, após longo período de avaliação técnica e audiências públicas realizadas juntamente com os municípios do estado, o Consema publicou a Resolução 288 (Rio Grande do Sul, 2014), atualizando a lista de atividades que causam, ou possam causar, impacto local. Dentre suas exigências está a necessidade do município possuir órgão ambiental capacitado, compreendido como

> aquele que possui técnicos próprios ou em consórcio, devidamente habilitados em meio físico e biótico e em número compatível com a demanda das ações administrativas de licenciamento e fiscalização ambiental de competência do município. (Rio Grande do Sul, 2014).

Independentemente da modalidade escolhida para composição de quadro técnico, a Resolução determina que os municípios tenham, pelo menos, um licenciador habilitado e um fiscal concursado para atuação nos procedimentos em questão.

De acordo com a mesma Resolução, no parágrafo 3º do art. 1º, o licenciamento ambiental municipal de empreendimentos e atividades que demandem intervenções em área de preservação permanente (APPs), nos casos previstos na Lei Federal 12.651/2012 ou considerados por normas federais, estaduais ou municipais, somente poderão ser objeto de licenciamento ambiental, por parte dos municípios, mediante a Anuência Prévia junto ao Departamento de Florestas e Áreas Protegidas.

A necessidade de anuência prévia do Estado para o licenciamento de atividades que demandam intervenção em APPs virou pauta da Consema, visto que, de acordo com a Lei Complementar 140/2011, no seu art. 13, §2º, "os empreendimentos e atividades são licenciados ou autorizados, ambientalmente, por um único ente federativo" e que "a supressão de vegetação decorrente de licenciamentos ambientais é autorizada pelo ente federativo licenciador".

Considerando que a obrigatoriedade de solicitação de anuência prévia para intervenções em APP é incompatível com as determinações da Lei Complementar 140/2011, a Consema promulgou a Resolução 291, que revoga parágrafo 3º do art. 1º. Portanto, para o licenciamento de atividades que demandam intervenção em APP e que são definidas pela Resolução Consema 288/2014 como de impacto ambiental municipal, o órgão ambiental municipal tem autonomia para emitir o licenciamento sem anuência prévia do estado.

16.3.1 Licenciamento de atividades geradoras de RSS

Conforme descrito anteriormente, a publicação da Resolução Consema 288 (Rio Grande do Sul, 2014) ampliou sensivelmente o rol de atividades passíveis de licenciamento ambiental pelos municípios do estado. Entre seus Anexos 1 e 2, são listadas 418 tipologias distintas de atividades, incluindo o licenciamento florestal.

O quadro 2 apresenta as atividades de assistência humana e animal, potenciais geradoras que RSS, que são passíveis de licenciamento ambiental no Estado do Rio Grande do Sul. Cabe salientar que, devido ao fato de o órgão ambiental estadual possuir a competência residual de licenciamento ambiental (considerando que as competências federal e municipal são estabelecidas), este cenário representa uma fotografia momentânea, passível de modificação tanto em função de deliberações do órgão ambiental estadual quanto devido à mudança de legislação.

Quadro 2 – Licenciamento ambiental de atividades de assistência humana e animal no Estado do Rio Grande do Sul

Atividades	Potencial Poluidor	Responsabilidade do Município	Responsabilidade do Estado
Hospitais / Clínicas Veterinárias	Baixo	Total	-
Clínicas médicas sem procedimentos complexos	Médio	Total	-
Clínicas médicas com procedimentos complexos	Médio	Até 1.000 m^2 de área útil total	Acima de 1.000 m^2 de área útil total
Hospitais sem procedimentos com - plexos	Médio	Total	-
Hospitais com procedimentos com - plexos	Alto	-	Total
Laboratórios de análises físico-químicas / biológicas / clínicas / toxicológicas	Médio	Até 1.000 m^2 de área útil total	Acima de 1.000 m^2 de área útil total

Fonte: Elaborado pelos autores, com base em Rio Grande do Sul (2014) e Fepam (2014).

16.4 Considerações finais

Por meio da gestão ambiental, que tem no licenciamento ambiental um dos seus principais instrumentos, é possível zelar pelo equilíbrio do ambiente e alcançar a melhoria da qualidade das águas, do ar, do solo.

O licenciamento tem sua importância no planejamento, na prevenção de danos ambientais e deve servir de guia para o cumprimento das normas ambientais por parte dos serviços de saúde, pois determina o patamar mínimo de cuidado e tratamento dos resíduos de serviços de saúde, que apresentam um significativo risco de contaminação química e biológica.

Cabe salientar que, embora a legislação federal seja válida para todos os demais entes federados, estes poderão estruturar seus sistemas de forma diferente a realizada no Estado do Rio Grande do Sul, o qual foi citado somente com vistas a exemplificar a estratificação de competências.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Constituição Federal, de 5 de outubro de 1988. Institui a Constituição da República Federativa do Brasil. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1988.

_____. Lei Complementar 140, de 8 de dezembro de 2011. Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do caput do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal, para a cooperação entre a União, os estados, o Distrito Federal e os municípios nas ações administrativas decorrentes do exercício da competência comum relativas à proteção das paisagens naturais notáveis, à proteção do meio ambiente, ao combate à poluição em qualquer de suas formas e à preservação das florestas, da fauna e da flora; e altera a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 2011.

_____. Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1981.

_____. Lei Federal 7.804, de 18 de julho de 1989.Altera a Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, a Lei 7.735, de 22 de fevereiro de 1989, a Lei 6.803, de 2 de julho de 1980, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 1981.

_____. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil,* Poder Executivo. Brasília, DF, 2010.

_____. Decreto Federal 8.437, de 22 de abril de 2015. Regulamenta o disposto no art. 7º, caput, inciso XIV, alínea "h", e parágrafo único da Lei Complementar n. 140, de 8 de dezembro

de 2011, para estabelecer as tipologias de empreendimentos e atividades cujo licenciamento ambiental será de competência da União. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil, Poder Executivo

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução Conama 001*, de 23 de janeiro de 1986. Dispõe sobre os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente. Brasília, DF, 1986.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução Conama 237*, de 19 de dezembro de 1997. Dispõe sobre licenciamento ambiental; competência da União, Estados e municípios; listagem de atividades sujeitas ao licenciamento; Estudos Ambientais, Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental. Brasília, DF, 1997.

_____. Conselho Nacional de Meio Ambiente. *Resolução Conama 358*, de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

FEPAM. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. Conselho de Administração. *Resolução 08*, de 21 de novembro de 2006. Estabelece diretrizes e critérios gerais para convênios de delegação de competência em licenciamento e fiscalização ambiental entre a Fepam e municípios do RS. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br/central/licenc_munic_conv.asp>. Acesso em: 17 nov. 2014.

_____. Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luiz Roessler. *Sítio geral*. Disponível em: <http://www.fepam.rs.gov.br>. Acesso em: 17 nov. 2014.

RIO GRANDE DO SUL. *Lei Estadual 10.330*, de 27 de dezembro de 1994. Dispõe sobre a organização do Sistema Estadual de Proteção Ambiental, a elaboração, implementação e controle da política ambiental do Estado e dá outras providências. Palácio do Governo. Porto Alegre, RS, 1994.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 05*, de 19 de agosto de 1998. Dispõe sobre os critérios para o exercício da competência do Licenciamento Ambiental Municipal, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 1998.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 004*, de 28 de abril de 2000. Dispõe sobre os critérios para o exercício da competência do Licenciamento Ambiental Municipal e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2000.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 102*, de 24 de maio de 2005. Dispõe sobre os critérios para o exercício da competência do Licenciamento Ambiental Municipal, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2005a.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 110*, de 21 de outubro de 2005. Amplia o rol de atividades da Resolução Consema 102/2005. Porto Alegre, RS, 2005b.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 111*, de 21 de outubro de 2005. Altera Resolução 102/2005 e estabelece critérios. Porto Alegre, RS, 2005c.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 167*, de 22 de outubro de 2007. Dispõe sobre a qualificação dos Municípios para o exercício da competência do Licenciamento Ambiental dos empreendimentos e atividades considerados como impacto local, no âmbito do Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2007a.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 168*, de 22 de outubro de 2007. Altera a Resolução Consema 102, de 24 de maio de 2005, que "Dispõe sobre os critérios para o exercício do Licenciamento Ambiental Municipal, no âmbito do Rio Grande do Sul" e dá outras providências. Porto Alegre, RS, 2007b.

_____. Conselho Estadual de Meio Ambiente. *Resolução Consema 232*, de 25 de agosto de 2010. Altera tipologias de empreendimentos e atividades considerados como de impacto local, listados na Resolução Consema 102/2005, de 24 de maio de 2005. Porto Alegre, RS, 2010.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 269*, de 23 de março de 2012. Ratifica as resoluções que definem as atividades e empreendimentos considerados de impacto local para o licenciamento ambiental pelos Municípios conforme Lei Complementar 140/2011. Porto Alegre, RS, 2012.

_____. Conselho Estadual do Meio Ambiente. *Resolução Consema 288*, de 2 de outubro de 2014. Atualiza e define as tipologias, que causam ou que possam causar impacto de âmbito local, para o exercício da competência municipal para o licenciamento ambiental, no Estado do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, RS, 2014.

17

Águas residuárias e efluentes líquidos de atividades de assistência à saúde

Saulo Varela Della Giustina
Maurício D'Agostini Silva
Taison Anderson Bortolin
Irajá do Nascimento Filho
Vania Elisabete Schneider

Efluente, esgoto ou águas residuárias são termos usados para caracterizar os despejos provenientes dos diversos usos d'água, como doméstico, comercial, industrial, agrícola, em estabelecimentos públicos e em outros (Braga, 2002), incluindo-se aqui as atividades de assistência à saúde. O lançamento destes sem adequado tratamento em mananciais e corpos hídricos tornou-se um dos principais problemas nos centros urbanos, não só no Brasil, como em países industrializados e em desenvolvimento. Quando lançados *in natura*, os efluentes reduzem a qualidade da água, influenciam no ecossistema aquático, interferem na cadeia alimentar e expõem ao risco a população, principalmente quando o recurso hídrico é utilizado para abastecimento público.

A falta de um tratamento adequado destes efluentes e a carência de serviços de saneamento básico podem comprometer a qualidade sanitária dos corpos hídricos, contribuindo para disseminar, no ambiente, micro-organismos patogênicos, em particular os de veiculação hídrica, além de substâncias químicas de diferentes naturezas.

Nos últimos anos, a preocupação em relação à problemática dos efluentes tem ganhado destaque, com o desenvolvimento de diversas tecnologias e formas de tratamento. No entanto, grande parte dos estudos está particularmente associada aos efluentes de origem doméstica e industrial. Embora em fase incipiente, estudos em âmbito científico sobre efluentes gerados em atividades de assistência à saúde têm

começado a evoluir, pelo potencial impacto que podem causar sobre a saúde pública e ambiental. (Bassi; Moretton, 2003). A questão dos efluentes gerados na área da saúde é motivo de preocupação internacional devido ao perigo de uma potencial propagação de enfermidades e aos riscos ambientais derivados da ausência de tratamentos adequados. (La Rosa et al., 2000).

O contato dos poluentes hospitalares com os elementos dos ecossistemas aquáticos coloca em evidência o perigo que está vinculado à existência de substâncias perigosas, ou seja, que têm a potencialidade de exercer efeitos negativos sobre o ambiente e as espécies vivas. (Rivière, 1998).

Diante dessa situação, é indispensável a caracterização do efluente e a presença de processos de tratamento antes do lançamento nos corpos receptores, a fim de adequar os parâmetros de qualidade de água, para que se enquadrem aos padrões estabelecidos pela legislação, reduzindo os impactos causados ao recurso hídrico.

17.1 Caracterização quali-quantitativa de efluentes

Os efluentes de atividades de saúde incluem desinfetantes e antissépticos, efluentes contendo patógenos, medicamentos (fármacos não metabolizados e seus metabólitos), quimioterápicos e metais pesados (mercúrio e outros elementos utilizados como traçadores), dentre outros. O grande contingente de micro-organismos patogênicos, oriundos de pacientes, embora possam ser encontrados em efluente doméstico, nestas fontes geradoras apresentam o diferencial de poderem apresentar maior resistência a antibióticos.

Silveira e Monteggia (2003) reforçam a ideia de que os efluentes de atividades em saúde apresentam pouca diferença em relação aos efluentes domésticos, quando se trata de concentração de matéria orgânica, sólidos, metais e pH, apresentando, porém, em sua composição, particularidades específicas, principalmente relacionadas a compostos químicos.

Os principais compostos químicos em efluentes ligados a atividades assistenciais à saúde são antibióticos, agentes citostáticos, anestésicos, desinfetantes, platina, mercúrio (presentes em conservantes nos meios de diagnóstico e como ingredientes ativos de desinfetantes), e contrastes ionizados de raios-X (Pauwels; Verstraete, 2006). Estes últimos geralmente contêm pigmentos e anilinas associadas ao princípio ativo que, após a aplicação, são excretadas, não sendo metabolizadas pelos pacientes. (Silveira; Monteggia, 2003).

Além de desinfetantes, hormônios, medicamentos e metais pesados, segundo Kümmerer (2001) e Reinthaler et al. (2003), os efluentes hospitalares podem conter altas concentrações de micro-organismos patogênicos, tais como: bactérias resistentes a antibióticos, helmintos, protozoários e vírus, incluindo vírus da hepatite A (HAV). Tsai, Lai e Lin (1998) detectaram no efluente hospitalar a presença de coliformes totais, coliformes fecais, estreptococos fecais, *Pseudomonas aeruginosa* e *Salmonella sp*.

A liberação de bactérias resistentes a determinados antibióticos possibilita sua proliferação no solo e na superfície d'água, persistindo e se espalhando em diferentes

ambientes, transferindo genes de resistência entre diferentes espécies, como observado em diversos estudos. (Harwood; Brownell; Perusek, 2001; Baquero et al., 2004; Vilanova et al., 2004). Grandes esforços têm sido feitos nos hospitais em todo o mundo para evitar a contaminação de pacientes por bactérias multirresistentes, as quais podem agravar o quadro clínico, aumentando desta forma as taxas de morbidade e mortalidade. (Baquero et al., 1997).

Como consequência da variedade de produtos químicos utilizados nas diferentes atividades da área da saúde, as características físico-químicas podem ser variáveis em função dos procedimentos realizados. De maneira geral, no entanto, no que diz respeito à tratabilidade, há grande semelhança com os efluentes domésticos, conforme estudo realizado por Ribeiro (2005), que avaliou a carga poluidora de efluentes líquidos em quatro unidades de saúde, com diferentes especialidades (Traumatologia, Pneumologia, Oncologia e Geral) no Município de Porto Alegre, Brasil. A geração de efluentes foi baseada no consumo de água potável e com base em um coeficiente de retorno de 0,8. Este coeficiente de retorno, segundo a NBR 9.649 (ABNT, 1986), representa a relação média entre os volumes de esgoto produzido e de água efetivamente consumida.

A figura 1 apresenta as principais frações do efluente oriundo das atividades ligadas à assistência em saúde.

Figura 1 – Frações representativas do efluente hospitalar

Fonte: Elaborada pelos autores.

Na tabela 1 podem ser observadas diversas semelhanças entre os efluentes de hospitais de especialidade geral e os efluentes domésticos, incluindo concentrações de DQO (média de 986,6 mgO_2/L no efluente hospitalar, frente a 700-750 mgO_2/L no efluente doméstico); DBO_5 (473,8 mgO_2/L no efluente hospitalar, frente a 250-350 mgO_2/L no efluente doméstico), e coliformes fecais. Diferenças podem ser observadas em termos dos nutrientes nitrogênio e fósforo, nos quais se observa uma concentração maior no efluente hospitalar (77,82 mgN/L e 29,89 mgP/L, respectivamente), em relação ao efluente doméstico (20-40 mgN/L e 5-10 mgO_2/L), o que pode vir a demandar técnicas terciárias de tratamento de efluentes para a remoção de nutrientes, caso as concentrações destes, no final do tratamento, estejam acima dos padrões estabelecidos pela legislação.

Em um comparativo entre as demais especialidades e os esgotos domésticos, observam-se valores mais discrepantes para a Traumatologia, em termos de DQO e DBO_5, e valores mais próximos aos observados nos efluentes domésticos para as concentrações de fósforo nas especialidades Traumatologia e Pneumologia.

Tabela 1 – Características físico-químicas dos efluentes hospitalares de diferentes especialidades

Hospital		Traumatologia	Oncologia	Pneumologia	Geral	*Esgoto Doméstico***
pH	média	7,8	7,6	7,1	6,8	*7*
	DP*	0,9	0,6	0,4	0,4	-
DQO – Demanda Química de Oxigênio (mg/L)	média	395,6	675,4	734,8	986,6	*700-750*
	DP	202,6	287,6	266,6	662,2	-
DBO – Demanda Bioquímica de Oxigênio (mg/L)	média	181,2	311	371	473,8	*250-350*
	DP	77,9	143,2	136,1	351,1	-
Nitrogênio (mg/L)	média	67,8	78,5	69,7	77,2	*20-40*
	DP	13,2	11,5	5,9	10,8	
Fósforo (mg/L)	média	3,8	16,7	3,9	20,9	*05 -10*
	DP	1,1	25,3	0,6	38,4	-
Coliformes (NMP/100mL)	fecais	1,30E+07	4,30E+07	6,40E+07	5,30E+07	*1,00E+07*
	DP	9,10E+07	6,90E+07	6,90E+07	4,30E+07	-
	totais	4,50E+07	4,60E+07	8,00E+07	9,20E+07	*1,00E+08*
	DP	3,10E+07	6,70E+07	6,20E+07	9,20E+07	-

*Desvio Padrão

**Valores comumente observados para esgotos domésticos de nível médio (Jordão; Pessoa, 2005).

Fonte: Adaptada de Ribeiro (2005).

Em uma análise quantitativa, os hospitais consomem em média de 400 a 1.200 $L.d^{-1}.leito^{-1}$ (litros por dia por leito) (Gautama; Kumarb; Sabumon, 2007; Boillot et al., 2008), valor semelhante ao apontado por Emannuel et al. (2009) para os países em desenvolvimento, o qual estaria em torno de 500 $L.d^{-1}.leito^{-1}$. Este grande consumo, em relação à média de uma família (em torno de 100 $L.hab^{-1}.dia^{-1}$), contribui para a geração de grandes volumes de efluentes nestas instituições. (Emmanuel; Pierre; Perrodin, 2009). Consequentemente, estas unidades são indubitavelmente uma das maiores fontes de efluentes carregados quimicamente, não sujeitas a regras estritas de lançamento. A tabela 2 apresenta as estimativas de geração de efluente hospitalar para diferentes especialidades realizadas por Ribeiro (2005).

Tabela 2 – Estimativa da geração de efluentes líquidos, adotando-se coeficiente de retorno 0,8, com base no número de leitos de cada unidade

Geração de efluentes	Traumatologia	Pneumologia	Oncologia	Geral
	133 leitos	95 leitos	200 leitos	1241 leitos
$m^3.d^{-1}$	105,6	25,6	48	384
$m^3.d^{-1}.leito^{-1}$	0,79	0,27	0,24	0,31

Fonte: Adaptada de Ribeiro (2005).

Identifica-se que o maior índice de geração por leito ocorre no setor de Traumatologia, encontrando-se valores de 0,79 $m^3.d^{-1}.leito^{-1}$, devido principalmente ao processo de limpeza dos membros com utilização de água e antissépticos, a fim de torná-lo mais estéril possível. Entretanto, outros setores não abordados por Ribeiro (2005) devem ser citados como geradores de efluentes, como o setor cirúrgico e de análises clínicas, onde ocorre grande consumo de água e, por conseguinte, geração de elevado volume de efluente líquido.

17.2 Compostos químicos e farmacêuticos presentes em efluentes de atividades assistenciais à saúde e seus impactos nos corpos hídricos

Os primeiros relatos a respeito da presença de produtos farmacêuticos em águas residuárias foram publicados nos Estados Unidos, na década de 70. Em um primeiro momento, os compostos farmacêuticos, vistos como contaminantes do meio ambiente, não receberam muita atenção, até o momento em que se fez a ligação entre o composto etinilestradiol e seus efeitos sobre os peixes. (Kim et al., 2007).

Este fato levantou a dúvida de que o comportamento, em termos de risco à saúde humana e impactos sobre o meio biótico, poderia ser esperado de compostos que até outrora eram considerados benéficos e seguros, porque poderiam ser esperadas concentrações-traço destes compostos em águas naturais e efluentes.

A presença, em corpos hídricos superficiais e em águas subterrâneas, de diversos compostos farmacêuticos, produtos de higiene pessoal e os chamados compostos

disruptivos endócrinos (CDE) (hormônios e compostos químicos suspeitos de terem impacto sobre o sistema hormonal de humanos e animais) passou a chamar a atenção para os riscos potenciais para a saúde do homem em longo prazo. (Ternes, 1999). Além de interferirem no sistema endócrino, certos disruptores, provenientes de compostos poliméricos (plastificantes), podem causar anomalias reprodutivas (alterações morfológicas e funcionais das gônodas, infertilidade e redução da libido), assim como malformações congênitas (Nelson, 2003; Mantovani, 1999; Gray, 2002).

Bornehag et al. (2004) relataram associações entre concentrações de plastificantes em poeira doméstica com incidência de asma, rinite e eczema em crianças. Altas concentrações de plastificantes (mais especificamente ftalatos) foram encontradas no sangue de meninas porto-riquenhas com desenvolvimento prematuro de seios. Exposições de longo termo a certos plastificantes (como o di-n-butilftalato, por exemplo) podem causar danos ao fígado e testículos em mamíferos e morte em algumas espécies aquáticas. Além disso, os plastificantes podem interferir na mobilidade e biodisponibilidade de outras substâncias tóxicas, como bifenilas policloradas e íons metálicos, pela alteração de seus fatores de solubilidade em fase aquosa ou orgânica. (Möder; Popp; Pawliszyn, 1998).

Pelo seu amplo emprego em embalagens, roupas, filmes, tintas, adesivos, cosméticos, entre outros produtos, os plastificantes apresentam a característica de contaminação do ambiente de forma global. Plastificantes como di-n-butilftalato e di-etilhexilftalato já foram identificados em água potável e água mineral ultrapura (Bauer; Hermann, 1997), resíduos sólidos municipais (Akom et al., 2004), esgotos e lodo de estações de tratamento de água (Gonzales-Vila; Saiz-Jimenez; Martin, 1992), sedimentos de rio (Möder; Popp; Pawliszyn, 1998) e lixiviados de aterro sanitário (Boyd; Sommers; Nelson, 1979; Nascimento et al., 2003).

Sendo assim, é plenamente justificável a preocupação com situações nas quais há o reuso indireto e não intencional de águas residuárias para fins de potabilidade, por exemplo, quando efluentes de Estações de Tratamento de Esgotos (ETEs) contribuem em parte para um ponto de captação para água potável. Neste caso, uma grande variedade de micropoluentes contidos nos efluentes de ETEs pode vir a ocasionar danos ainda não conhecidos para a saúde do homem.

As substâncias farmacêuticas, por outro lado, possuem muitas das propriedades necessárias para a sua bioacumulação, ocasionando efeitos adversos sobre os ecossistemas aquáticos e terrestres. Isto se deve às características inerentes de persistência destes compostos, já que são desenvolvidos com a intenção de apresentar efeito biológico, ou seja, afetam as atividades bioquímicas, fisiológicas e sistêmicas, agindo sobre o alvo sem antes sofrerem degradação. (Halling-Sorensen et al., 1998).

Os principais fármacos que têm sido detectados são os reguladores de lipídios, analgésicos, antibióticos, antidepressivos, antiepilépticos, antineoplásicos, antipiréticos, anti-inflamatórios, antireumáticos, beta-bloqueadores, betassimpaticomiméticos, estrogênios e vasodilatadores. (Pauwels; Verstraete, 2006).

O fato dos compostos farmacêuticos serem lançados de maneira contínua e em baixas concentrações no meio ambiente expõe a biota destes locais a situações de toxicidade crônica, e, apesar de apresentarem concentrações muito inferiores às verificadas nas doses terapêuticas utilizadas em pacientes, estas parecem ser suficientes para provocar efeitos adversos globais ou específicos, em nível celular ou molecular (perturbação de mecanismos bioquímicos, alteração do código genético), conforme comentam Jorgensen e Halling-Sorensen (2000).

Em muitos estudos, apenas os efluentes de hospitais são levados em consideração. Porém, deve-se ponderar sobre outros estabelecimentos ligados à saúde, como laboratórios, ambulatórios, postos de saúde, clínicas odontológicas, clínicas veterinárias, clínicas estéticas, lavanderias, farmácias, bancos de sangue e de leite, os quais podem gerar efluentes contendo as mesmas concentrações do efluente hospitalar, entretanto, em volume menor.

A preocupação está principalmente com os efluentes gerados em estabelecimentos de pequeno porte, os quais são lançados sem tratamento prévio diretamente na rede de esgoto pública. Além dos compostos citados anteriormente, em hospitais, clínicas radiológicas e odontológicas, por exemplo, são gerados efluentes do processamento radiográfico que possuem elevada concentração de prata e apresentam, em sua composição, hidroquinona, quinona, metol, tiossulfato de sódio, sulfito de sódio e ácido bórico. (Fernandes et al., 2005). Podem estar presentes outros químicos altamente tóxicos à saúde ambiental e humana, como cianeto, cloreto, ferro, fósforo total, nitrogênio total e sulfito (Hocevar; Rodriguez, 2002). O setor odontológico, ainda, é responsável pela contaminação dos recursos hídricos com mercúrio, substância tóxica presente no amálgama dentário.

Conforme um estudo apresentado pela *Protection of the Marine Environment of the North-East Atlantic Comission* (Ospar), anualmente são despejadas em esgotos, no ar ou solo cerca de 7,41 mil toneladas de mercúrio, como composto do amálgama odontológico. Segundo esse mesmo relatório, o mercúrio contido no amálgama dentário, juntamente com outros tipos de resíduos de saúde, são responsáveis por cerca de 53% das emissões mundiais desse metal. (OMS, 2005).

A remoção das antigas obturações gera resíduos que, depois de serem captados por sugadores e bombas a vácuo, ou de simplesmente escorrerem pelo ralo da cuspideira dos consultórios, são despejados na rede de esgoto. (De Jesus; Marinha; Moreira, 2010). Dessa forma, chegam às estações de tratamento ou diretamente para os rios e oceanos, contaminando o meio ambiente, pois apesar de misturado à liga, o mercúrio contido no amálgama pode ser liberado por meio de: reações químicas naturais, calor, agitação e mudanças de pH, que ocorrem no ambiente. (Mota et al., 2004).

17.3 Aspectos legais e normativos relativos aos efluentes

O aprimoramento da legislação ambiental e o estabelecimento do licenciamento, como instrumento da Política Nacional do Meio Ambiente (Brasil, 1981), criou um novo desafio para os gestores de unidades de saúde, uma vez que

esses empreendimentos, com exceção de consultórios, são passíveis de licenciamento em nível local, municipal ou estadual. Assim, a instalação de novos hospitais e obras de ampliação de hospitais existentes, além da operação destes empreendimentos, bem como de outras atividades relacionadas com assistência em saúde, devem ser submetidas ao processo de licenciamento ambiental, de competência municipal quando o município estiver habilitado, ou estadual quando for o caso. Durante o processo, o órgão ambiental competente cobrará medidas de controle de aspectos ambientais, dentre estes o descarte de efluentes dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente.

A legislação ambiental para o lançamento de efluentes líquidos e para a qualidade dos corpos receptores é um instrumento norteador essencial que define estratégias de controle da poluição, em nível de poluidor ou órgão fiscalizador. (Sperling, 1998).

O lançamento de efluentes em corpos hídricos sustenta-se por um suporte legal no âmbito federal e estadual, que estabelece padrões de lançamento no corpo receptor definidos geralmente em função do uso previsto para a água. As condições e os padrões de lançamento de efluentes para qualquer atividade estão regulamentados na Resolução Conama 430 (Brasil, 2011), que complementou e alterou a Resolução Conama 357 (Brasil, 2005a), estabelecendo em seu art. 16, § 3º:

> § 3º Os efluentes oriundos de serviços de saúde estarão sujeitos às exigências estabelecidas na Seção III desta Resolução, desde que atendidas as normas sanitárias específicas vigentes, podendo:
>
> I – ser lançados em rede coletora de esgotos sanitários conectada a estação de tratamento, atendendo às normas e diretrizes da operadora do sistema de coleta e tratamento de esgoto sanitários; e
>
> II – ser lançados diretamente após tratamento especial.

A definição do tratamento especial, do qual trata a Resolução Conama 430 (BRASIL, 2011) depende da caracterização do efluente, cujas informações possibilitarão estabelecer o tratamento adequado para o atendimento dos parâmetros de lançamento. Os padrões de descarga ou emissão de efluentes estão inter-relacionados com os requisitos de qualidade do corpo receptor, cujos valores são definidos em função do uso requerido do recurso hídrico. O limite estabelecido para vários parâmetros de lançamento podem ser obtidos no escopo da Resolução citada.

A mesma Resolução enfatiza, em seu art. 5º, que "os efluentes não poderão conferir ao corpo de água características em desacordo com as metas obrigatórias progressivas, intermediárias e final, do seu enquadramento" (Brasil, 2011). As águas do território nacional foram divididas em águas doces, salinas e salobras, de acordo com a Resolução Conama 357 (BRASIL, 2005a). Em função dos usos previstos estão enquadradas em 13 classes (águas doces: classe especial e 1 a 4; águas salobras: classe especial e 1 a 3; águas salinas: classe especial e 1 a 3). Cada região define o uso específico dos recursos hídricos, os quais dependem da manutenção da qualidade prevista para cada classe

de enquadramento das águas. Na inexistência de enquadramento deverão ser atendidos os padrões da classe 2 para as águas doces, e classe 1 para águas salinas e salobras.[1]

Cabe destacar que

> o lançamento de efluentes em corpos de água, com exceção daqueles enquadrados na classe especial, não poderá exceder as condições e padrões de qualidade de água estabelecidos para as respectivas classes, nas condições da vazão de referência ou volume disponível, além de atender outras exigências aplicáveis. (Brasil, 2011).

Além disso, a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005b), que dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências, reforça a necessidade de tratamento dos efluentes líquidos dos estabelecimentos de atividades assistenciais de saúde. No art. 11, a mesma especifica que

> os efluentes líquidos provenientes dos estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, para serem lançados na rede pública de esgoto ou em corpo receptor, devem atender às diretrizes estabelecidas pelos órgãos ambientais, gestores de recursos hídricos e de saneamento competentes. (Brasil, 2005b).

Outros dispositivos, como as Resoluções da Anvisa, dentre estas a RDC 306 (Brasil, 2004), que dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde; e a RDC 50 (Brasil, 2002), que dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde, também abordam o tema, sendo que as mesmas estabelecem, respectivamente:

> Os resíduos líquidos provenientes de esgoto e de águas servidas de estabelecimento de saúde devem ser tratados antes do lançamento no corpo receptor ou na rede coletora de esgoto, sempre que não houver sistema de tratamento de esgoto coletivo atendendo a área onde está localizado o serviço, conforme definido na RDC ANVISA nº 50/2002. (Brasil, 2004).
>
> Caso a região onde o Estabelecimento de Assistência à Saúde (EAS) estiver localizado tenha rede pública de coleta e tratamento de esgoto, todo o esgoto

[1] A Resolução Conama 357 (Brasil, 2005a) estabelece padrões para variáveis indicadoras da qualidade da água, classificando-a conforme os usos preponderantes, os quais abrangem o abastecimento público, a preservação do equilíbrio natural das comunidades aquáticas, dessedentação de animais, recreação, irrigação, navegação, entre outros. Quanto maior a classe há menor restrição em relação à qualidade da água, sendo que esta pode ser utilizada para usos menos nobres, como irrigação e navegação, enquanto as menores classes identificam usos d'água mais nobres, necessitando maior qualidade e por consequência parâmetros mais restritivos.

> resultante desse pode ser lançado nessa rede sem qualquer tratamento. Não havendo rede de coleta e tratamento, todo esgoto terá que receber tratamento antes de ser lançado em rios, lagos, etc. (se for o caso). (Brasil, 2002).

Pelo exposto na legislação, identifica-se que fica a critério do órgão ambiental competente a avaliação da possibilidade de tratamento dos efluentes hospitalares em conjunto com o esgoto doméstico, quando houver a existência de sistema público de coleta e tratamento de esgotos, ou a exigência da instalação de uma ETE, por parte dos estabelecimentos prestadores de serviço de saúde.

Considere-se, no entanto, as orientações legais estabelecidas em estado e município. Cita-se o exemplo do Município de Caxias do Sul (RS), que embora tenha várias estações de tratamento de esgoto doméstico instaladas, e outras em processo de instalação, obriga que os estabelecimentos hospitalares, em particular, tenham estações individualizadas.

Esta questão torna-se controversa quando considerados os componentes potencialmente perigosos e a precariedade do saneamento em muitas cidades, as quais não possuem sistema de tratamento de efluentes. Compostos como fármacos, os quais necessitam de tratamento especial por serem de difícil degradação, podem não ser eliminados nas estações municipais, resultando na contaminação dos recursos hídricos, mesmo após o tratamento.

Outros autores, no entanto, enfatizam que, devido à semelhança na composição dos efluentes, o tratamento conjunto, em uma estação municipal, resultaria em redução de gastos para os hospitais, sendo uma das principais vantagens na adoção deste sistema.

Esta discussão crescente demanda a necessidade de uma legislação mais específica para os padrões de lançamento dos efluentes de atividades assistenciais à saúde, principalmente em relação aos compostos que podem atuar como disruptores endócrinos. A legislação brasileira apresenta uma regulamentação bastante extensa sobre agrotóxicos, pesticidas, compostos industriais e subprodutos não intencionais; porém, os disruptores endócrinos, como os plastificantes, ainda não são abordados.

Obviamente, tais compostos também não fazem parte do grupo que a legislação classifica como substâncias tóxicas perigosas, requerendo, dessa forma, uma regulamentação que defina padrões de lançamento para os mesmos. Segundo a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (Epa), a concentração máxima de dietilhexilftalato (um conhecido plastificante suspeito de atuar como disruptor endócrino), em água potável, deve ser de 0,006 mg/L. (Epa, 2010).

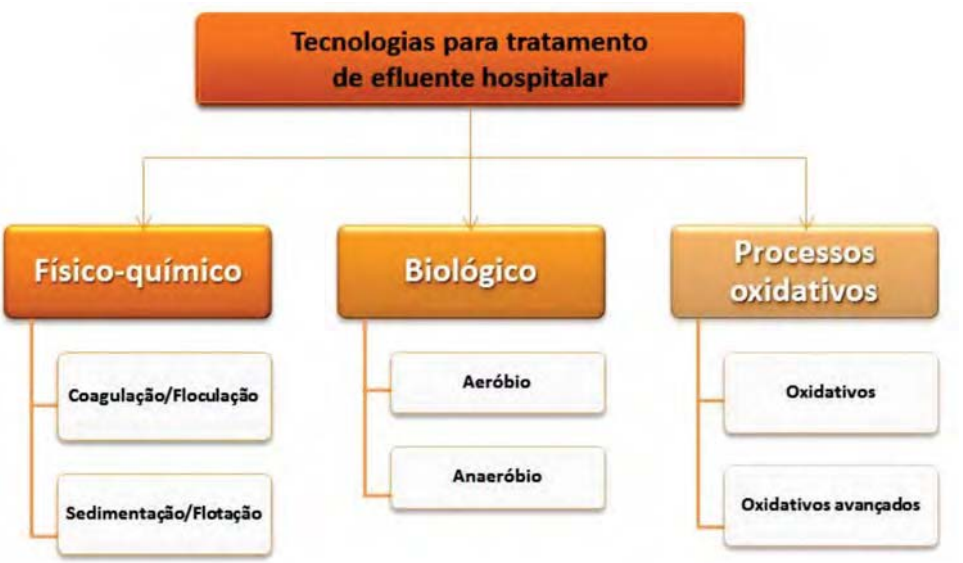
17.4 Tecnologias convencionais de tratamento de efluentes

Em termos de parâmetros globais, tais como: DBO_5, DQO, nitrogênio amoniacal, sólidos suspensos, pH, cor e turbidez, como já foi salientado anteriormente, os efluentes hospitalares apresentam, em geral, características similares às verificadas em esgotos domésticos. Desta forma, as tecnologias

empregadas ao tratamento de efluentes domésticos e hospitalares não diferem entre si em um elevado grau.

Basicamente, os efluentes hospitalares podem ser tratados por meio de processos físico-químicos, biológicos ou por processos oxidativos e oxidativos avançados. Processos de tratamento físico-químico englobam, dentre outros, coagulação/floculação/sedimentação ou flotação. Processos oxidativos e oxidativos avançados englobam processos tais como: cloração, ozonização, foto-fenton e fenton, H_2O_2/UV, etc. Os processos oxidativos avançados visam promover a formação de radicais livres, os quais atacarão, por exemplo, cadeias orgânicas de compostos especialmente difíceis de serem degradados biologicamente (poluentes emergentes, tais como fármacos). A figura 2 apresenta um esquema das principais tecnologias existentes para tratamento de efluentes hospitalares.

Figura 2 – Tecnologias disponíveis para tratamento de efluentes hospitalares



Fonte: Elaborada pelos autores.

No tratamento biológico, por outro lado, a estabilização da matéria orgânica é realizada por micro-organismos presentes no lodo biológico de uma estação de tratamento, sendo este lodo também chamado de biomassa. Estas tecnologias podem, primariamente e de forma muito generalista, ser agrupadas em processos aeróbios e anaeróbios. O principal interesse no tratamento biológico dos efluentes, no entanto, se refere à não geração de resíduos químicos e tóxicos, bem como o emprego do potencial de degradação de compostos presentes no efluente, pelos micro-organismos do lodo biológico. Os resíduos gerados incluem basicamente o excesso de lodo, oriundo do crescimento constante dos micro-organismos.

Processos aeróbios empregam micro-organismos aeróbios e facultativos na estabilização dos efluentes, e o oxigênio está dissolvido na forma molecular (O_2), o que é feito com o auxílio de aeradores constantemente ligados. No tratamento de efluentes hospitalares, observa-se o grande emprego do processo de lodos ativados convencional. As tecnologias de tratamento aeróbias possuem, para o caso de efluentes como o esgoto doméstico e hospitalar, a capacidade de estabilizar completamente a matéria orgânica biodegradável até CO_2 e H_2O, bem como são capazes, em certas condições, de remover satisfatoriamente os nutrientes presentes no efluente.

A figura 3 apresenta tecnologias mais aplicadas ao tratamento biológico de efluentes hospitalares.

Figura 3 – Processos biológicos comumente empregados no tratamento de efluentes hospitalares

Fonte: Elaborada pelos autores.

Nos processos anaeróbios, porém, a fase líquida não apresenta oxigênio na forma livre (O_2). As tecnologias comumente empregadas são o reator UASB e o filtro anaeróbio. Os processos anaeróbios, em geral, não conseguem estabilizar completamente a matéria orgânica, ou seja, levá-la a CO_2 e H_2O, bem como não são capazes de remover significativamente nutrientes do efluente, necessitando-se de um pós-tratamento para o atendimento dos padrões de lançamento. Como vantagens tem-se o baixo consumo energético, já que não há a necessidade de compressores de ar ou misturadores. Tem-se também a baixa necessidade de instrumentação (controle do processo) e boa eficiência na remoção dos parâmetros globais (DQO, DBO_5, SS).[2]

[2] DQO e DBO_5 referem-se respectivamente à Demanda Química de Oxigênio e Demanda Bioquímica de Oxigênio, as quais são variáveis de qualidade de água indicativas da presença de matéria orgânica. SS é a sigla utilizada para Sólidos Suspensos, parâmetro indicativo da presença de partículas como areia, silte e argila, as quais ficam suspensas na água. Estas três variáveis são parâmetros globais geralmente utilizados para análise da eficiência de remoção biológica em efluentes.

Dos sistemas em operação no tratamento de efluentes hospitalares destaca-se, por sua grande aplicação, o tanque séptico-filtro anaeróbio ou "fossa-filtro" (oriundo da nomenclatura antiga de "fossa séptica", hoje substituída por tanque séptico). Este sistema é elementar e apresenta remoção baixa a regular de DQO, DBO_5 e SS, a depender do grau de manutenção do sistema. No entanto, normalmente não atinge os padrões de lançamento para estes parâmetros, bem como os padrões microbiológicos.

Outro processo que possui grande aceitação é o de lodos ativados, sendo que sua aplicação se deve a sua robustez e aos elevados graus de eficiência, apresentando por desvantagem custo elevado de implantação e manutenção. A figura 4 apresenta um exemplo deste processo.

Figura 4 – Lodos ativados convencionais

Fonte: Sperling (2008).

A associação de processos anaeróbios/aeróbios tem apresentado também aceitação crescente, especificamente a associação de reatores UASB com lodos ativados. Neste sistema, aproveitam-se os benefícios dos processos anaeróbios e aeróbios, reduzindo-se a geração de lodo e o consumo energético da planta de tratamento, resultando em elevada eficiência de remoção.

Processos como o de MBRs, sigla oriunda de *membrane bioreactors*, ou em português, reatores biológicos associados a membranas, estão ainda em estágio inicial de implantação no tratamento de efluentes hospitalares no Brasil, possuindo, no entanto, uma trajetória maior no tratamento deste tipo de efluente na Europa e Ásia, nesta última particularmente na China. MBRs podem ser anaeróbios ou aeróbios, sendo mais comum os reatores aeróbios no tratamento de efluentes hospitalares.

No entanto, nenhum dos processos acima, mesmo que bem operados, apresentam boa eficiência de remoção de patógenos, à exceção dos processos associados a membranas (MBRs), sendo o grau de remoção sempre associado ao tamanho de poro e/ou tipo de membrana empregada.

A aplicação de processos oxidativos e oxidativos avançados, no tratamento de efluentes contendo elevado conteúdo de matéria orgânica, é, ainda, um assunto controverso, já que sua aplicação pode gerar compostos orgânicos com caráter tóxico e recalcitrante (de difícil biodegradabilidade). Ainda sim, pesquisas realizadas nesta área apontam para uma boa eficiência de remoção de matéria orgânica e de desinfecção.

17.5 Remoção de compostos farmacêuticos e seus metabólitos em efluentes hospitalares

A remoção de medicamentos e seus metabólitos, a partir de efluentes, é um assunto de grande preocupação, como já comentado. Diversos complicadores se impõem a esta tarefa, alguns deles também já supracitados (como a estrutura molecular não biodegradável e a toxicidade), bem como suas baixas concentrações. Apesar de fatores como toxicidade chamarem a atenção, a presença em concentrações, tais como microgramas/L (μg/L) ou nanogramas/L (ηg/L), apresenta grande influência sobre as eficiências de tratamento.

A remoção de determinados compostos farmacêuticos possui grande variação até mesmo entre processos muito similares, porém com autores diferentes, não sendo ainda identificada uma justificativa para tal variabilidade. Fatores como o grupo de resíduos medicamentosos, presentes em cada efluente (ou *pool* de medicamentos), podem ter influência na eficiência, bem como características de operação do sistema de tratamento.

Processos físicos, como filtração, apresentam eficiências aceitáveis somente na faixa da nanofiltração e osmose reversa, já que, em membranas de ultra e microfiltração (poros maiores), os fármacos não são retidos devido ao tamanho molecular.

Processos oxidativos e oxidativos avançados, em especial, possuem capacidade de remoção de fármacos, já que agem em escala molecular, fazendo-se uma ressalva

no que tange à geração de compostos ainda mais tóxicos do que os originais a serem tratados. Da mesma forma que mencionado para os tratamentos biológicos, mais estudos são necessários para a melhoria da eficiência e o controle operacional do sistema de tratamento.

Processos físico-químicos possuem boa-eficiência de remoção, caso os medicamentos possuam tendência a se adsorverem em compostos suspensos. Desta maneira, a remoção dos fármacos se dá de forma indireta, ou seja, removem-se os sólidos em suspensão e indiretamente se removem os compostos neles adsorvidos.

17.5.1 Desinfecção

A desinfecção de esgotos não tem como objetivo a eliminação completa de todos os micro-organismos presentes, mas sim a inativação de micro-organismos que possam causar algum risco à saúde humana. Em outras palavras, o objetivo da desinfecção, tanto de água potável como dos efluentes, é o de reduzir o risco de transmissão de doenças infecciosas de veiculação hídrica (giardíase, amebíase, ascaridíase, cólera, entre outros) (Chernicharo, 2001), em consonância com os padrões de qualidade estabelecidos para diferentes situações. (Prosab, 2003).

Os efluentes hospitalares apresentam como agravante, em termos microbiológicos, a elevada presença de patógenos, especialmente resistentes a fármacos de última geração. Silveira (2004) constatou a presença de organismos *Klebsiella sp.* resistentes ao antibiótico Imipenem, no efluente tratado oriundo de hospitais, o qual se constitui atualmente em um dos antimicrobianos mais ativos contra infecções provocadas por estes organismos. Da mesma forma, foi detectada a presença de *Enterococcus sp.* resistentes ao antibiótico Vancomicina. Este fato ilustra perfeitamente a necessidade de inativação dos micro-organismos presentes no efluente hospitalar.

Dos processos empregados no tratamento de efluentes, podem ser citados como processos eficientes de remoção de patógenos:

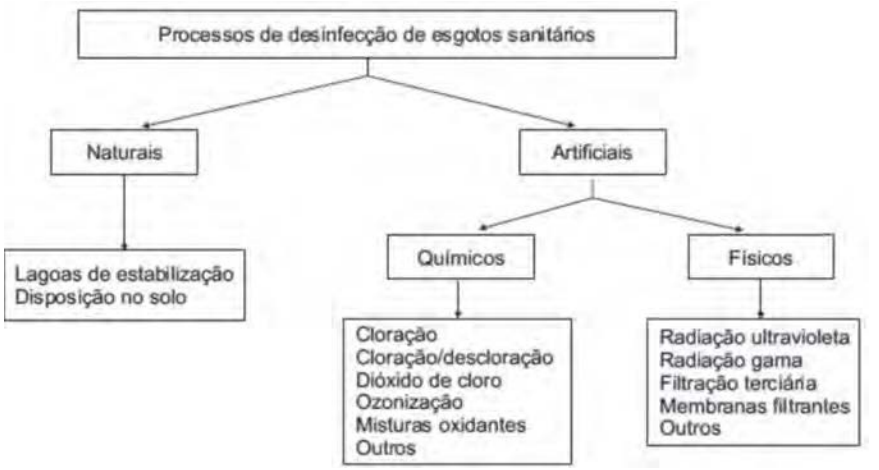
- lagoas de maturação;
- lagoas de estabilização;
- disposição no solo;
- reatores biológicos associados à membrana (MBRs).

As lagoas de maturação e estabilização e a disposição no solo apresentam boa-eficiência de remoção de patógenos, não sendo aplicáveis, porém, no tratamento de efluentes hospitalares, devido às elevadas áreas necessárias e/ou ao risco ambiental do efluente. MBRs possuem baixa demanda por área útil, apresentam elevada eficiência de remoção de matéria orgânica e de micro-organismos devido ao fato de o efluente final ser resultado de uma filtração por membranas de microfiltração (MF) ou ultrafiltração (UF), podendo posteriormente estar associados

a unidades de nanofiltração (NF) ou osmose reversa (OR ou OI). Neste processo, os micro-organismos são retidos no interior do reator pela membrana.

Os MBRs estão ainda em estágio inicial de implantação no Brasil. À grande exceção das técnicas acima citadas, tornam-se necessários processos complementares de inativação de micro-organismos aos processos já existentes de remoção de matéria orgânica e de nutrientes, visando o atendimento dos padrões microbiológicos. A figura 5 apresenta os principais mecanismos de desinfecção empregados nos efluentes domésticos, sendo aplicáveis ao tratamento de efluentes hospitalares.

Figura 5 – Processo de Desinfecção de esgotos sanitários



Fonte: Prosab (2003).

Os processos de desinfecção utilizam, de forma isolada ou combinada, processos naturais, físicos e químicos, para inativar micro-organismos. (Prosab, 2003). Dentre os processos físicos, podem ser citadas: transferência de calor (aquecimento ou incineração); radiações ionizantes; radiação UV e filtração por membranas. Dentre estas, a radiação UV e a filtração por membranas são as técnicas que experimentam aceitação crescente. Os agentes químicos mais empregados na desinfecção de efluentes são o cloro, o dióxido de cloro e ozônio. (Prosab, 2003).

A eficiência de desinfecção relacionada a processos físicos e químicos apresenta, em geral, variação conforme as características do efluente (matéria orgânica carbonácea e nitrogenada, pH, etc.). Logo, o monitoramento das características do efluente a ser desinfetado é importante para a boa-eficiência do processo ao longo do tempo.

A radiação ultravioleta é um processo físico de desinfecção, com baixa demanda de área, gerando radiação UV na faixa de 254 nm por meio de lâmpadas especiais imersas no líquido, instaladas externamente a tubos transparentes à radiação UV ou sobre o efluente.

Como desvantagens do processo, pode-se ter o custo das lâmpadas e a possibilidade de recuperação de uma parcela dos micro-organismos que tenham recebido uma dose subletal de radiação UV. Portanto, para que a dose correta de radiação seja aplicada aos micro-organismos, deve-se eliminar a presença de sólidos e materiais dissolvidos ou em suspensão, os quais possam reduzir a intensidade de radiação, quando esta atravessa a lâmina líquida. A dose letal de radiação e a presença de sólidos suspensos e dissolvidos, bem como a intensidade de radiação distribuída ao efluente, são parâmetros importantes de operação.

A desinfecção de água com ozônio possui grande aplicação e difusão em países europeus (Jordão; Pessôa, 2005); porém, não possui grande aplicação no Brasil. Este desinfetante possui eficácia na inativação de micro-organismos patogênicos, possuindo, no entanto, desvantagens, como o emprego de tecnologia de elevada complexidade e elevados custos de operação. Ainda, o ozônio é um gás muito reativo, corrosivo, irritante e tóxico (Jordão; Pessôa, 2005). Na aplicação do ozônio como desinfetante não há a formação de compostos orgânicos halogenados, tais como Trihalometanos, bem como há a redução de metais às suas formas insolúveis, possibilitando sua remoção através de sedimentação.

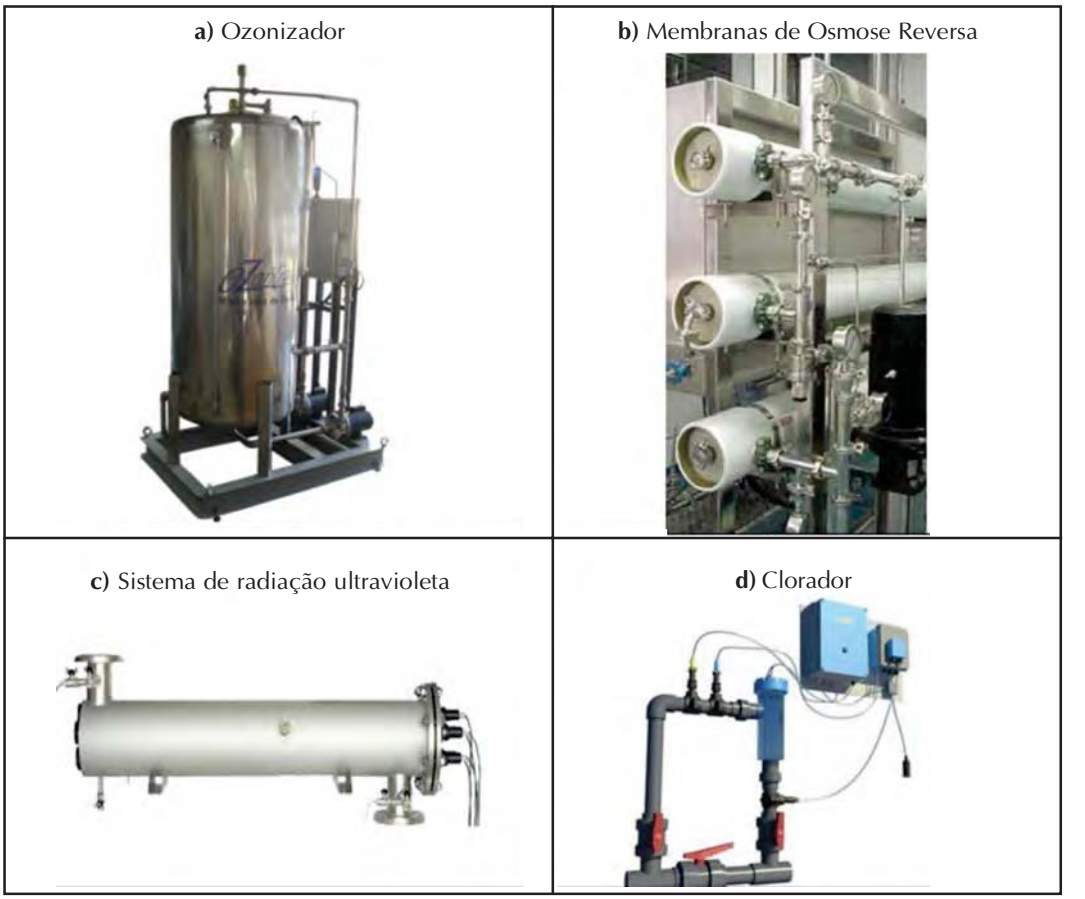
O emprego do ozônio, como agente desinfetante, foi avaliado por diversos autores. (Silveira, 2004; Silva; Santana, 2003; Souza; Pantaleão, 2008). As eficiências na remoção de Coliformes Fecais e *Escherichia coli*, no entanto, foram conflitantes, variando de boa (Silveira, 2004) a ruim (Souza; Pantaleão, 2008). Os últimos autores mencionaram que a baixa eficiência pode estar associada à presença de matéria orgânica, pH fora da faixa ideal e falhas na operação do sistema, o que chama a atenção para a correta caracterização do efluente e boa operação da planta de desinfecção, com vistas à obtenção de boa-eficiência de remoção.

O emprego do ozônio tem como necessidade a sua geração no próprio local de emprego, já que, por ser um gás altamente instável e corrosivo, não pode ser armazenado. Necessita também de operação mais cuidadosa do que a utilizada no emprego do cloro.

O processo de desinfecção pode ocasionar o aumento do grau de toxicidade do efluente final (Silveira, 2004). Portanto, processos de decloração e remoção do ozônio em excesso podem vir a ser necessários para consumir o excedente dos agentes químicos. Deve-se também realizar testes de toxicidade no efluente final da ETE, assim como ter bibliografia específica para consulta.

A figura 6 apresenta exemplos de equipamentos utilizados na desinfecção de efluentes.

Figura 6 – Equipamentos utilizados na desinfecção de efluentes

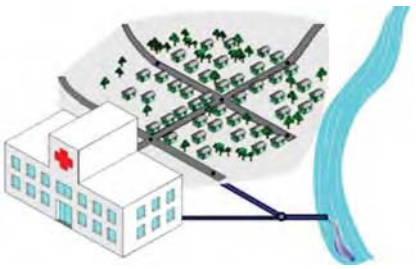


Fonte: Auxtrat (2010); Hubel (2011); MFS (2011); Hidrotécnia (2011).

17.6 Desafios ao tratamento de águas residuárias em estabelecimentos de assistência à saúde

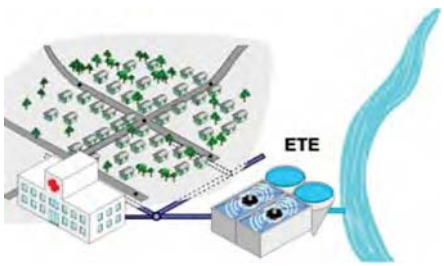
As modificações que vêm ocorrendo na legislação e na mentalidade da população, quanto à preservação da saúde e do meio ambiente, trazem consigo desafios para os gestores municipais, principalmente nas questões associadas às atividades de assistência à saúde. Seu principal desafio é adequar os sistemas de coleta e tratamento de efluentes deficitários, transformando-os em sistemas capazes de suprir as necessidades primárias do saneamento básico. A figura 7 apresenta os principais aspectos ambientais de três configurações quanto ao sistema de tratamento de atividades ligadas à saúde, e as vantagens da presença de um sistema mais eficiente.

Figura 7 – Configurações de sistemas de tratamento de efluentes atualmente



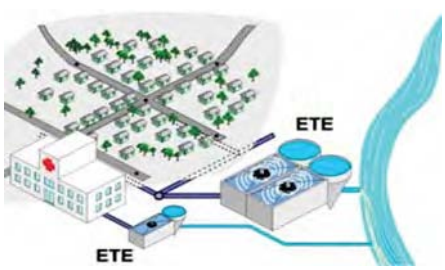
Lançamento de efluente hospitalar em rede de drenagem pública sem tratamento

Principais aspectos ambientais:
– despejos mistos, com altas concentrações de matéria orgânica
– redução do oxigênio da água, com a consequente morte de peixes
– alto risco de contaminação no ambiente
– dispersão de fármacos no ambiente
– aumento da resistência dos micro-organismos aos medicamentos
– dispersão de desreguladores endócrinos



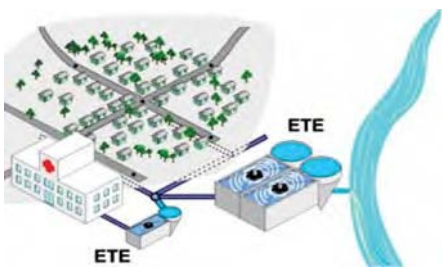
Lançamento de efluente hospitalar em rede coletora conectada à estação de tratamento de esgotos domésticos

Principais aspectos ambientais:
– despejos com concentração baixa de matéria orgânica
– interferência no sistema de tratamento público
– risco elevado de contaminação biológica
– redução na concentração de fármacos
– aumento da resistência dos micro-organismos aos medicamentos
– dispersão de desreguladores endócrinos



Lançamento de efluente hospitalar em corpo hídrico receptor ou rede pluvial precedido de estação de tratamento de efluentes

Principais aspectos ambientais:
– despejos com concentração baixa de matéria orgânica
– não interfere no sistema de tratamento público
– risco reduzido de contaminação biológica quando aplicadas tecnologias adequadas de desinfecção
– redução na concentração de fármacos e desreguladores endócrinos, quando aplicadas tecnologias avançadas de tratamento



Lançamento de efluente hospitalar em rede coletora conectada à estação de tratamento de esgotos domésticos, precedido de estação de tratamento de efluentes

Principais aspectos ambientais:
– despejos com concentração baixa de matéria orgânica
– contribui para a diluição da carga poluidora dos efluentes que chegam a estação pública
– a estação pública pode absorver cargas acidentais geradas por problemas na estação da unidade saúde
– risco reduzido de contaminação biológica quando aplicadas tecnologias adequadas de desinfecção
– redução na concentração de fármacos e desreguladores endócrinos, quando aplicadas tecnologias avançadas de tratamento

Fonte: Elaborada pelos autores.

existentes

A configuração que apresenta lançamento de efluente hospitalar em rede coletora, conectada à estação de tratamento de esgotos domésticos, precedida de estação de tratamento de efluentes, é a forma mais segura e que, *a priori*, oferece maior qualidade ao efluente tratado. Porém, para chegar a este estágio, há muitos obstáculos de ordem econômica, e por vezes técnica – tais como a ausência de investimentos e espaços reduzidos –, a serem superados. Dessa forma, promover-se-á o aumento da qualidade de vida, melhorando a saúde populacional e ambiental do município.

17.7 Considerações finais

O avanço das pesquisas quanto ao efeito dos fármacos e compostos disruptivos endócrinos (CDE) (hormônios e compostos químicos), sobre o meio ambiente, e aos riscos potenciais para a saúde do homem, tem apontado a necessidade de controle e fiscalização sobre o lançamento de elementos de fontes diversas. Os estabelecimentos prestadores de serviços de saúde entram neste contexto, por gerarem uma grande quantidade destes compostos em seus efluentes.

Este tema é um novo desafio aos gestores de hospitais e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde, uma vez que alguns empreendimentos são passíveis de licenciamento ambiental, a partir do qual será cobrada a gestão destes efluentes durante seu automonitoramento. O gerenciamento destes efluentes demandará recursos para a operação e manutenção do sistema de tratamento, os quais deverão ser previstos dentro do orçamento do estabelecimento.

A construção de novos hospitais públicos ou privados, bem como obras de ampliação de hospitais existentes, está passando por processo de licenciamento em alguns municípios do Brasil, demandando projetos com estação de tratamento e outras unidades de gerenciamento ambiental. Porém, as exigências legais para o licenciamento variam entre os estados do Brasil, uma vez que este instrumento de controle depende da criação de leis estaduais e municipais que regulamentem o licenciamento em seu nível.

A instalação de sistemas de tratamento de efluentes em unidades de saúde é de extrema importância tanto para saúde pública quanto para a proteção contra a poluição ambiental. A seleção de tecnologias de tratamento de efluentes deve ser adequada às características do efluente e os projetos devem ser elaborados para eficiência elevada de remoção de matéria orgânica, micro-organismos e contaminantes. Dentre os aspectos do projeto, deve ser priorizada a aplicação de tecnologias que proporcionem a desinfecção dos efluentes com eficiência superior aos padrões de lançamento exigidos pela legislação ambiental federal e estadual.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 9.649:1986 – Projeto de redes coletoras de esgoto sanitário*. Rio de Janeiro, ABNT, 1986.

AKON, H. et al. Separation of endocrine disruptors from aqueous solutions by pervaporation: DEHP and butylated hydroxytoluene in mineral water**.** *J. App. Polym. Sci*, 94, 1737–1742. 2004.

AUXTRAT. *Depurador de água através de ozonização*. 2010. Disponível em: <http://www.auxtrat.com.br/LinhaOzonizador>. Acesso em: fev. 2011.

BRASIL. Lei Federal 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 1981.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 50, de 21 de fevereiro de 2002.* Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília, DF. Ministério da Saúde, 2002.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 07 de dezembro de 2004.* Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF. 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 357, de 17 de março de 2005*. Dispõe sobre a classificação dos corpos de água e diretrizes ambientais para o seu enquadramento, bem como estabelece as condições e padrões de lançamento de efluentes, e dá outras providências. Brasília, DF, 2005a.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 358, de 29 de abril de 2005*. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências**.** Brasília, DF, 2005b.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 430, de 13 de maio de 2011*. Dispõe sobre as condições e padrões de lançamento de efluentes, complementa e altera a Resolução no 357, de 17 de março de 2005, do Conselho Nacional do Meio Ambiente – Conama. Brasília, DF, 2011.

BAUER, M. J.; HERMANN, R. Estimation of the environmental contamination by phthalic acid esters leaching from household wastes**.** *Sci. Total Environ.*208, 49–57. 1997.

BAQUERO, F. et al. The antibiotic selective process: concentration-specific amplification of low-level resistan populations. *Ciba Foundations Symposium*. 207: 93-105. 1997.

_____. From pieces to patterns: evolutionary engineering in bacterial pathogens**.** *Nature Reviews Microbiology*. 2: 510–518. 2004.

BASSI, M. D.; MORETTON, J. Mutagenicity of antineoplastic drug residues treated in health care waste autoclave. *Bull. Environ. Contam. Toxicol.* n. 71, 2003.

BOILLOT, C. et al. Daily physicochemical, microbiological and ecotoxicological fluctuations of a hospital effluent according to technical and care activities. *Science of The Total Environment*, v.403, n. 1-3 p. 113-129, 2008.

BORNEHAG, C. et al. The association between asthma and allergic symptoms in children and phthalates in house dust: a nested case–control study. *Environ. Health Perspect.*112, 1393–1397. 2004.

BOYD, S. A.; SOMMERS, L. E.; NELSON, D. W. Infraredspectra of sewage sludge fractions—evidence for an amidemetal-binding site. Soil Sci. Soc. Am. J., 43, 893–899. 1979.

BRAGA, B. *Introdução à engenharia ambiental.* São Paulo: Prentice Hall, 2002. 305 p.

CHERNICHARO, C. A. L. *Pós tratamento de efluentes de reatores Anaeróbicos.* PROSAB/FINEP Rio de Janeiro, 544 p. 2001.

DE JESUS, L. F.; MARINHA M. S.; MOREIRA, F. R. Amálgama dentário: fonte de contaminação por mercúrio para a Odontologia e para o meio ambiente. *Cad. Saúde Colet.,* 2010, Rio de Janeiro, 18 (4): 509-15.

EPA. Environmental Protection Agency. *Drinking Water Contaminants.* New York, 2010. Disponível em: <http://www.epa.gov>. Acesso em: nov. de 2011.

EMMANUEL, E.; PIERRE, M. G.; PERRODIN, Y. Perrodin Groundwater contamination by microbiological and chemical substances released from hospital wastewater: Health risk assessment for drinking water consumers. *Environment International* 35 718–726. 2009.

FERNANDES, G. S. et al. Análise e gerenciamento de efluentes de serviços de radiologia. *Radiol Bras*, v. 38, n. 5, p. 355-358, 2005.

GONZALES-VILA, F. J.; SAIZ-JIMENEZ, C.; MARTIN, F. Identification of free organic-chemicals found in composted municipal refuse. *J. Environ. Qual.,*11, 251–254. 1992.

GRAY, J. R. Prostate cancer risk groups and comparisons: fruitless or fruitful? *J. Clin. Oncol.*, 20, 4129-4130. 2002.

GAUTAMA, A. K.; KUMARB, S.; SABUMON, P. C. Preliminary study of physicochemical treatment options for hospital wastewater. *Journal of Environmental Management.* 298-306. 2007.

HALLING-SORENSEN, B. S. et al. Occurrence, Fate and Effects of Pharmaceutical Substances in the Environment- A Review. *Chemosphere*, v. 36, n.2, p. 357-393, 1998.

HARWOOD, V.; BROWNELL, M.; PERUSEK, W. Vancomycin-resistant Enterococcus spp. isolated from wastewater and chicken feces in the United States. *Applied and Environmental Microbiology*. 67: 4930–3. 2001.

HIDROTÉCNIA. *Kit Clorador com Sonda*. 2011. Disponível em: <http://www.hidrotecnia.es>. Acesso em: fev. 2011.

HOCEVAR, C. M.; RODRIGUEZ, M. T. R. Avaliação do impacto ambiental gerado por efluentes fotográficos, gráficos e radiológicos em Porto Alegre, RS, Brasil. *Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 7, n. 3 e 4, p. 139-143. 2002.

HUBEL. *Sistemas de reatores fechados.* 2011. Disponível em: <http://www.hubel.pt/catalogo/detalhes_produto.php?id=88&empresa=23>. Acesso em: fev. 2011.

JORDÃO, E. P.; PESSÔA, C. A. *Tratamento de esgotos domésticos*. Associação Brasileira de Engenharia Sanitária – ABES Rio de Janeiro, 681p. 2005.

JORGENSON S.; HALLING-SORENSEN E. B. Drugs in the Environment**.** *Chemosphere* 40: 691-699. 2000.

KIM, Y. M. et al. Identifying drugs needing pharmacogenetic monitoring in a Korean hospital. American. *Journal of Health-System Pharmacy*, v. 64, n.2, p.166-175, 2007.

KÜMMERER, K. Drugs in the environment: emission of drugs, diagnostic and disinfectants into wastewater by hospitals in relation to other sources – a review. *Chemosphere* 45:957-969, 2001.

LA ROSA, A. M. F. et al. Gestão de efluentes de serviços de saúde em Porto Alegre. In: XXVII Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2000. Porto Alegre. *Anais...* ABES. Associação de Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre, 2000.

MANTOVANI, A. Problems in testing and risk assessment of endocrine disrupting chemicals with regard to developmental toxicology. *Chemosphere*, 39, 1293–1300. 1999.

MFS. *Membranas de Osmose Reversa*. 2011. Disponível em: <http://www.mfs.com.br/index-1.html>. Acesso em: fev. 2011.

MÖDER, M.; POPP, P.; PAWLISZYN, J. Characterization of water-soluble components of slurries using solid-phase microextraction coupled to liquid chromatography-mass spectrometry. *J. Microcol.* sep.,10, 225–234. 1998.

MOTA, S. M. et al. Impacto dos resíduos de serviços de saúde sobre o homem e o meio ambiente. *Arquivos em Odontologia*, Belo Horizonte, v. 40, n. 2, p. 111-206, abr/jun., 2004.

NASCIMENTO, I. F. et al. Identification of some plasticizers compounds in landfill leachate. *Chemosphere,* 50, 657–663. 2003.

NELSON, P. Epidemiology, biology, and endocrine disrupters. 2003. *Occup. Environ. Med.*, 60, 541–542. 2003.

OMS. Organização Mundial da Saúde. Departamento de la Salud Publica y Medio Ambiente. Agua, saneamiento y salud. *El mercurio en el sector de la salud;* 2005. Disponível em: <www.who.int/water_sanitation_health/.../ mercurio>. Acesso em fev. 2011.

PAUWELS B.; VERSTRAETE W. The treatment of hospital wastewater: an appraisal. *Journal of Water and Health*. 4 (4): 405-416. 2006

PROSAB. *Desinfecção de efluentes sanitários.* Ricardo Franci Gonçalves (coordenador). – Rio de Janeiro: ABES, RiMa, 438 p. 2003.

REINTHALER, F. F. et al. Antibiotic resistance of E. coli in sewage and sludge. *Water Research*. 37: 1685–1690. 2003.

RIBEIRO, L. M. M. *Avaliação quanto a carga poluidora dos efluentes líquidos de quatro hospitais de diferentes especialidades no município de Porto Alegre*. 2005. 94 p. Dissertação (Mestrado Profissionalizante em Engenharia) - Escola de Engenharia. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2005.

RIVIÈRE J. L. Évaluation du risque écologique des sols pollués. Évaluation du risque pollues écologique des sols. Association RECORD, Lavoisier Tec & Doc, Associação RECORD, *Lavoisier Tec & Doc*, Paris, 1998. 230 p.

SILVA, L. M.; SANTANA, M. H. P. Eletrochemistry and Gree Chemical Processes: Elestrochemical ozone Production. *Quim. Nova*, v. 26, n. 6, p. 880-888, 2003.

SILVEIRA, I. C. T**.** *Cloro e Ozônio aplicados à desinfecção de efluente hospitalar tratado em contatores biológicos rotatórios, com avaliação de efeitos toxicológicos em Daphnia similis.* 2004. Tese (Doutorado em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Programa de Pós-graduação em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2004.

SILVEIRA, I. C. T.; MONTEGGIA, L. O. O uso de contatores biológicos rotatórios no tratamento de efluente hospitalar. In: XXII Congresso Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2003, Joinvile. *Anais...* Joinville, SC, set. 2003.

SOUZA, A. F.; PANTALEÃO, C. H. Z. Análise da eficiência do ozônio em efluentes líquidos hospitalares. *Revista Saúde e Pesquisa*, v. 1, n. 2, 111-116, maio/ago. 2008.

SPERLING, M. V. Análise dos padrões brasileiros de qualidade dos corpos d'água e de lançamentos de efluentes líquidos. RBRH – *Revista Brasileira de Recursos Hídricos*. v. 3. n.1, jan./mar. 1998, 111-132.

_____. *Lodos Ativados*. Material didático. Disponível em: <http://webmail.desa.ufmg.br/~marcos/index.html>. Acesso em: abr. 2008.

TERNES, T. A. et al. Behavior and occurrence of estrogens in municipal sewage treatment plants, treatment plants - I. Investigations in Germany, Canada and Brazil. *The Science of the Total Environment*, v. 225, p. 81-90, 1999.

TSAI, C. T.; LAI, J. S; LIN, S. T. Quantification of pathogenic microorganisms in the sludge from treated hospital wastewater. *J. Appl. Microbiol.* 85: 171-176, 1998.

VILANOVA, X. et al. The composition and persistence of faecal coliforms and enterococcal populations in sewage treatment plants. *Journal Applied Microbiology*. 96: 279–288. 2004.

18

Aspectos e impactos das atividades de assistência à saúde sobre o ambiente

Denise Peresin
Vania Elisabete Schneider
Alexandra Rodrigues Finotti

As atividades relacionadas com a assistência à saúde, em especial a geração de resíduos de diversas classes, são potenciais geradoras de impactos à saúde e ao meio ambiente. O risco de proliferação de doenças para a sociedade em geral, de contaminação dos agentes que trabalham no sistema de saúde e de acidentes radioativos são alguns exemplos que podem ilustrar o grau do impacto ambiental que estas atividades podem deflagrar. Neste sentido, a responsabilidade ambiental do setor não pode ser negligenciada. Para tanto, faz-se necessário um controle efetivo tanto no aspecto ambiental como de vigilância em saúde, de forma a controlar os riscos e impedir que a assistência à saúde – atividade primordial para a sociedade – não venha a causar, por outra via, impactos à saúde e ao meio ambiente.

Embora a geração de resíduos de serviços de saúde, frente aos resíduos gerados pela sociedade como um todo, seja pouco representativa no aspecto quantitativo, estes não devem ser negligenciados em função do risco a que podem expor a população. Um exemplo de negligência com resíduos de atividades ligadas à saúde, e que levou a um desastre ambiental de proporções internacionais, foi o acidente ocorrido em Goiânia em 1987. Naquela situação, um aparelho de radiologia, que continha uma cápsula de Césio 137, foi abandonado em uma clínica em demolição. A peça de chumbo que acondicionava a cápsula foi recolhida como sucata e aberta na residência de um sucateiro. O pó azul da cápsula foi manipulado por várias pessoas. Os resultados foram desastrosos, uma vez que várias pessoas chegaram a óbito (60 vítimas); outras

tantas desenvolveram câncer (628 vítimas contaminadas diretamente, reconhecidas pelo Ministério Público, e mais de 6 mil pessoas atingidas pela radiação); alguns bairros da cidade foram interditados temporariamente; moradores tiveram que ser removidos da residência e passaram a ser monitorados com relação ao nível de radiação. No final, houve a geração de várias toneladas de resíduos radioativos (13,4 t), o que originou um grande depósito desse, além da contaminação do solo e das residências pelo césio.

Esta ocorrência ilustra bem o custo que a negligência com os RSS pode representar, tanto do ponto de vista financeiro como de danos ambientais, pelo seu potencial de impacto devido, em grande parte, à natureza do resíduo e sua periculosidade. Além deste caso, citam-se acidentes com materiais perfurocortantes durante o manejo, quando os mesmos não estão bem-acondicionados.

O conhecimento prévio dos possíveis e prováveis problemas associados à implantação e operação de empreendimentos, possibilita a adoção de medidas de prevenção e precaução, as quais evitem ou atenuem tais impactos, reduzindo os danos ambientais e, consequentemente, os custos envolvidos na sua remediação ou correção. (Bacci; Landim; Eston, 2006).

A aplicação dos princípios da gestão ambiental pode se constituir em uma ferramenta de identificação dos impactos ambientais e, desta forma, facilitar o controle dos impactos negativos em diferentes organizações. A planilha de aspectos e impactos é um exemplo de ferramenta utilizada na gestão ambiental e na certificação ambiental, que pode ser aplicada com bons resultados na área de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde.

Como ferramenta básica, a Norma ISO 14.001 (ABNT, 2004a) pode ser utilizada no sentido de orientar para a elaboração da política ambiental, podendo ser destacados os seguintes itens:

> I. a organização deverá levar em consideração os requisitos legais e as informações referentes aos impactos ambientais significativos;
>
> II. os elementos que compõem ou integram as atividades, produtos e serviços de uma organização, e que podem interagir com o meio ambiente, são os de aspectos ambientais;
>
> III. as alterações no meio ambiente, decorrentes das atividades desenvolvidas pela organização, que sejam adversas ou benéficas, que resultem total ou parcialmente de aspectos ambientais, são os de impactos ambientais.

Aspecto ambiental é definido pela Norma ISO 14.001 (ABNT, 2004a) como o "elemento que pode ser convertido em um impacto, enquanto impacto é a alteração da qualidade ambiental que resulta do aspecto". Neste sentido, a emissão de um poluente, por exemplo, não é um impacto ambiental, mas sim um aspecto que gerará um impacto ambiental. A organização que está implantando o Sistema de Gestão Ambiental (SGA) deve ter a compreensão dos aspectos que causam ou podem causar impactos significativos ao meio ambiente. A identificação destes aspectos é um processo

contínuo que aumenta a compreensão de uma organização a respeito de sua relação com o meio ambiente e contribui para a melhoria contínua de seu desempenho ambiental, por meio do fortalecimento de seu sistema de gestão ambiental. As planilhas de aspectos e impactos, neste sentido, constituem-se em instrumento que permite identificar os pontos mais importantes a serem focados. Na gestão de RSS, estas planilhas podem auxiliar na identificação e hierarquização dos impactos mais relevantes, e ainda na sistematização e priorização das ações a serem implementadas pela organização.

Neste capítulo, discorre-se sobre a identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais, além da estruturação de uma planilha voltada ao gerenciamento dos resíduos, que pode ser utilizada em estabelecimentos prestadores de serviços de saúde. A planilha foi desenvolvida a partir de uma rede de impactos que permitiu delinear os principais aspectos que estão relacionados aos impactos resultantes da geração de RSS.

18.1 Levantamento e avaliação dos aspectos e impactos ambientais

A identificação dos aspectos e impactos ambientais é importante, sobretudo para a realização da avaliação de desempenho ambiental da organização. Trata-se de uma metodologia sistematizada que facilita ao gestor o trabalho de identificação de potenciais impactos ambientais, decorrentes da atividade que desenvolve. A função ou utilidade de uma planilha de aspectos e impactos é subsidiar a elaboração da lista de prioridades, com vistas a solucionar ou mitigar os impactos identificados, reduzindo, desta maneira, as consequências ambientais e a "saúde" da atividade em questão.

O levantamento dos aspectos e impactos é desenvolvido em três etapas, as quais são sintetizadas pela figura 1:

I. *Etapa 1*: identificação da atividade, do produto ou serviço*;*
II. *Etapa 2*: determinação dos aspectos ambientais associados;
III. *Etapa 3*: apresentação dos impactos decorrentes da interação entre a atividade e o aspecto ambiental.

Figura 1 – Relação entre atividades, aspectos e impactos

Fonte: Elaborada pelos autores.

Quadro 1 – Exemplos de aspectos e impactos ambientais e áreas em que podem ser aplicados

Atividade, produto ou serviço	Aspecto	Impacto
Atividade Manuseio de materiais perigosos[1]	– possibilidade de vazamentos para o meio ambiente – risco de contaminação do profissional encarregado da função – risco de infecção setorial	– contaminação do solo, da água e do ar – saúde ocupacional
Produto Projeto de um equipamento, componente ou instalação[1]	– uso de matérias-primas esgotáveis (água, metais, plásticos, etc.)	– esgotamento de recursos naturais
Serviço Operação de caminhões e transportes[1]	– emissões gasosas	– alteração na qualidade do ar
Atividade Ampliação de instalações, escavações, detonações, remoção de terra, materiais rochosos, argilosos[2]	– geração de ruído e poeira – geração de resíduos de construção civil	– poluição sonora – perturbação das vizinhanças e exposição ocupacional dos trabalhadores – impactos com transporte e disposição de resíduos
Serviço Construção civil[3]	– geração de poeiras – geração de resíduos (argamassa, tijolos, lajotas, embalagens de cimento e outros materiais, etc.)	– alteração da qualidade do ar – incômodo à população – danos à saúde da comunidade – poluição sonora
Serviço Assistência à saúde	– geração de resíduos potencialmente infectantes	– risco de epidemias – risco de infecção hospitalar/setorial – risco de proliferação de doenças de veiculação hídrica – alteração da qualidade do ar (incineração) – risco à saúde dos profissionais dos sistemas de coleta, tratamento e disposição final – risco à saúde dos catadores e coletores informais
	– geração de resíduos químicos (medicamentos, domissanitários, desinfetantes, reveladores, fixadores, quimioterápicos)	– contaminação do solo, água e do ar
	– geração de resíduos perfurocortantes	– risco à punctura e ao corte – risco ocupacional – risco de aquisição de doenças infectocontagiosas (Sida, Hepatite B e C)
	– geração de resíduos radioativos	– risco à saúde pública – risco ocupacional – risco ambiental

Fonte: Adaptado de Moura (2004);[1] Bacci, Landim e Eston (2006);[2] Menezes et al. (2006).[3]

Finalizada esta etapa, inicia-se a avaliação da significância do impacto, que pode ser incluída no final da figura 1 e do quadro 1. A avaliação da significância, segundo a ISO 14.001 (ABNT, 2004a), envolve a aplicação tanto de análise técnica quanto de julgamento por parte da organização. Ao estabelecer critérios para a significância, a norma recomenda que a organização considere:

I. os critérios ambientais, tais como: escala, severidade e duração do impacto, ou tipo, tamanho e frequência de um aspecto ambiental;
II. os requisitos legais aplicáveis, como limites de emissão e lançamentos em autorizações ou regulamentos, etc.;
III. as preocupações das partes interessadas, internas e externas, tais como: aquelas relacionadas aos valores da organização, sua imagem pública, ruído, odor ou degradação visual.

Conforme Moura (2004), dentre as variáveis que podem ser avaliadas na planilha de aspectos e impactos, com base nos riscos inerentes aos impactos, estão aquelas relativas à gravidade (severidade) e frequência ou probabilidade. A gravidade é descrita como a variável que dará uma graduação das consequências, desde a morte de pessoas até consequências desprezíveis (tanto para pessoas quanto para o meio ambiente), na ocorrência do evento ou determinado impacto ambiental considerado. A frequência é avaliada em relação ao quantitativo de ocorrências, enquanto na probabilidade é considerado o risco/chance de ocorrência dos impactos potenciais. A classificação e descrição destas variáveis são mostradas no quadro 2.

Quadro 2 – Descrição dos níveis das variáveis a serem consideradas em uma planilha de aspectos e impactos ambientais, com base no risco inerente

Gravidade
I – Catastrófica: coloca em perigo a vida das pessoas ao redor da área, como resultado dos produtos e processos envolvidos. Riscos elevadíssimos para o meio ambiente.
II – Crítica: ameaça a saúde das pessoas que vivem ao redor da área. Sério prejuízo ao meio ambiente em casos de acidentes. Não conformidade com requisitos legais. Consumo significativo de recursos naturais.
III – Marginal: não conformidade com requisitos internos (normas). Prejuízo moderado ao meio ambiente. Não conformidade com a política ambiental da empresa. Possível prejuízo à reputação da empresa. Consumo moderado de recursos naturais.
IV – Desprezível: impacto baixo ou muito baixo sobre o meio ambiente. Evento dificilmente detectado.

Frequência ou probabilidade
A – Frequente: ocorre frequentemente (ou alta probabilidade), ou ocorre permanentemente quando iniciada a atividade;
B – Provável: irá ocorrer várias vezes na vida do sistema ou do item;
C – Ocasional: irá ocorrer algumas vezes ao longo do sistema ou do item;
D – Remota: não se espera que ocorra (embora haja alguma expectativa) ao longo da vida do item ou sistema;
E – Improvável: pode-se assumir que não irá ocorrer, ao longo da vida do sistema ou do item.

Fonte: Adaptada de Moura (2004).

Em estudo realizado para a avaliação dos impactos ambientais vinculados aos resíduos sólidos do setor de pintura de uma indústria automotiva, Potrich, Teixeira e Finotti (2007) utilizaram as variáveis sugeridas por Moura (2004), apresentadas no quadro 2. Schneider et al. (2006), ao proporem uma matriz de aspectos e impactos em uma indústria moveleira, utilizaram as variáveis severidade, abrangência e probabilidade, além de requisitos e existência de medidas de controle, tendo como base o proposto por Moura (2004).

Canter (2000) sugere que os impactos negativos sejam agrupados nas categorias:

– não significativo;
– significativo, mas recuperável;
– significativo, mas não recuperável.

A classificação, bem como as variáveis a serem utilizadas, deve ser definida em função do objetivo do estudo e das características das atividades desenvolvidas. Possíveis fontes de informação para o seu desenvolvimento ou preenchimento de planilhas de aspectos e impactos são indicadas pela ISO 14.004. (ABNT, 2004b).

18.2 Planilha de aspectos e impactos aplicável a estabelecimentos de assistência à saúde

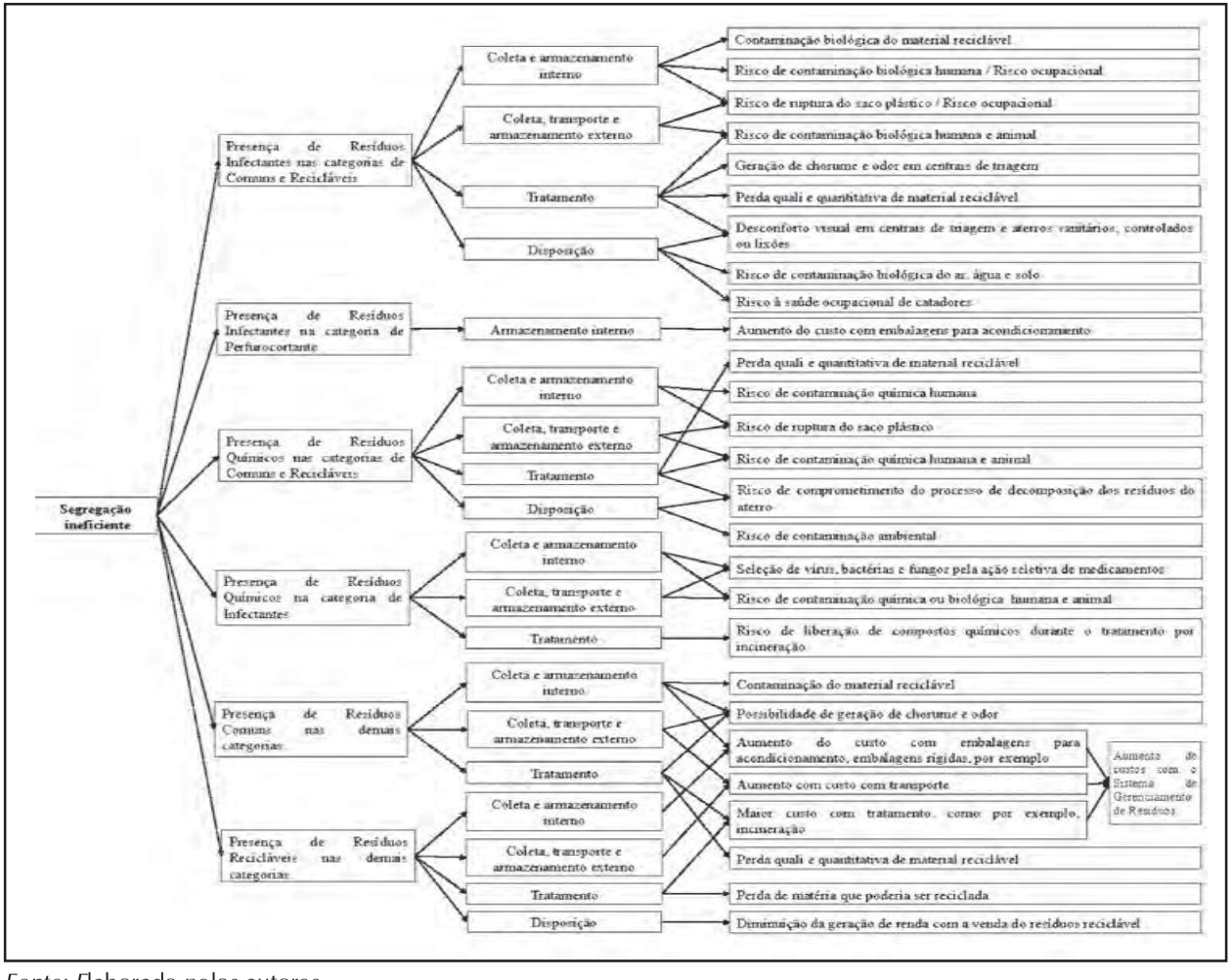
No contexto geral da gestão dos RSS, a fase de segregação desponta como uma etapa fundamental no gerenciamento destes (Schneider, 2004; Schneider; Stedile, 2007), ocasionando consequências nas demais etapas do processo: coleta, armazenamento, transporte e disposição. O levantamento dos impactos potenciais, resultantes da segregação incorreta, foi elaborado utilizando-se uma rede de impactos ambientais e econômicos, apresentada na figura 3.

Estruturada a rede de impactos (figura 3), elabora-se a planilha de aspectos e impactos (Anexo 1), que se constitui em uma ferramenta para estruturar e avaliar a significância de cada impacto em termos de severidade/abrangência, frequência e probabilidade. Nesta planilha, a primeira coluna apresenta as etapas/fases do gerenciamento dos RSS. Na segunda coluna, são apresentados os aspectos ambientais decorrentes da segregação inadequada dos resíduos, e na terceira coluna o impacto resultante.

Nesta planilha são avaliados os critérios de severidade, frequência e probabilidade dos impactos causados pelos aspectos ambientais identificados, sendo estes classificados em três níveis: alto, médio e baixo. Com base nesta classificação, identifica-se quais são os impactos mais importantes e prioritários. No quadro 2, estão apresentados os critérios, os níveis de classificação, a descrição dos mesmos e o peso a serem considerados na Planilha de Aspectos e Impactos (Anexo 1).

A classificação final dos aspectos se dará com base no cruzamento dos resultados dos critérios avaliados (severidade/abrangência, frequência, probabilidade), que estão apresentados no quadro 2. Para os critérios de nível alto foi atribuído peso 10, para o nível médio peso 5, e para o nível baixo o peso 1. A média dos pesos atribuídos a cada nível resultará na classificação da significância dos aspectos ambientais, conforme quadro 3. Assim, o aspecto ambiental classificado com severidade/abrangência alta (peso 10), frequência baixa (peso 1) e probabilidade média (peso 5) resulta em um peso médio de 5,33 e, conforme a tabela 1, inclui-se no nível de significância média.

Figura 3 – Rede de impactos ambientais e econômicos resultantes da segregação ineficiente dos RSS



Fonte: Elaborado pelos autores.

Quadro 2 – Critérios e classificação utilizados na Planilha de Aspectos Ambientais para estabelecimentos de serviços de saúde

Critério	Descrição do critério	Classificação	Descrição da classificação	Peso
Severidade/ abrangência	Definida como a intensidade e abrangência do impacto	Baixo	Intensidade fraca, potencial alteração da qualidade ambiental desprezível. Possíveis consequências da degradação ambiental são totalmente reversíveis, com ações de controle. A abrangência do impacto em nível do empreendimento	1
		Médio	Intensidade média, com alteração da qualidade ambiental. Consequências da degradação ambiental podem ser revertidas com ações de controle (ações mitigadoras). A abrangência do impacto é em nível local	5
		Alto	Intensidade alta, com ocorrência de degradação ambiental e dificilmente reversível com ações de controle (ações mitigadoras). A abrangência do impacto é em nível regional	10
Frequência	Possibilidade de repetições do impacto	Baixo	Possibilidade remota de ocorrência, porém pode ocorrer ao longo do desenvolvimento da atividade	1
		Médio	Ocorrência alternada ao longo do mês (mais de uma vez/mês)	5
		Alto	Ocorrência diária ou quase diariamente	10
Probabilidade	Possibilidade de ocorrência do impacto	Baixo	Baixa probabilidade de ocorrência, devido as suas características ou aplicação de medidas de controle	1
		Médio	Possibilidade de ocorrência média resultante da aplicação inadequada de medidas de controle	5
		Alto	Possibilidade de ocorrência alta, resultante da inexistência de medidas de controle dos aspectos ambientais	10

Quadro 3 – Classificação final dos aspectos ambientais

Severidade / Abrangência	Frequência	Probabilidade			SIGNIFICÂNCIA DO IMPACTO AMBIENTAL
		Alta	Média	Baixa	
Alta	Alta	Muito Alto	Muito Alto	Alto	
Alta	Média	Muito Alto	Alto	Médio	
Média	Alta	Muito Alto	Alto	Médio	
Alta	Baixa	Alto	Médio	Médio	
Baixa	Alta	Alto	Médio	Médio	
Média	Média	Alto	Médio	Baixo	
Média	Baixa	Médio	Baixo	Baixo	
Baixa	Média	Médio	Baixo	Baixo	
Baixa	Baixa	Médio	Baixo	Muito Baixo	

Fonte: Adaptado de Hydro-Quebéc (1990 apud Sánchez, 2006).

Tabela 1 – Significância dos aspectos ambientais, com base na média dos pesos dos três critérios avaliados

Significância dos aspectos ambientais	Média entre os pesos dos três critérios
Muito alto	8 a 10
Alto	6 a 7,9
Médio	4 a 5,9
Baixo	2 a 3,9
Muito baixo	0 a 1,9

Fonte: Adaptada de Hydro-Quebéc (1990 apud Sánchez, 2006).

Depois de identificados os principais aspectos por meio da planilha e aplicação de medidas mitigadoras, poderão ser empregadas outras técnicas de avaliação de impactos ambientais, como, por exemplo, a Matriz de Leopold (Leopold et al., 1971). Esta técnica permitirá o confronto entre os impactos de maior significância com os métodos de controle propostos, sendo possível, assim, quantificar os impactos antes e após a implementação das medidas de controle.

18.3 Considerações finais

A metodologia sistematizada e apresentada neste capítulo, para identificação e avaliação dos aspectos e impactos ambientais, decorrentes da geração dos RSS, caracteriza-se por ser uma ferramenta de fácil aplicação e necessária em SGAs. Para o desenvolvimento da metodologia apresentada, foram mobilizados os conceitos da gestão ambiental, conforme na série de Normas ISO 14.000 (ABNT, 2004a e 2004b) e técnicas de avaliação de impactos ambientais. O resultado é uma planilha de aspectos e impactos estruturada especificamente para a gestão dos RSS. A planilha

de aspectos e impactos apresenta um bom potencial de aplicação, tanto na fase de diagnóstico dos problemas ligados à gestão dos RSS quanto na fase final do processo, para avaliar a eficiência das medidas de controle, propostas no plano de gestão.

A aplicação da ferramenta aqui proposta é simples e permite uma sistematização que pode trazer mais segurança à equipe envolvida no processo de gestão dos RSS. A forma de pontuação reduz a subjetividade na avaliação e facilita a aplicação da planilha. Este tipo de ferramenta é também uma forma didática de análise, melhorando a circulação de informação entre a equipe gestora e os trabalhadores dos setores envolvidos na gestão dos RSS.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ISO 14.001, Sistemas da Gestão Ambiental – Requisitos com orientações para o uso.*Rio de Janeiro, ABNT, 2004a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ISO 14.004, Sistemas da Gestão Ambiental – Diretrizes gerais sobre princípios, sistemas e técnicas de apoio*. Rio de Janeiro, ABNT, 2004b.

BACCI, D. C.; LANDIM, P. M. B.; ESTON, S. M. Aspectos e Impactos ambientais de pedreira em área urbana. *Revista da Escola de Minas*, v. 59, p. 47-54, 2006.

CANTER, L. W. *Manual de evaluación de impacto ambiental.* 2 ed. Madri: McGraw Hill Espanha, 2000.

MENEZES, J. R. R. de; et al. Contribuição para a identificação de aspectos ambientais e impactos significativos na gestão da construção de edificações urbanas. In: *XIII SIMPEP.* Bauru, SP – Brasil, 2006.

MOURA, L. A. A. de. *Qualidade e Gestão Ambiental*. 4º ed. São Paulo: Editora Juarez de Oliveira, 2004.

POTRICH, A.; TEIXEIRA, C. E.; FINOTTI, A. R. Avaliação de impactos ambientais e geração de resíduos sólidos do setor de pintura de indústria automotiva. *Estudos Tecnológicos em Engenharia*, v. 3, n. 3, p. 87-100, 2007.

SÁNCHEZ, L. E. *Avaliação de Impacto Ambiental:* conceitos e métodos. São Paulo, Oficina de Textos, 2006.

LEOPOLD, L. B.; et al. *A procedure for evaluating environmental impact.* Circular 645. Geological Survey. Washington D. C.: United States Departament of the Interior. 1971.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde: contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes.* 2004. 242 p. Tese (Doutorado em Eng. de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, 2004.

SCHNEIDER, V. E.; STEDILE, N. L. *Gerenciamento e manejo de resíduos de serviços de saúde; resíduos sólidos:* guia da oficina de capacitação. Nível 2. Ministério das Cidades. São Leopoldo: Unisinos/Recesa, 2007.

SCHNEIDER, V. E. et al. Gerenciamento ambiental na indústria moveleira: estratégia de avaliação e implementação. In: SCHNEIDER, V. E.; NEHME, M. C.; BEN, F. (Org.). *Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha:* sistemas de gerenciamento ambiental na indústria moveleira. Caxias do Sul: Educs, 2006.

Anexo 1 – Planilha de aspectos e impactos direcionada ao manejo de resíduos de serviços de saúde

Etapa/fase	Aspecto	Impacto	Critérios									Significância do impacto				
			Severidade/ abrangência			Frequência			Probabilidade							
			A	M	B	A	M	B	A	M	B	MA	A	M	B	MB
Coleta e armazenamento interno	Presença de resíduos infectantes, nas categorias de comuns e recicláveis	Contaminação biológica do material reciclável														
		Risco de contaminação biológica humana														
		Risco de ruptura do saco plástico														
	Presença de resíduos químicos, nas categorias de comuns e recicláveis	Risco de contaminação química humana														
		Risco de ruptura do saco plástico														
	Presença de resíduos químicos, na categoria de infectantes	Seleção de vírus, bactérias e fungos pela ação seletiva de medicamentos														
		Risco de contaminação química ou biológica humana e animal														
	Presença de resíduos comuns, nas demais categorias	Contaminação do material reciclável														
		Possibilidade de geração de chorume e odor														
	Presença de resíduos recicláveis, nas demais categorias	Aumento do custo com embalagens para acondicionamento, embalagens rígidas, por exemplo														

Legenda: MA: muito alto; A: alto; M: médio; B: baixo; MB: muito baixo.

Etapa/fase	Aspecto	Impacto	Critérios									Significância do impacto				
			Severidade/ abrangência			Frequência			Probabilidade							
			A	M	B	A	M	B	A	M	B	MA	A	M	B	MB
Armazenamento interno	Presença de resíduos infectantes, na categoria de perfurocortante	Aumento do custo com embalagens para acondicionamento														
Coleta, transporte e armazenamento externo	Presença de resíduos infectantes, nas categorias de comuns e recicláveis	Risco de ruptura do saco plástico														
		Risco de contaminação biológica humana e animal														
	Presença de resíduos químicos, nas categorias de comuns e recicláveis	Risco de ruptura do saco plástico														
		Risco de contaminação química humana e animal														
	Presença de resíduos químicos, na categoria de infectantes	Seleção de vírus, bactérias e fungos pela ação seletiva de medicamentos														
		Risco de contaminação química ou biológica humana e animal														
	Presença de resíduos comuns, nas demais categorias	Possibilidade de geração de chorume e odor														
		Aumento de custo com transporte														

Legenda: MA: muito alto; A: alto; M: médio; B: baixo; MB: muito baixo.

Etapa/fase	Aspecto	Impacto	Critérios									Significância do impacto				
			Severidade/ abrangência			Frequência			Probabilidade							
			A	M	B	A	M	B	A	M	B	MA	A	M	B	MB
Tratamento	Presença de resíduos infectantes, nas categorias de comuns e recicláveis	Risco de contaminação biológica humana e animal Geração de chorume e odor em centrais de triagem Perda quali e quantitativa de material reciclável														
Disposição	Presença de resíduos químicos, nas categorias de comuns e recicláveis	Desconforto visual em centrais de triagem e aterros sanitários, controlados ou lixões														
		Risco de contaminação biológica do ar, água e do solo														
	Presença de resíduos químicos, nas categorias de comuns e recicláveis	Risco de comprometimento do processo de decomposição dos resíduos do aterro														
		Risco de contaminação química do ar, da água e do solo														
	Presença de resíduos recicláveis, nas demais categorias	Diminuição da geração de renda, com a venda do resíduo reciclável														

Legenda: MA: muito alto; A: alto; M: médio; B: baixo; MB: muito baixo.

19

Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em diferentes fontes geradoras: uma questão de saúde individual e coletiva

Nilva Lúcia Rech Stedile
Vania Elisabete Schneider
Suzana Maria De Conto
Almir José Henkes
Ana Cláudia Picolo de Souza Maldotti
Janini Cristina Paiz
Adriane Carine Kappes

Os problemas relacionados aos RSS têm início muito antes do seu manejo, em âmbito das instituições geradoras. Estes iniciam ainda quando da concepção, do planejamento, da implantação e operacionalização das atividades a serem desenvolvidas nesses serviços, bem como do projeto e da edificação dos próprios locais onde serão gerados. Em geral, esses problemas não são considerados, ou o são de forma parcial, na gestão dos serviços de saúde. (Mandelli, 1997). Pode-se ressaltar ainda que, na edificação desses serviços, não é comum haver um planejamento prévio do fluxo ou dos locais de acondicionamento e armazenamento interno e externo, de forma a racionalizar o manejo. Esses problemas iniciais permitem perceber a complexidade do tema, mesmo antes da sua geração. Sommer (1979) chama a atenção para a interdisciplinaridade, ao examinar os projetos de edificações, destacando que o trabalho do *designer* deve ser completado pelo trabalho do administrador ambiental.

As contribuições desses autores são importantes para a identificação das relações existentes entre o exercício profissional, o ensino necessário para a realização desse exercício e a produção de conhecimento sobre manejo de resíduos, no âmbito dos

serviços de saúde. Essas relações somente são percebidas e observadas em cenários, nos quais a inter e a transdisciplinaridade ocorrerem de forma a integrar conhecimentos de saúde, engenharia, arquitetura, biologia, entre outras áreas.

Independentemente do tipo de instituição de saúde e da qualidade e quantidade de resíduos gerados em cada uma, há características típicas desses resíduos, que lhes conferem periculosidade. De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (Brasil, 2010), essas características são: *patogenicidade* e toxicidade, além de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, *carcinogenicidade*, *teratogenicidade* e *mutagenicidade*, as quais exigem atenção, em função de sua potencialidade em oferecer riscos à saúde individual e coletiva.

Na saúde, diferentes atividades geram diferentes tipologias de resíduos, as quais possuem diferentes características e estão diretamente relacionadas aos serviços ofertados (em qualidade e quantidade). Esta dinâmica resulta na geração de resíduos das seguintes categorias: comum, perigoso, radioativo, infectante e perfurocortantes. Pode-se dizer, de forma geral, que as instituições que prestam serviços de saúde geram resíduos em pelo menos quatro dessas categorias (excetuando-se as que dispõem de instalações com radiodiagnóstico e radioterapia, as quais também geram resíduos radioativos), variando qualitativa e quantitativamente cada uma, de acordo com as especificidades de cada serviço. É de se esperar, por exemplo, que os hospitais gerem mais resíduos infectantes do que uma Unidade Básica de Saúde, e que a resina seja característica de serviços de saúde no campo da odontologia.

Essa diversidade exige um gerenciamento adequado e criterioso. Em relação a esta questão, em Universidades, por exemplo, De Conto apresenta:

> É importante e necessário analisar as etapas de gerenciamento de resíduos a serem hierarquicamente desenvolvidas nas instituições, não esquecendo que a busca de alternativas lógicas e, portanto racionais, devem primar no planejamento e definição do que fazer. Nas decisões sobre o que fazer e como fazer, devem ser explicitadas as vantagens (desempenho ambiental, econômico e social) e as limitações dos sistemas adotados para a solução dos problemas que decorrem da geração de resíduos nas atividades de ensino, de pesquisa e de extensão. (De Conto, 2010, p. 20).

Analisadas estas contribuições, cabe destacar uma pergunta importante que deve estar presente nas decisões relacionadas aos resíduos gerados no âmbito dos serviços de saúde: Como avaliar se as alternativas tecnológicas planejadas são ambiental, social, sanitária e economicamente corretas? A resposta a esta questão merece análise criteriosa por parte dos gestores. Análise que necessita de conhecimentos relacionados à heterogeneidade de resíduos; à produção mais limpa; ao ciclo de vida do produto; à legislação ambiental vigente; às tecnologias disponíveis para acondicionamento, armazenamento, transporte e destinação final dos resíduos; à disposição final dos rejeitos; a processos educativos; à análise comportamental nas organizações, entre outros.

Neste sentido, cabe realizar um exame das especificidades de cada fonte geradora no sentido de inferir sobre a geração de resíduos a elas inerentes. A seguir são discutidas as particularidades de cada uma, definidas pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) e pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama), bem como outras a critério dos autores.

19.1 Instituições de Ensino Superior (IES)

Nas instituições formadoras de profissionais do campo da saúde, existem diferentes fatores que precisam ser considerados na formulação de modelos de gerenciamento. Isto porque além dos serviços tradicionais necessários, como hospital-escola e ambulatório de especialidades, há uma diversidade de laboratórios de ensino, pesquisa e prestação de serviços, cada um gerando resíduos de diferente natureza. Por exemplo, um laboratório de anatomia gera resíduos de natureza biológica e química (cadáveres e formol, por exemplo), enquanto que laboratórios na área da farmácia geram prioritariamente resíduos de natureza química.

Há uma diversidade de laboratórios utilizados no ensino, sendo que alguns desses são utilizados por todos os cursos de formação na área da saúde. Dentre estes, pode-se citar os laboratórios de anatomia, farmacologia, fisiologia, bioquímica, biofísica e microbiologia. Já outros laboratórios são utilizados somente por cursos específicos. Dentre estes, citam-se os laboratórios de medicamentos (farmacognosia, farmacotécnica) na área da Farmácia; de Enfermagem para este curso; os de alimentos para a Nutrição e Engenharia de Alimentos; e as clínicas de fisioterapia nas áreas de Fisioterapia e Educação Física. Cada um deles gera resíduos específicos que precisam ser considerados como tal e exigem formas de manejo também diferenciadas.

Há ainda que ser considerada, quando da elaboração do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), a diversidade de atividades de pesquisa e serviços prestados por esses laboratórios. Quanto maior o número de atividades, maior é o volume final gerado e maior a tendência à diversidade de resíduos. Portanto, o tipo de atividade, as especificidades de geração e o volume final são algumas variáveis que precisam ser levadas em conta para gerenciar adequadamente RSS em universidades ou congêneres.

Outro aspecto a considerar, em uma Instituição de Ensino Superior (IES), é a necessidade de um Plano de Gerenciamento que sirva de referência e modelo a outros serviços. Os profissionais formados por essas instituições, ao desenvolverem habilidades e competências para lidar com os resíduos gerados, quando prestam assistência em saúde, representam um impacto importante na sociedade, quando da sua inserção no mercado de trabalho. Em outras palavras, o que uma IES faz tende a ter um efeito multiplicador na sociedade.

Resumidamente, uma IES precisa desenvolver atividades em diferentes direções:

- diagnóstico minucioso de todos os laboratórios de ensino, pesquisa e assistência, bem como das instituições que utilizam a rede de serviços públicos como campo de estágio para a formação de profissionais da saúde;
- caracterização dos resíduos para identificar tipologias, quantidade e grau de mistura decorrente de uma segregação não bem realizada e os locais onde há dificuldades para lidar com os resíduos gerados;
- mapeamento dos fluxos, locais de armazenamento interno e externo e suas adequações/inadequações;
- Plano de Gerenciamento bem-elaborado, com definição clara do que fazer e de responsabilidades. Nesse plano, todas as etapas do gerenciamento precisam estar adequadamente definidas e especificadas, incluindo plano de contingência para cada unidade ou serviço;
- programa de capacitação e educação permanente, tanto de alunos e professores que frequentam esses ambientes como dos colaboradores, fornecedores e terceirizados que atuam em cada unidade prestadora de serviço ou laboratórios de ensino;
- desenvolvimento de pesquisas sobre o assunto, de forma a propor novas formas de gerenciamento, minimização da geração, reciclagem e tratamento, buscando o desenvolvimento de modelos de gestão e novas tecnologias de manejo ou de tratamento.

Esses cuidados contribuem para que as IES sejam, de fato, promotoras de modelos de gerenciamento, que tanto reduzam a geração como definam um destino adequado aos resíduos gerados nas unidades que as compõem.

A discussão orientada por De Conto (2010), sobre os problemas relacionados aos resíduos gerados em IES, demonstra que esses problemas não são apenas físicos, químicos ou biológicos, mas são também comportamentais e de gestão acadêmica. Nessas instituições, mudanças comportamentais da comunidade acadêmica (administradores, professores, estudantes, colaboradores, fornecedores, terceirizados e locadores de espaço) e a integração das diferentes áreas do conhecimento são importantes para a adoção de uma política ambiental e, consequentemente, para a solução de conflitos ambientais decorrentes do manejo inadequado de tais resíduos. A mesma autora, ao examinar a gestão de resíduos em IES, afirma que há uma complexa relação que se estabelece entre heterogeneidade de resíduos, gestão acadêmica e mudanças comportamentais.

A obtenção de resultados satisfatórios quanto ao manejo dos RSS depende, portanto, de políticas de gestão, de mudanças de comportamento e de um Plano de Gerenciamento que defina com clareza as responsabilidades e as ações diante de tais resíduos. É indispensável ainda que este plano seja seguido por todos os profissionais envolvidos na problemática. Segundo De Conto,

> não se tratam de respostas verbais, mas de novas formas de agir, as quais sem dúvida exigem novos conhecimentos, novas condutas e novas aprendizagens, possibilitando com maior clareza apontar novas direções nos caminhos a percorrer para superar os atuais problemas enfrentados pelas universidades em relação à geração de resíduos. A visão holística dos problemas ambientais relacionados à gestão de resíduos no âmbito das universidades é uma exigência a ser atendida e que será possível a partir da integração do conhecimento produzido nas diferentes áreas e da construção de uma gestão acadêmica diferente, moderna, contemporânea, onde o pensar ambiental esteja presente na concepção, no planejamento, na implantação e na operacionalização das atividades de ensino, de pesquisa e de extensão. (De Conto, 2010, p. 20).

Ao analisar a complexidade das relações que se estabelecem entre gestão de serviços de saúde e gestão de resíduos, cabe destacar, segundo De Conto et al.,

> como os problemas relacionados à gestão de resíduos são complexos e, portanto, exigem soluções complexas; o fenômeno resíduos exige a contribuição de conhecimentos sobre variáveis relacionadas com diferentes áreas do conhecimento. Com trabalhos multidisciplinares e uma sólida e diversificada atuação de vários campos profissionais, feita de maneira sistêmica, as soluções para os crescentes problemas com o processamento dos resíduos podem ser mais rápidas ou facilmente encontradas. Isso, porém, parece exigir profissionais formados de maneira diferente daquela compartimentalizada existente nas IESs. Parece exigir um sistema de administração pública mais sistêmica e diferente da usualmente realizada. Parece exigir sistemas de educação da população e processos de execução operacional e de gerenciamento diversos dos comumente utilizados. (De Conto et al., 2010, p. 30).

Por fim, as IES, como instituições responsáveis pela produção e socialização do conhecimento e formação de recursos humanos, têm um papel importante: o de dar o exemplo (produzir, socializar e formar respeitando o meio ambiente) e atualizar e monitorar a execução do Plano de Gerenciamento, possibilitando seu aprimoramento contínuo.

19.2 Ambulatórios

A assistência em saúde no Brasil está organizada em uma rede de serviços que pode ser classificada como básica e especializada. Os cuidados básicos são desenvolvidos por Unidades Básicas de Saúde e os especializados, em clínicas, pronto atendimento, ambulatórios e hospitais. Ambulatórios são estabelecimentos de saúde destinados ao atendimento à saúde em diferentes especialidades, sem necessidade de internação. Um ambulatório geralmente reúne um conjunto de consultórios, com várias especialidades médicas, preparadas para pronto-atendimento, em pequenos procedimentos (suturas, pequenas cirurgias, etc.), exames diagnósticos e consultas.

A geração de resíduos está diretamente relacionada à quantidade de especialidades oferecidas e ao número de profissionais/atendimentos por dia. Para que o manejo seja eficiente, é indispensável a elaboração de um PGRSS, a capacitação das equipes e, principalmente, a elaboração de um diagnóstico que aponte as tipologias de resíduos geradas, bem como o grau de eficiência da segregação no momento da geração. Isto possibilita o monitoramento e a correção permanente das inadequações frequentemente encontradas em um ambiente desta natureza.

O gerenciamento de resíduos em ambulatório é complexo e semelhante ao que é gerado em um hospital, sendo que, no primeiro, há dois problemas principais: a diversidade de resíduos gerados e a alta rotatividade de profissionais, acrescida de estudantes e professores quando esse é também cenário de aprendizagem para a formação de profissionais da saúde. Portanto, os cuidados e procedimentos observados devem servir de modelo às demais instituições.

No estudo realizado por Finkler et al. (2010), foi realizada a caracterização e composição gravimétrica dos resíduos armazenados por uma semana em um ambulatório de ensino, que também é referência regional, bem como o monitoramento e a observação direta dos locais de geração. O conjunto de dados obtidos e comparados com os de estudos realizados, em anos anteriores, evidencia uma redução na geração de infectantes, químicos e comuns, e um aumento dos recicláveis, o que, por sua vez, demonstra a importância da segregação adequada pelos profissionais no momento da geração, bem como do Plano de Gerenciamento, como documento norteador de condutas profissionais. Os resultados reforçam a necessidade tanto do plano quanto da capacitação dos profissionais que lidam cotidianamente com o contexto do cuidado em saúde. No entanto, a mistura de resíduos de diferentes categorias, ainda existente, revela que a educação precisa ser permanente, como forma de evitar a deterioração daqueles comportamentos que podem levar à redução da taxa de geração.

19.3 Hospitais

Muitas são as dificuldades encontradas para o gerenciamento adequado de resíduos gerados em hospitais, seja pelo volume, seja pela diversidade, seja pelo risco que representam, especialmente em se tratando de resíduos químicos e infectantes. No entanto, uma das maiores dificuldades é a falta de comprometimento dos profissionais que realizam atividades profissionais nesse local. Mesmo que o cenário tenha mudado com a obrigatoriedade de instalação das Comissões de Controle das Infecções Hospitalares (CCIH), as quais têm voltado um olhar mais cuidadoso a esta problemática, ainda há diversidade no grau de envolvimento dos profissionais da saúde com esta questão. O profissional médico, por exemplo, que gera grande parte dos resíduos, não tem se ocupado ou manifesta pouco interesse em assuntos relacionados com o *lixo* hospitalar (termo que ainda é frequentemente usado); os enfermeiros, embora mais comprometidos, também se envolvem de acordo com o

tipo de cargo que ocupam: por exemplo, se participam da CCIH ou forem gestores, apresentam um grau de envolvimento maior com a problemática.

Desta forma de agir decorre uma inobservância de regras básicas de segregação e, por decorrência, um aumento substancial da taxa de geração, especialmente os infectantes. Isto porque a mistura de resíduos não infectantes com infectantes propicia o aumento da quantidade total, exigindo o tratamento de todo o volume como resíduo Classe I. Significa que a forma de agir dos profissionais traz consequências diretas para o local – aumento do risco de infecções e aumento dos custos com o tratamento – e indiretas sobre o ambiente que recebe os resíduos como local de disposição final.

O volume total gerado de cada categoria de resíduo depende diretamente de algumas variáveis, dentre as quais se destacam:

- *porte do hospital*: quanto maior o hospital maior a geração, uma vez que há relação direta entre geração/ocupação de leitos por dia;
- *diversidade de serviços*: hospitais gerais que atendem a todas as especialidades tendem a gerar maior diversidade e quantidade de resíduo perfurocortantes, infectantes e químicos;
- *complexidade dos serviços*: estabelecimentos que atendem alta complexidade (oncologia, cirurgia vascular, hemodinâmica, por exemplo) e são referência regional tencionam o aumento da geração;
- *sistemática de Educação Permanente em Saúde*: equipes preparadas minimizam a geração, além de aumentar a eficácia da segregação de resíduos.

Há ainda que ser considerada a grande quantidade de material biológico proveniente, por exemplo, do centro obstétrico (placentas, entre outros) e laboratórios de análises clínicas. O volume também sofre alterações, de acordo com a sazonalidade. No Estado do Rio Grande do Sul, por exemplo, é esperado um aumento de geração de infectantes no período de inverno, como decorrência do aumento do número de doenças respiratórias.

A multiplicidade de variáveis envolvidas em um estabelecimento hospitalar remete para a necessidade de um plano meticulosamente elaborado e que seja instrumento de tomada de decisões de todos os profissionais que atuam no mesmo, bem como a realização sistemática de caracterizações e de estratégias de educação permanente, de todos os envolvidos direta e indiretamente com a assistência à saúde.

Por essas razões, coletar informações continuadamente em hospitais pode ser considerado algo indispensável para a organização em um banco de dados, que permitam análises comparativas dos índices de geração total e por setores do referido hospital. Por este meio também é possível confrontar dados com outras situações já verificadas em outros hospitais, no Brasil e em outros países, estabelecendo parâmetros e metas de gerenciamento mais adequados e condizentes com as realidades específicas.

19.4 Clínicas e consultórios odontológicos

A odontologia insere-se no contexto dos RSS como uma fonte especial de geração, devido a sua complexidade. Embora geralmente de pequenas dimensões (consultórios), a diversidade de procedimentos envolve correspondente diversidade de materiais e, consequentemente, de resíduos, assemelhados a certas atividades laboratoriais e de diagnóstico (raios X, por exemplo), além de caracterizar-se, em microescala, como um centro cirúrgico. Isto depende, certamente, das especialidades odontológicas, atualmente bastante diversificadas.

Um dos maiores entraves ao gerenciamento dos resíduos odontológicos ainda é a localização geográfica. Por estes serviços serem de pequeno porte, podem estar distribuídos geograficamente no município, ocupando residências, prédios comerciais, condomínios, clínicas, etc., associados muitas vezes a diversas atividades comerciais, de serviços e até mesmo industriais (quando a empresa mantém consultório próprio).

A infraestrutura física e as dimensões de um consultório ou clínica odontológica devem atender o disposto na Resolução RDC 50 (Brasil, 2002a), na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), na Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), bem como a legislação vigente em cada estado e/ou município. Não estão isentos da fiscalização e do controle aos quais estão sujeitas quaisquer atividades de assistência à saúde. O conflito mais comum quanto à infraestrutura física se relaciona ao compressor de ar, o qual é frequentemente encontrado instalado no banheiro dos consultórios, em um local totalmente inconveniente, já que o compressor trabalha com o ar ambiente. Assim, deve estar instalado em lugar arejado e de preferência fora do consultório.

Previamente ao início dos serviços de instalação do consultório odontológico, deve ser providenciada a aprovação do projeto na Vigilância Sanitária local, por meio da solicitação de uma inspeção prévia. Da mesma forma, após a conclusão da obra, deve-se solicitar nova inspeção com vistas à obtenção do alvará sanitário (licença de funcionamento). O prontuário deve ser completo e corretamente preenchido, rico em informações sobre o histórico do paciente (anamnese) e sobre a sequência de passos nos atendimentos (medicamentos, exames e orientações).

O odontólogo também deve manter outros registros: normas e rotinas escritas para todos os processos do consultório, manutenção preventiva e corretiva de equipamentos, instruções para a utilização destes equipamentos, rotinas de limpeza e desinfecção, condutas em caso de acidentes, protocolos de vacinação, programa de gerenciamento de resíduos, dentre outros.

A questão dos resíduos e a sua complexidade na atividade odontológica iniciam já com um procedimento padrão, que é a esterilização de materiais, considerada ponto crítico na odontologia. Dois tipos de sistemas são aconselhados aos profissionais: o método físico – autoclave (artigos termorresistentes, facilidade operacional, eficácia e, principalmente, segurança); e o método químico – imersão em glutaraldeído a 2% ou ácido peracético a 0,2% (utilizado quando os artigos forem termossensíveis). A exemplo do que acontece em hospitais, ocorre aqui a geração de substâncias químicas que devem ser acondicionadas de forma segura e encaminhadas para

tratamento específico (glutaraldeído e ácido peracético). De forma alguma este tipo de substância poderá ser descartado nas tubulações de esgoto sanitário ou drenagem pluvial, pelo seu potencial de toxicidade. (NBR 10.004; ABNT, 2004). A esterilização a seco (forno de Pasteur), por suas limitações, só é recomendada para materiais como óleos, pós e para alguns tipos de brocas e alicates ortodônticos. (CDC, 2003).

Ainda em relação aos resíduos químicos líquidos, é comum que consultórios e clínicas odontológicas disponham de sistemas de radiodiagnóstico (raios X), e realizem ali mesmo a revelação e fixação dos filmes. Reveladores e fixadores estão igualmente entre as substâncias que devem ser segregadas e tratadas adequadamente. Neste sentido, os estabelecimentos de assistência odontológica devem manter dispositivos de acondicionamento e buscar no mercado empresas que realizem o recolhimento destas substâncias para recuperação da prata. Porém, devem certificar-se de que, após este processo, o resíduo receberá tratamento compatível, exigindo do prestador de serviços as licenças para operação dos sistemas.

Os consultórios odontológicos que possuem aparelhos de raios X devem atender as disposições da Portaria SVS/MS 453 (Brasil, 1998b), dentre elas: uso de avental de chumbo e protetor de tireoide; proteção para o profissional, como avental, distância e biombo; uso de dosímetro pelo dentista, e condições adequadas para a revelação.

Com relação aos diagnósticos por raios-X, convém ainda ressaltar as orientações para o manuseio, acondicionamento e descarte das embalagens que contêm os filmes. Embora de pequenas dimensões, estes resíduos envolvem procedimentos diferenciados para cada material componente, por suas características físico-químicas e pelo uso que lhe é dado. O invólucro externo é composto por material polimérico, passível de reciclagem, porém toma contato direto com a boca do paciente. Neste sentido, deverá ser descartado como resíduo infectante. O manuseio da embalagem pode ainda contaminar, pós-uso, o material de fibra celulósica que envolve a película de contraste, devendo ser descartada juntamente com o invólucro externo.

Internamente à embalagem está a película de chumbo, que serve de anteparo aos raios-X para efeito de contraste. Este último configura-se em um metal pesado de alto poder poluidor, tanto se descartado no solo ou em aterros quanto se descartado com os infectantes para tratamento via incineração, já que, nestas condições, pode volatilizar-se e ser lançado à atmosfera. Neste caso, orienta-se o acondicionamento em embalagem plástica e destinação após certa quantidade à reciclagem, pois o metal poderá ser comercializado. O dispositivo de acondicionamento, porém, deverá estar identificado com o tipo de material que contém.

Por fim as películas, quando descartadas, podem igualmente ser destinadas à reciclagem para recuperação da prata e posterior reciclagem do material polimérico que as compõe.

Consultórios odontológicos ainda enfrentam dificuldades com o estabelecimento de barreiras para materiais limpos e estéreis e para materiais sujos, sendo possível apenas a barreira técnica. Superfícies e mobiliários estão sujeitos ao toque das mãos, respingos e aerossóis. Neste contexto, houve uma verdadeira evolução no *design* de mobiliário e equipamentos, os quais são atualmente projetados lisos, sem

costuras, com pontas autoclaváveis, equipamentos com comandos por pedal, dentre outras modificações. Entretanto, botões e alças devem ser recobertos com barreira impermeável (do tipo plástico filme) ou campo de algodão estéril (em casos cirúrgicos). As barreiras devem ser trocadas em cada atendimento, visando evitar a contaminação cruzada e, entre os pacientes, deve haver limpeza e desinfecção por fricção com álcool a 70%.

Profissionais que trabalham sem auxiliares devem ter alcance fácil de luvas sobressalientes de plástico comum, as quais devem ser usadas sempre que o profissional, durante o atendimento, necessitar buscar objetos ou abrir gavetas. A proteção por meio de vacinas, o uso de EPIs e as condutas de higienização das mãos são fundamentais, tanto no contexto do controle de infecção como no contexto da saúde ocupacional. Quanto aos EPIs, devem ser utilizados por toda a equipe, incluindo: touca, máscara de tripla camada, óculos de proteção (inclusive para o paciente), luvas (de procedimento, estéreis, para limpeza e luvas sobressalientes de plástico), avental de manga comprida e calçados fechados. (Brasil, 2005). A lavagem das mãos deve ser feita entre cada atendimento (Brasil, 1998b), em lavatório exclusivo para este fim, com torneira e dispensador de sabão líquido acionado sem o contato manual, conforme estabelece a Resolução RDC 50. (Brasil, 2002a).

Pelos procedimentos descritos, tem-se uma ideia da tipologia de resíduos gerados nesta atividade. O grau de *descartabilidade* de materiais, em função da biossegurança que requer esta assistência, é bastante alto (depende da consciência do profissional em relação a este aspecto). Os resíduos gerados vão desde campos cirúrgicos, envoltórios de materiais estéreis, jalecos, máscaras, propés, tocas e luvas descartáveis, EPIs em geral, plástico-filme utilizado como envoltório de equipamentos e botões, babeiros e outros materiais utilizados para proteção do paciente.

Os procedimentos de assistência direta, por sua vez, geram em maior quantidade os resíduos do Grupo A (potencialmente infectantes), como algodão, gaze, guardanapos e materiais absorventes contendo sangue e secreções (contaminados em maior ou menor grau, dependendo do tipo de atendimento). O acondicionamento destes resíduos, segundo a Resolução RCD 306 (Brasil, 2004), deve ser feito em saco branco leitoso com a simbologia de infectante e encaminhado ao tratamento compatível com o risco biológico. Os dispositivos de acondicionamento (lixeiras) devem ter pedal, e os resíduos não devem permanecer por mais de 8 horas no interior do consultório. (ABNT, 2013). O dispositivo deve ficar fechado e mantido o mais longe possível dos pacientes. Recomenda-se o uso de embalagens individualizadas por paciente, as quais possam, após a assistência, ser descartadas no dispositivo de acondicionamento preferencialmente fora da sala de atendimento.

Os resíduos do Grupo E (perfurocortantes) estão bem representados neste tipo de assistência pelas agulhas de anestésicos, ponteiras de equipamentos, bisturis, etc. Recipientes estanques e rígidos são recomendados para acondicionamento de forma segura, tanto para quem os manipula internamente quanto para os serviços terceirizados, respeitando-se o limite de preenchimento de até 1/3, conforme a NBR 12. 809. (ABNT, 2013).

Os resíduos químicos, de modo geral, devem ser acondicionados em saco laranja, atendendo o disposto pela Resolução Conama 275. (Brasil, 2001). Devem ser armazenados de forma segura e encaminhados a tratamento e disposição final compatíveis com o risco químico. Resíduos de amálgama devem ser acondicionados em recipientes inquebráveis e hermeticamente fechados, sob selo d'água, visando evitar a volatilização do mercúrio presente na composição deste material. Podem ser encaminhados para recuperação da prata.

O abrigo de resíduos para armazenamento temporário, segundo a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), ou a sala de resíduos prevista na Resolução RDC 50 (Brasil, 2002a), é um dos entraves para o gerenciamento de resíduos em consultórios e clínicas odontológicas. Isto se deve ao fato de que os espaços utilizados para tais atividades nem sempre foram edificados com esta finalidade, sofrendo frequentes adaptações de prédios construídos para fins comerciais, residenciais ou a outros e não para o atendimento em saúde. Nestes casos, deve-se procurar adaptar a edificação da melhor forma, no sentido de atender o disposto nas Resoluções. Soluções consorciadas entre estabelecimentos de assistência à saúde localizadas em edificações comuns (consultórios, laboratórios, clínicas, farmácias) podem ser implementadas em relação ao abrigo externo, à coleta diária interna, à coleta externa, ao tratamento e à disposição final.

Em síntese, os problemas de maior relevância em relação ao gerenciamento de RSS em clínicas e consultórios odontológicos são destacados abaixo:

- *distribuição geográfica*: clínicas e consultórios tendem a estar localizados de forma dispersa nos centros urbanos, e por vezes até no meio rural. Essa dispersão esconde, de certa forma, a grandeza do problema, uma vez que o volume gerado por muitas delas, quando examinado de forma individual em relação a cada gerador, parece pequeno. Quando somado, no entanto, representa um grave problema de saúde pública, especialmente porque nem todos esses estabelecimentos estão preparados para gerenciar e tratar seus resíduos ou dão um destino final adequado aos mesmos. Em estudo realizado por Schneider et al. (2002) com 58 clínicas odontológicas em cidade de médio porte da Serra gaúcha, foi possível perceber o impacto do volume total gerado em uma semana: mais de meia tonelada, comparável à geração total de um Hospital Geral com 280 leitos localizado no mesmo município. A diferença entre um e outro é a concentração num único ponto, no caso do hospital, e a dispersão dos resíduos gerados na assistência odontológica e que, muitas vezes, acaba *"pegando carona"* com os resíduos domiciliares e comerciais;

- *diversidade e especificidade de tipos de resíduos*: a especificidade dos serviços e a complexidade destes, além da diversidade de resíduos, conforme já exposto, exigem igualmente rotinas diferenciadas para o gerenciamento. Embora em quantidades pequenas, muitos dos resíduos têm alto potencial de periculosidade (glutaraldeído, chumbo, mercúrio), os quais podem

oferecer riscos à saúde humana e ambiental. Acrescenta-se ao exposto a improvisação dos locais de armazenamento interno e externo dos resíduos, desconsiderando a legislação específica para esses casos;

- *desconhecimento profissional quanto à legislação e dificuldade de classificação dos resíduos para posterior segregação*: muitos profissionais demonstram dificuldade em reconhecer a legislação sobre o assunto e as dúvidas quanto à segregação (o que e de que forma segregar); o tratamento na fonte geradora; o uso de tecnologias limpas; o acondicionamento adequado e o destino final dos resíduos (Schneider; Stedile; Petry, 2002). Ao que parece, as instituições formadoras desses profissionais não desenvolvem habilidades e competências que os tornem suficientemente aptos a manejar os resíduos que geram, na atividade profissional. Esta forma de proceder aumenta os riscos à saúde pública, por aumentar a possibilidade de acidentes com materiais perfurocortantes, ao mesmo tempo em que são lançados no ambiente micro-organismos patogênicos capazes de desencadear processos mórbidos.

O Ministério da Saúde (Brasil, 2000) aponta doenças que podem ser adquiridas no exercício dessa assistência, tanto para o paciente quanto, e mais frequentemente, pelo profissional: infecções estreptocócicas, difteria, coqueluche, tétano, infecções estafilocóccicos, tuberculose, candidíase oral, queilite angular, resfriado comum, influenza, sarampo, mononucleose infecciosa, herpes simples, rubéola, Aids, hepatites, sífilis, gonorreia, sarampo, parotidite virótica, citomegalovirus, virose linfotrófica pela célula T Humano (HTLV 1e 2) e os Príons.

O Ministério da Saúde apresenta ainda medidas para evitar infecções cruzadas, as quais não enfatizam suficientemente a necessidade de manejo adequado dos resíduos gerados, o tratamento e destino final, como se o risco de contrair doenças estivesse limitado ao contato direto profissional/paciente. Muitos micro-organismos têm viabilidade, dependendo das condições ambientais, por vários dias, o que transfere os riscos de contrair doenças fora de clínicas e consultórios.

Ao examinar dados obtidos na caracterização física dos resíduos oriundos de 46 clínicas/consultórios identificados no Município de Caxias do Sul (Schneider et al., 2004), considerados pelos profissionais como infectantes, perceberam-se várias inadequações na segregação, as quais comprometem o desempenho e a eficácia do gerenciamento. Tais inadequações permanecem, embora melhores índices de eficiência e eficácia tenham sido encontrados nos estudos posteriores, provavelmente como decorrência do aprimoramento e monitoramento do PGRSS e pelo desenvolvimento de capacitações na forma de educação permanente.

No mesmo estudo, os resultados demonstraram que 18,6% dos resíduos considerados pelos odontólogos como infectantes eram, na realidade, recicláveis ou comuns e poderiam, como tal, ser encaminhados à coleta regular. Por outro lado, 6,2% dos segregados como infectantes eram, na verdade, por sua composição, considerados resíduos químicos (Classe I, conforme a NBR 10.004 (ABNT, 2004) e NBR 12.808 (ABNT, 1993)) a exemplo de pilhas, lâmpadas, películas radiográficas, chumbo de Raios-X. Os resultados demonstraram uma geração de RSS *per capita*/dia de 0,180 kg, sendo, com base neste dado, calculada a estimativa diária para o Município de Caxias do Sul de, aproximadamente, 92 kg. Considerando o número de odontólogos em exercício neste município, na data do estudo (508 profissionais conforme cadastro da ABO/Nordeste), a estimativa total semanal de resíduos infectantes gerados aproximava-se de meia tonelada (460,756 kg). Este total é preocupante, particularmente no aspecto quantitativo, pelo fato de estarem estes geradores disseminados por toda a extensão territorial do município, expandindo geograficamente os riscos a que pode estar exposta a comunidade, quando os resíduos não são passíveis de um gerenciamento adequado.

Da mesma forma que os infectantes, os químicos não podem ser encaminhados para diferentes locais. Esses resíduos, sem destino adequado, imprimem ao ambiente alto grau de agressão que pode afetar a saúde humana e ambiental.

Os profissionais deste campo mostram dificuldades para diferenciar os tipos de resíduos e, consequentemente, seu grau de periculosidade. Os dados obtidos por meio da caracterização confirmam a falta e/ou a confusão nos critérios de segregação, evidenciando a necessidade premente de estes conceitos serem clareados, por meio de trabalhos educativos dirigidos especialmente à categoria dos odontólogos. Também é importante a introdução do tema nos processos de formação, sob pena de não ocorrerem as alterações de comportamento necessárias à obtenção de métodos eficazes de proteção à saúde individual e coletiva.

19.5 Unidade Básica de Saúde (UBS)

O gerenciamento de resíduos em UBS apresenta semelhanças e especificidades em relação aos demais estabelecimentos de saúde. Entre as semelhanças está o fato de gerarem resíduos nas mesmas categorias que os demais. Entre as especificidades, pode ser considerado que são estabelecimentos responsáveis pela atenção básica em saúde, que acolhe todo sistema de vacinação e atendimento domiciliar, além de também estarem dispersos geograficamente, o que dificulta seu acondicionamento externo e transporte, especialmente em unidades rurais.

Na rede de serviços básicos de saúde com estratégia em saúde da família, por exemplo, há um grande número de profissionais não técnicos (agentes comunitários de saúde) e atendimento a domicílio, o que exige maior cuidado na geração, no acondicionamento e transporte, entre outros fatores, a serem observados.

Schneider, Stedile e Petry (2002) avaliam 39 Unidades Básicas de Saúde de um município de grande porte da Serra gaúcha. Essas UBS tinham um número

médio de 18 funcionários e 7.520 atendimentos por mês por unidade. O município estudado possui, desde aquela época até o momento, um sistema de saúde organizado e com boa resolutividade.

O estudo evidenciou que parte das unidades não apresentava um adequado armazenamento de resíduos: apenas 15,5% das UBS possuíam salas específicas, sendo utilizados locais como banheiro, depósito e lavanderia para este fim. Nesses ambientes, há um grande fluxo de pessoas e fácil acesso de diferentes usuários, o que os torna um local vulnerável. Quanto ao armazenamento externo, apenas 30,7% das UBS possuíam local específico para este fim e, menos ainda, locais adequados às normas técnicas e à legislação existente. Silva e Hoppe (2005) consideram que a maioria dos estabelecimentos de saúde possui deficiência no seu armazenamento de resíduos, principalmente em relação às condições físicas das unidades. Este fato decorre, principalmente, da falta de clareza quanto à importância e complexidade destas questões por aqueles que projetam estabelecimentos de saúde, uma vez que várias unidades foram recentemente projetadas e construídas.

Ainda de acordo com o mesmo estudo, os resíduos eram coletados em diferentes dias e com diferente frequência em cada UBS. Observou-se que os resíduos infectantes, em grande parte das unidades, eram coletados quinzenalmente, os perfurocortantes até mensalmente, e o resíduo químico até semestralmente, e não eram armazenados de maneira correta. Estes resíduos são considerados sério problema, uma vez que geram um impacto ambiental relevante. Pode-se observar, ainda, o acondicionamento dos resíduos recicláveis e químicos, em saco branco leitoso, o que leva os mesmos a serem tratados como infectantes, com elevado custo ao sistema. Havia ainda o acondicionamento de resíduos químicos em caixas de papelão, os quais exigem forma de acondicionamento e tratamento específicos e diferenciados.

Estudos desta natureza são importantes no sentido de evidenciar problemas que só serão passíveis de solução, mediante o estabelecimento de políticas de ação em todas as etapas de manejo.

Outro problema comum na maioria das cidades é que os locais onde são implantadas as UBS são adaptações de prédios preexistentes. Disto decorre uma improvisação dos locais de armazenamento interno e externo de resíduos, bem como de seus fluxos no interior do estabelecimento, comprometendo o processo de manejo. Significa que a preocupação com os resíduos em serviços básicos em saúde deveria iniciar na edificação desses locais ou fazer parte do planejamento, quando as mesmas são adaptadas a este fim.

Pelas características peculiares de cada UBS (perfil do usuário, atividades desenvolvidas, localização, entre outros), é indispensável uma padronização de condutas e o monitoramento de todo o procedimento de manejo, de forma a corrigir rápida e eficazmente todo e qualquer problema identificado. Esta forma de agir também reduz o impacto ambiental e os custos relacionados ao tratamento e à disposição final de cada categoria de resíduos. É importante reforçar a relevância da segregação como etapa inicial que, quando incorretamente desenvolvida, compromete todas as demais etapas do processo.

Programas e Planos de Gerenciamento aliados a um programa de educação permanente podem resultar em melhorias do sistema, levando à consolidação de uma cultura de gerenciamento de resíduos, a exemplo do que já ocorre em outras instituições de saúde integrantes da rede de serviços.

19.6 Clínicas (ortopédicas, fisioterapêuticas e estéticas)

As clínicas também reúnem sérios problemas no gerenciamento de RSS, uma vez que são instaladas, em sua maioria, em prédios adaptados, a exemplo do que ocorre com as clínicas odontológicas. Dentre as clínicas, merecem destaque as ortopédicas, por produzirem resíduos específicos em grande quantidade, resultantes das imobilizações. O gesso usado para este fim é um resíduo para o qual não há consenso quanto ao manejo e destino final. Agrava-se esta discussão quando há contaminação biológica em caso de fraturas infectadas.

Outra clínica que merece destaque é a de cirurgia plástica, que além de resíduos descartáveis gera grande quantidade de resíduos biológicos (células de gordura, secreções e pele, entre outros). Nestas, o Plano de Gerenciamento deve ser bem elaborado, com definições claras e maneiras de proceder que garantam um destino final adequado aos mesmos.

Independentemente do tipo de clínica e da diversidade de perfis dos estabelecimentos, é importante e indispensável proceder a um diagnóstico criterioso do tipo de atividades e frequência de realização dos mesmos, para a definição e implantação do PGRSS adequado a cada realidade.

Qualquer tipo de clínica que presta serviços em saúde deve observar as mesmas variáveis presentes em hospitais e ambulatórios, ou seja, geração mínima, segregação corretamente realizada, correto acondicionamento interno e externo, disposição em local apropriado e destino final adequado ao tipo de resíduo gerado, acrescidas de critérios e análise dos resíduos específicos e de formas de manejo dos mesmos.

19.7 Cuidado domiciliar (*Home care*)

A assistência domiciliar, também conhecida como *home care*, pode ser definida como um conjunto de procedimentos hospitalares possíveis de serem realizados na casa do paciente. Abrangem ações de saúde desenvolvidas por uma equipe multidisciplinar, baseadas no diagnóstico da realidade em que o paciente está inserido, visando à promoção, manutenção e reabilitação da saúde. (Duarte; Diogo, 2000). O desenvolvimento desta assistência terapêutica baseia-se na ação conjunta de familiares e profissionais da saúde, possibilitando que os pacientes sejam mantidos em seu próprio domicílio, o que proporciona apoio psicoafetivo e melhor qualidade de vida.

Conforme Tavolari et al. (2000), a assistência domiciliar permite não somente redução de custos – em torno de 52% em relação à assistência hospitalar – como a redução dos riscos de infecção e a humanização do atendimento, justificativas suficientes para a adoção crescente da assistência domiciliar, sem mencionar o

aumento da dignidade para os pacientes terminais e para seus familiares. (Pereira, 2001).

Conforme avaliação realizada por Nakagawa et al. (2003), com relação a este tipo de serviço, foram possíveis algumas conclusões importantes: redução de 89% no número de atendimentos ambulatoriais; de 46% nos exames diagnósticos; de 89% na quantidade de internações; e redução de 76% no custo de atendimento, no que se refere à utilização do sistema de saúde e a seus custos.

Segundo a Portaria 2.416 do Ministério da Saúde (Brasil, 1998a), o Sistema Único de Saúde (SUS) estabeleceu critérios para a realização da assistência domiciliar, dentre os quais são consideradas condições prioritárias: pacientes com idade superior a 65 anos com histórico de, no mínimo, três internações pela mesma causa ou procedimento em um ano; pacientes portadores de condições crônicas, tais como: insuficiência cardíaca, doença pulmonar obstrutiva crônica, doença vascular cerebral e diabetes; pacientes acometidos por trauma com fratura ou afecção osteoarticular em recuperação, e pacientes portadores de neoplasias malignas. A assistência domiciliar é indicada também a crianças e idosos que se ressentem mais do afastamento familiar e de pacientes com problemas de saúde mental.

Como em qualquer outro tipo de assistência à saúde, o atendimento domiciliar também é considerado um gerador de resíduos, principalmente o infectante. Não havendo coleta deste tipo nas residências, é comum que o mesmo seja descartado junto aos comumente gerados no domicílio (orgânico e reciclável).

Esta forma de agir, quer pelos cuidadores que não descartam de forma correta, quer pelos órgãos de saúde/vigilância, que não apresentam nenhum Plano de Gerenciamento específico, representa um problema de saúde coletiva. Um exemplo negativo pode ser encontrado no Japão, onde os resíduos da assistência domiciliar são descartados como comuns, mesmo sendo exigido por Lei que os resíduos gerados nos hospitais, nas clínicas e nas demais unidades de saúde devam ser tratados e coletados de forma diferenciada. (Matsuda, 2000).

Em 1990, a Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (EPA), em seu relatório "Gerenciamento de resíduos médicos" (EPA, 1990), já demonstrava preocupação com o manejo desses resíduos. Essa preocupação somente produziu algum efeito prático oito anos após a publicação desse relatório, quando foi divulgado o documento com o título *Disposal Tips for home health care*, cuja tradução livre é *Guia para disposição de resíduos da assistência domiciliar*, tendo como maior preocupação os perfurocortantes, de acordo com a EPA (1998).

Levando-se em consideração as ponderações realizadas, foi identificado um grande potencial de risco (presente e futuro), ao qual a sociedade e o ambiente estão expostos, por resíduos de origem biológica, química ou radioativa, como explica Takayanagui (2005). A autora aponta ainda, como de extrema necessidade, uma nova postura de todos os envolvidos, no sentido de fazer valer o que as legislações preconizam para os RSS, principalmente a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) e a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), bem como uma melhor adaptação ao ambiente da assistência domiciliar.

Diante destas necessidades especiais, relativas ao PGRSS para o ambiente domiciliar, caracteriza-se como indispensável a criação de um programa de educação dirigido às famílias que desempenham o papel de cuidadores, cujo objetivo principal é a disponibilização de informações adequadas para o manejo desses resíduos. Além disso, cabe destacar que o Poder Público, responsável pela coleta dos resíduos no domicílio e a quem as famílias estão vinculadas via UBS, precisa desenvolver uma sistemática de recolhimento e destino adequado. Significa que a família e quem presta o cuidado na residência precisa segregar adequadamente, e o Poder Público, coletar esses resíduos como resíduos não domiciliares (não comuns).

A responsabilidade é sempre do gerador, neste caso quem assiste o paciente, e a ele cabe dar as orientações quanto à segregação. Se a assistência for privada, esta deve responsabilizar-se pela coleta, pelo tratamento e pela disposição final. Se for pública, cabe ao setor público organizar a logística, e, neste caso, é mais coerente que os resíduos sejam acondicionados adequadamente e transferidos para a UBS de referência do usuário.

19.8 Clínica de estética

Uma clínica de estética é um local que presta diferentes tipos de cuidados, tais como: redução de medidas, combate a celulite, estrias, flacidez, sinais de expressão (rugas), manchas, acne, varizes, limpeza e esfoliação da pele, depilação definitiva, entre outros procedimentos. Esses procedimentos são realizados por profissionais capacitados, como médicos especializados, tecnólogos ou esteticistas graduados.

A necessidade de apresentar uma aparência impecável está cada vez mais presente no dia a dia das pessoas, fazendo com que exista uma grande procura pelos serviços fornecidos por esses estabelecimentos. (Aguiar, 2013). Recentemente, não somente mulheres frequentam esses lugares, mas o público masculino também tem aderido a esse modismo, assim como várias faixas etárias (Soares, 2013), provocando o aumento de investimentos em cosmetologia e tecnologias de *ponta*, bem como o crescente surgimento de novas clínicas de estética. (Aguiar, 2013). Esses serviços colaboram para o aumento na geração de resíduos e, segundo as expectativas mercantis, isso tende a elevar ainda mais.

Diante dessas circunstâncias, os profissionais atuantes nesses estabelecimentos podem se deparar com dificuldade para gerenciar os resíduos gerados, uma vez que muitos cursos ofertados, tanto técnicos quanto de nível superior, não preparam adequadamente para o manejo desses. Essa problemática pode ser observada até mesmo na escassez de publicação de trabalhos que relacionem a tipologia de serviço aos cuidados necessários com os resíduos gerados nesses locais.

Dentro das clínicas de estética, podem ser encontrados resíduos pertencentes ao grupo A (infectante); B (químico); D (reciclável e comum) e E (perfurocortante).

No grupo A ocorre o acondicionamento de luvas, máscaras e lençóis descartáveis, toucas, algodão e gaze. Esses devem ser acondicionados, como nos demais estabelecimentos, em sacos brancos devidamente identificados. Já nos resíduos

químicos, são descartados produtos que são corrosivos, inflamáveis, reativos e tóxicos. Um exemplo característico nesse contexto são os ácidos e suas respectivas embalagens. O grupo D é composto por resíduos que podem ser reaproveitados se não tiveram nenhuma contaminação biológica. Nas clínicas de estética são encontradas embalagens de produtos não tóxicos, papéis, papelão, latas, lençóis descartáveis não infectados e plásticos em geral. No grupo E, estão situados todos os tipos de agulhas e vidros quebrados, os quais devem ser armazenados em recipientes rígidos e identificados, sem enchê-los por completo.

O adequado gerenciamento de resíduos nesses locais depende da atualização do grande contingente de trabalhadores do setor, já atuantes, e da introdução da temática nos cursos de formação. Cabe destacar também que é exigido o PGRSS que deve orientar a forma como cada um desses resíduos deve ser manejado dentro da clínica.

19.9 Serviços de acupuntura

Acupuntura é uma palavra originária do latim *acus* (agulha) e *punctura* (colocação), segundo Carvalho (2012). É uma técnica milenar oriental que vem numa constante expansão – o que tende a aumentar a quantidade de resíduos gerados nesta prática – por ser alternativa, não medicamentosa e de baixo custo.

Nogueira e Maki afirmam que a acupuntura utiliza

> instrumentos que incluem agulhas filiformes, sólidas sem orifício de metais como ouro, prata, platina e aço inox (as mais usadas), calor, magnetos, sementes, pressão negativa (ventosas), e estímulos manuais com a finalidade de restaurar, promover e equilibrar as funções energéticas e metabólicas dos sistemas e órgãos do ser vivo. (Nogueira; Maki, 2003, p. 6).

Os mesmos autores afirmam que esta prática produz grandes resultados benéficos, tendo sido introduzida no Brasil há mais de 100 anos pelos primeiros imigrantes japoneses, sendo atualmente recomendada pela Organização Mundial da Saúde (OMS).

Outro benefício da prática é que, proporcionalmente às formas tradicionais de assistência, gera menor quantidade de RSS, representados basicamente por agulhas, algodão, moxa (vegetal), vidro ou plástico, lençóis descartáveis, todos em pequenas quantidades. Mesmo que o Manual de Biossegurança em Acupuntura do Estado do Rio de Janeiro (Nogueira; Maki, 2003) oriente que, nos consultórios, são gerados apenas resíduos de grupo D e E, pelo princípio da precaução e da prevenção, convém lembrar que há geração de infectantes, a exemplo do algodão usado na retirada das agulhas e que frequentemente está impregnado de secreções. Nesse caso devem receber tratamento específico para esta categoria.

Há pouca referência sobre o assunto, e a maioria delas provém de relatos não relacionados à pesquisa científica. No conjunto, as informações disponíveis em

manuais mostram uma inadequada segregação, com o armazenamento do algodão utilizado na retirada das agulhas como resíduo comum.

19.10 Unidades móveis

As Unidades Móveis que prestam serviços à saúde são destinadas, em sua maioria, à prestação de assistência de urgência e emergência, além da realização de transporte de pacientes acamados para os serviços de saúde.

O Serviço de Atendimento Móvel de Urgência (Samu) é um serviço público que possui Unidades Móveis (ambulâncias) de Suporte Básico de Vida, de Suporte Avançado de Vida, de Resgate, de Transporte, Aeronave de Transporte Médico e de Embarcação de Transporte Médico. A determinação do número e tipo de ambulância, que cada município deve possuir, está explicitada na Portaria 2.048 (Brasil, 2002b). Esta Portaria prevê uma ambulância de Suporte Básico de Vida para municípios entre 100.000 e 150.000 habitantes, e uma ambulância de Suporte Avançado de Vida para os municípios com população entre 400.000 a 450.000 habitantes. (Brasil, 2003).

Na prestação do atendimento às vítimas, ocorre a geração de RSS. Ao avaliar as características do serviço, pode-se afirmar que os mesmos geram resíduos infectantes (especialmente no atendimento de vítimas traumatizadas), químicos (medicações), recicláveis (invólucros) e orgânicos.

No caso de um município localizado no Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, o qual possui uma Ambulância de Suporte Avançado de Vida e quatro Ambulâncias de Suporte Básico de Vida, os resíduos resultantes deste serviço são segregados nos dispositivos de acondicionamento de RSS preconizados pela Resolução RDC 306 (Brasil, 2004). Após o encaminhamento dos usuários ao local onde receberão assistência, a ambulância retorna ao seu destino (neste caso em um Pronto-Atendimento 24 horas) e armazena o resíduo gerado nos dispositivos de acondicionamento deste serviço.

Neste sentido, enfatiza-se a falta de estudo nesta área e a necessidade de desenvolver pesquisas nestes serviços, objetivando o manejo adequado de RSS.

19.11 Laboratórios[1]

De acordo com a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), os laboratórios que realizam análises clínicas, em geral, são unidades geradoras de RSS, uma vez que dos serviços realizados resultam resíduos químicos, infectantes, perfurocortantes, recicláveis e comuns.

Cabe destacar que entre os RSS gerados em laboratórios, grande parcela é composta por resíduos químicos. Desta forma, percebe-se que os riscos não se restringem apenas à saúde de quem os manipula – profissionais, higienizadores e pessoal envolvido no transporte –, mas estende-se, representando uma ameaça à

[1] As fontes geradoras: farmácias e clínicas veterinárias, são tratadas em capítulos específicos.

população em geral, uma vez que, ao atingir o solo e os mananciais, estes resíduos podem contaminá-los e causar prejuízos para um maior número de pessoas.

A legislação vigente – Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) e Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), que preconiza a destinação adequada dos resíduos gerados pelos estabelecimentos que prestam serviços em saúde, inclui esses estabelecimentos, os quais devem proceder da mesma forma que hospitais e ambulatórios, por exemplo.

Estudos realizados em laboratórios de ensino e pesquisa, de uma universidade do Nordeste do Estado do Rio Grande do Sul, apresentaram índices de heterogeneidade que variam de acordo com a classe do resíduo e com o laboratório em estudo. (Schneider; Stedile; Paiz, 2011). Neste estudo, os resíduos infectantes apresentaram, em média, 4,36% de comuns e 3,44% de recicláveis segregados incorretamente (junto com os infectantes). Em relação aos comuns, apenas 66,41% foram segregados corretamente, sendo encontrada uma mistura de 15,66% de resíduos recicláveis, 10,51% de resíduos celulósicos e 7,27% de resíduos infectantes. Com os recicláveis acontece algo parecido: apenas 71,14% eram recicláveis e 24,64% eram comuns. Mesmo que nesta categoria aparecesse apenas 1,28% de resíduos infectantes, o risco real é elevado, considerando que esses resíduos são manuseados no processo de reciclagem. Cabe destacar que muitos trabalhadores, tanto na coleta como na triagem, não utilizam EPIs de forma adequada, o que potencializa os riscos associados.

Em relação à segregação dos resíduos celulósicos, apenas 42,08% são de fato celulósicos; 31,52% são resíduos comuns; e 23,51% são recicláveis. Os dados indicam que há falta de clareza do gerador, no momento do descarte, de um resíduo considerado fácil de ser identificado. Neste caso, o alto índice de mistura inviabiliza o processo de reciclagem.

Esses resultados permitem perceber que, mesmo em áreas de saúde, o manejo dos resíduos de laboratório ainda não é 100% eficaz. Considerando que a maioria desses profissionais passa por processos de formação, pode-se supor que há falta de informações sobre os resíduos de serviço de saúde, ou esse tema não é devidamente desenvolvido com os profissionais da área. Para que se possa perceber melhoria no manejo dos resíduos, é preciso socialização do assunto.

19.12 Considerações finais

A análise das diferentes fontes geradoras permite inferir que há concepções fragmentadas quanto ao gerenciamento dos RSS pelos profissionais que geram e lidam com os mesmos, expressas pela existência de vários problemas, no que tange ao manejo, independentemente do local onde as atividades profissionais são exercidas.

Tais problemas poderiam ser, de certa forma, sanados a partir de orientações técnicas dirigidas para todo quadro funcional dos estabelecimentos de saúde, pela utilização do PGRSS como instrumento norteador de condutas e decisões, assim como pela introdução de disciplinas ou diferentes formas de educação permanente, que sensibilizem e habilitem os profissionais da saúde para esta problemática que é, sem dúvida, uma atribuição profissional intransferível, uma vez que a cada profissional

cabe a tarefa de classificar e optar pela segregação desses resíduos, enquanto presta cuidados em saúde.

Conhecer a legislação e os instrumentos normativos para o gerenciamento dos RSS e difundir maiores informações acerca desta questão, com o segmento profissional, por meio de educação permanente, pode ser decisivo na correção das inadequações existentes em grande parte das fontes geradoras.

Além dos programas de gerenciamento, a caracterização dos RSS e a identificação das formas com as quais os profissionais lidam com os mesmos, são pré-requisitos para o desenvolvimento de tecnologias que possibilitem resolver os problemas decorrentes do manejo inadequado, quer em nível pessoal, quer em nível ambiental.

Considerando a *formação tradicional* dos profissionais, que hoje atuam na área da saúde, quer em âmbito público, quer no privado, percebe-se a existência de lacunas quanto à formação de atitudes voltadas ao autocuidado, ao cuidado com a saúde pública e com o meio ambiente. Tais lacunas advêm da inexistência de disciplinas ou da temática dos RSS, nos currículos da maior parte das escolas de formação de profissionais da saúde e, quando existentes, as discussões tendem a ser limitadas.

Ações de cunho educacional, visando despertar e intensificar comprometimentos não só de natureza técnico-científica, sociocultural, mas sobretudo, ética, são indispensáveis, a fim de desenvolver um processo de corresponsabilidade com os resíduos gerados até seu destino ou sua disposição final. Mesmo quando esses serviços encontram-se terceirizados, ainda assim justifica-se tal investimento educativo embasado em desafios éticos voltados à otimização do processo de gerenciamento dos resíduos gerados, considerando respectivamente sua amplitude e complexidade.

A complexidade do fenômeno exige, na verdade, uma análise inter e transdisciplinar, bem como a contribuição de conhecimentos sobre variáveis relacionadas às diferentes áreas do conhecimento. Com trabalhos multidisciplinares e uma sólida e diversificada atuação de vários campos profissionais, realizada de maneira sistêmica, as soluções para os crescentes problemas com o processamento dos RSS podem ser mais rápidas ou facilmente encontradas. Em outras palavras, as soluções dependem de uma série de decisões tomadas em diferentes níveis do sistema, tais como: profissionais formados de maneira diferente daquela compartimentalizada existente nas IESs; formas mais eficientes de educação da população; decisões administrativas institucionais eficazes, especialmente do ponto de vista da prevenção, bem como da resolução de problemas; estudo das condições que geram a problemática por todos os envolvidos, inclusive administradores e coordenadores de serviços; disponibilidade para mudanças, definição de políticas públicas e busca de parcerias sempre que houver insuficiência de recursos humanos, tecnológicos e financeiros.

Estudos sistemáticos servem de base para a definição/elaboração de Planos de Gerenciamento destes resíduos, específicos para as unidades geradoras, bem como para subsidiar a formulação de políticas públicas para a gestão de RSS.

Nesse sentido, desenvolver um *olhar para fora* significa que cada instituição, ao definir suas políticas de gerenciamento, precisa analisar não apenas as variáveis

internas que compõem e determinam o fenômeno, mas o conjunto de relações das variáveis externas que acaba por interferir nos resultados que podem ser obtidos. Buscar o equilíbrio entre o que é produzido nas instituições e a capacidade de o ambiente processar estes resíduos torna-se a grande meta final de um programa de gerenciamento.

REFERÊNCIAS

ABTN. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.808:1993 – Resíduos de Serviços de Saúde – Classificação*. Rio de Janeiro, ABNT, 1993.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.004:2004 – Resíduos Sólidos – Classificação.* Rio de Janeiro, ABNT, 2004.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:2013 – Resíduos de Serviço de Saúde – Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde Intraestabelecimento.* Rio de Janeiro, ABNT, 2013.

AGUIAR, P. Indústria da beleza permanece em alta no mercado. *O Fluminense*. 28 abr. 2013. Disponível em: <http://www.ofluminense.com.br>. Acesso em: 21 ago. 2013.

BRASIL. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010.Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 2010.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 50, de 21 de fevereiro de 2002.* Dispõe sobre o Regulamento Técnico para planejamento, programação, elaboração e avaliação de projetos físicos de estabelecimentos assistenciais de saúde. Brasília, DF, 2002a.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 7 de dezembro de 2004.* Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 275, de 25 de abril de 2001.* Estabelece o código de cores para os diferentes tipos de resíduos, a ser adotado na identificação de coletores e transportadores, bem como nas campanhas informativas para a coleta seletiva. Brasília, DF, 2001.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 358, de 29 de abril de 2005.* Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005b.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Política Nacional de Atenção às Urgências.* 2003. Brasília, DF, 2003.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Portaria 2.416, de 23 de março de 1998.* Estabelece requisitos para credenciamento de hospitais e critérios para realização de internação domiciliar no SUS. Brasília, DF, 1998a.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Portaria MS/SVS 453, de 01 de junho de 1998*. Aprova o Regulamento Técnico que estabelece as diretrizes básicas de proteção radiológica em

radiodiagnósticomédico e odontológico, dispõe sobre o uso dos raios-x diagnósticos em todo território nacional e dá outras providências. Brasília, DF, 1998b.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Portaria 2.048/GM, de 5 de novembro de 2002.* Estabelece condições para o fortalecimento e implementação do componente de "Organização de redes loco-regionais de atenção integral às urgências" da Política Nacional de Atenção às Urgências. Brasília, DF, 2002b.

_____. Ministério da Saúde (MS). Controle de infecções e a prática odontológica em tempos de Aids – *Manual de Condutas.* Brasília, DF, 2000.

_____. Ministério do Meio Ambiente (MMA). *Plano Nacional de Resíduos Sólidos*. Brasília, DF, 2012.

CARVALHO, M. L. Materiais utilizados em acupuntura. *Artigo online*. 1º agosto 2012. Disponível em: <http://www.portaleducacao.com.br/medicinaalternativa/artigos/15290/materiais-utilizados-em-acupuntura>. Acesso em: 19 ago. 2013.

CENTERS FOR DISEASE CONTROL (CDC). Guidelines for infection control in dental health-care settings. *I n:* MMWR, v. 52, nº RR-17, dez. 2003.

DE CONTO, S. M. *Gestão de resíduos em universidades*. Caxias do Sul, RS: Educs, 2010. 319 p.

DE CONTO, S. M. et al. Gestão de resíduos na Universidade de Caxias do Sul: um processo de construção das atividades de ensino, pesquisa e de extensão com responsabilidade socioambiental. In: DE CONTO, S. M. (Org.). *Gestão de resíduos em universidades*. Caxias do Sul, RS: EDUCS, 2010, cap. 2.

DUARTE Y. A. O.; DIOGO M. J. D. *Atendimento Domiciliar:* um enfoque gerontológico. São Paulo (SP): Atheneu; 2000.

EPA. Environmental Protection Agency. *Medical waste management in the United States: second interim report to congress executive summary*. New York, 1990.

_____. *Disposal tips for home health care.* Washington (DC), 1998.

FINKLER, R. et al. Definição de indicadores de desempenho para um Plano de Gerenciamento De Resíduos: estudo de caso Ambulatório Central. *In:* X Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental – Sibesa, 2010, Maceió. Anais do X Simpósio Ítalo-Brasileiro de Engenharia Sanitária e Ambiental. Maceió: ABES, 2010. p. 1-6.

MANDELLI, S. M. De. *Variáveis que interferem no comportamento da população urbana no manejo de resíduos sólidos domésticos no âmbito das residências.* 1997. 267 f. Tese (Doutorado em Educação) – Universidade Federal de São Carlos. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 1997.

MATSUDA, A. Proposals on the management of the wastes from the home health care. *The Japanese Journal of Clinical Pathology,* Supplement 112, p. 76-88, 2000.

NAKAGAWA, A. et al. Influência do atendimento médico domiciliar no tratamento de pacientes com doenças crônicas. *Revista de Administração em Saúde*, São Paulo, v.5, n.19, p.26-30, abr./jun. 2003.

NOGUEIRA, I. A; MAKI, R. *Manual de Biossegurança em Acupuntura*. Secretaria do Estado do Rio de Janeiro, 2003, 43 p. Disponível em:<http://www.sobrafisa.org.br>. Acesso em: 29 ago. 2013.

PEREIRA, M. J. B. *O trabalho da enfermeira no serviço de assistência domiciliar: potência para (re)construção da prática de saúde e de enfermagem.* 2001. Tese (Doutorado em Enfermagem) – EERP/USP, Ribeirão Preto, 2001.

SCHNEIDER, V. E. et al. A geração de resíduos farmacêuticos no contexto hospitalar – Análise da problemática no Município de Caxias do Sul/RS. *In*: Simpósio Internacional de Qualidade Ambiental. Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 2002.

SCHNEIDER, V. E; STEDILE, N. L. R. , PETRY, P. L. Gerenciamento de resíduos em unidades básicas de saúde na cidade de Caxias do Sul. *Relatório técnico de pesquisa,* Universidade de Caxias do Sul, 2002.

SCHNEIDER, V. E.; et al. *Manual de gerenciamento de resíduos sólidos em serviços de saúde.* 2. ed. Caxias do Sul: Educs, 2004. v. 1.

SCHNEIDER, V. E.; STEDILE, N. L. R. ; PAIZ, J. C. Sistematização de fontes geradoras de Resíduos de Serviços de Saúde como subsídeo para formulação de modelos. *Relatório Técnico de Pesquisa,* Universidade de Caxias do Sul, 2011.

SILVA, C. E.; HOPPE, A. E. Diagnóstico dos Resíduos de Serviços de Saúde no Interior do Rio Grande doSul, *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 10 – n. 2 – abr-jun/2005, p. 146-151.

SOARES, A. C. Gestão em clínicas de estética. *Estética & Negócios [online]*, 1º jan. 2013. Disponível em: <http://www.esteticaenegocios.com.br/2013/01/01/gestao-em-clinicas-de-estetica/.html>. Acesso em: 21ago. 2013.

SOMMER, R. *O papel do arquiteto: a conscientização do design.* São Paulo: Brasiliense, 1979.

TAKAYANAGUI, A. M. M. Resíduos de serviços de saúde: conceitos, legislação e recomendações técnicas. In: Jayme de Oliveira Campos Roberto Braga. (Org.). *Gestão de Resíduos – Valorização e Participação*. Rio Claro: LPM- Lab. de Planejamento Municipal-DEPLAN / IGCE-UNESP, 2005.

TAVOLARI, C. E. L. et al. O desenvolvimento do Home Health Careno Brasil. *Revista de Administração em Saúde*, Rio de Janeiro, v. 3, n. 9, 2000.

20

Resíduos farmacêuticos: reflexões acerca dos impactos ambientais e modelos de gerenciamento

Camila Lazzareti
Vania Elisabete Schneider
Nathália Cristine Viecelli
Roberta Florian Santa Catharina
Gisele Bacarim

Os resíduos de serviços de saúde são classificados em cinco grupos, de acordo com sua natureza, segundo a Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) e Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) da Anvisa. Dentre estes, aqueles classificados como Grupo B são resíduos que contêm substâncias químicas que podem apresentar risco à saúde pública ou ao meio ambiente, dependendo de suas características de *inflamabilidade*, *corrosividade*, reatividade e toxicidade. Os resíduos farmacêuticos enquadram-se no Grupo B, segundo a classificação das Resoluções citadas acima, especificamente nas categorias b, g, h:

a. resíduos provenientes de área de manobras, industriais, manutenção, depósitos de combustíveis, áreas de treinamento de incêndio;
b. produtos hormonais e produtos antimicrobianos; citostáticos; antineoplásicos; imunossupressores; digitálicos; imunomoduladores; antirretrovirais, quando descartados por serviços de saúde, farmácias, drogarias e distribuidores de medicamentos ou apreendidos e os resíduos e insumos farmacêuticos dos medicamentos controlados pela Portaria MS 344/98 e suas atualizações;

c. resíduos de saneantes, desinfetantes, desinfestantes; resíduos contendo metais pesados; reagentes para laboratório, inclusive os recipientes contaminados por estes;
d. efluentes de processadores de imagem (reveladores e fixadores);
e. efluentes dos equipamentos automatizados utilizados em análises clínicas;
f. demais produtos considerados perigosos, conforme classificação da NBR 10.004, da ABNT (tóxicos, corrosivos, inflamáveis e reativos);
g. drogas quimioterápicas e produtos por elas contaminados;
h. resíduos farmacêuticos (medicamentos vencidos, contaminados, interditados ou não utilizados).

Os resíduos farmacêuticos podem ser classificados ainda de acordo com a NBR 12.807 (ABNT, 1993; 2013), como "todos os produtos medicamentosos com prazo de validade vencido, contaminado, interditado ou não utilizado" e podem ser classificados também conforme a Lei Federal 5.991 (Brasil, 1973):

- *droga*: substância ou matéria-prima que tenha a finalidade medicamentosa ou sanitária;
- *medicamento*: produto farmacêutico, tecnicamente obtido ou elaborado, com finalidade profilática, curativa, paliativa ou para fins de diagnóstico.

Uma diferenciação de conceitos, no entanto, torna-se pertinente quanto aos estabelecimentos geradores de resíduos farmacêuticos, uma vez que, segundo a Lei Federal 5.991 (Brasil, 1973), farmácias e drogarias possuem atividades diferenciadas e, portanto, gerações de resíduos distintas:

- *farmácia*: estabelecimento de manipulação de fórmulas magistrais e oficinas, de comércio de drogas, medicamentos, insumos farmacêuticos e correlatos, compreendendo o de dispensação e o de atendimento privativo de unidade hospitalar ou de qualquer outra equivalente de assistência médica;
- *drogaria*: estabelecimento de dispensação e comércio de drogas, medicamentos, insumos farmacêuticos e correlatos em suas embalagens originais.

20.1 A geração de resíduos farmacêuticos no Brasil

Em 2010 o Brasil ocupava o 8º lugar no mercado farmacêutico mundial, com vendas de aproximadamente 22 bilhões de dólares, como se pode observar no *ranking* mundial do mercado farmacêutico apresentado na tabela 1.

Tabela 1 – Ranking mundial do mercado farmacêutico (em bilhões de dólares)

Posição	País	2010
1	Estados Unidos	312,2
2	Japão	96,3
3	Alemanha	45,3
4	França	43,7
5	China	40,1
6	Itália	39,2
7	Espanha	25,5
8	**Brasil**	**22,1**
9	Reino Unido	21,6
10	Canadá	21,6

Fonte: Interfarma (2010).

Destaca-se ainda que dentre as seis maiores empresas farmacêuticas do mundo, quatro são brasileiras e apresentam crescimento acelerado na produção, existindo ainda cerca de 540 indústrias farmacêuticas cadastradas no Brasil (Brasil, 2012), o que indica a representatividade do setor farmacêutico brasileiro.

Neste contexto, e com o desenvolvimento de tecnologias na produção de medicamentos, aliado ao elevado crescimento populacional, a variedade e quantidade de medicamentos produzidos sofreu um grande acréscimo e, consequentemente, houve um aumento na geração de resíduos de medicamentos oriundos de estabelecimentos e instituições de saúde, bem como de domicílios. No quadro 1 são apresentadas algumas estimativas da geração de resíduos de medicamentos no País.

Quadro 1 – Volumes estimados de resíduos de medicamentos, de acordo com as fontes de pesquisa

Parâmetro de estimativa	Fontes	Geração estimada (t /ano)
Estimativa de volume de resíduos de medicamentos, a partir de dados de resíduos em geral	– Glaub (1996) – Rosa Dominguez et al. (2000) – IPT (2000) – Fernandez (2008)	10 mil – 28 mil
Extrapolação do volume de resíduos de programas locais de coleta de resíduos para todas as farmácias do País	– Programas de coletas da Panvel – Farmácia Popular (PUC) – Eurofarma – Hospital das Clínicas	≤ 26 mil
Extrapolação do volume de resíduos do Programa de Descarte, para todas as farmácias do País	– Empresa BHS	≈ 14 mil
Estimativa do volume de resíduos, a partir de dados da produção do setor farmacêutico (IBGE) e de estudos internacionais	– Universidade Federal Fluminense	5 mil – 34 mil
Estimativa dos resíduos gerados pela população brasileira, a partir de dados internacionais, *per capita*	– Health Canada – *Environmental Impact Initiative* (2009)	≈ 12 mil

Fonte: Brasil (2012).

Torna-se importante ressaltar, ainda, que o uso indiscriminado de medicamentos pela população representa um importante aspecto ao avaliar-se o descarte incorreto dos mesmos. Segundo Bento, Pereira e Schweickardt (2012), 96% da população possui medicamentos na residência, e desta parcela 81% realizam o descarte de medicamentos vencidos junto aos resíduos domiciliares em geral. A necessidade de descarte de medicamentos vencidos ou inutilizados nas residências pode originar-se a partir de vários fatores, podendo-se destacar entre eles, de acordo com Rocha (2007):

- a quantidade de medicamentos que o usuário necessita para realizar o tratamento é inferior à comprada, havendo assim geração de fármacos inutilizados;
- a ocorrência de reações adversas ao medicamento, sendo necessária a interrupção do uso do mesmo que, se não for descartado, pode ser utilizado novamente e provocar os mesmos efeitos;
- a falha ou interrupção no tratamento, que ocorre principalmente no caso de medicamentos de uso crônico, como anti-hipertensivos, antirretrovirais, entre outros;
- o estoque de medicamentos armazenados em casa, também denominado "farmácia caseira", que ocorre principalmente quando a pessoa compra medicamentos para dor de cabeça, febre, dores abdominais, etc., para ser usado de acordo com a necessidade, ou quando a pessoa utiliza medicamentos de uso contínuo e compra o tratamento para diversos meses;
- a automedicação, que representa o uso de medicamentos sem prescrição médica ou auxílio de qualquer profissional da saúde, pode acarretar diversos problemas;
- o acúmulo de amostras grátis, muitas vezes (quando não são medicamentos de uso crônico), acaba esquecido na farmácia caseira.

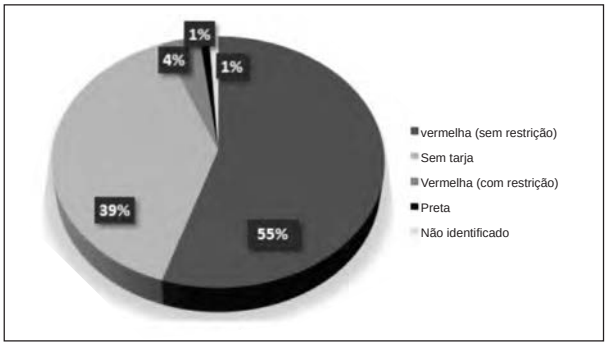
Além dos fatores citados acima, pode-se ainda acrescentar os casos de pacientes crônicos em tratamento domiciliar que vão a óbito, os quais frequentemente possuem um grande e variado estoque de medicamentos.

Ao se avaliar as características dos medicamentos descartados pela população, segundo Rocha (2007), grande parte é constituída por medicamentos de tarja vermelha (55%), os quais exigem receita médica para a aquisição, ou ainda por medicamentos com venda livre (39%). Os outros 6% são representados por medicamentos de tarja preta, tarja vermelha com retenção de receita e fitoterápicos.

Na figura 1 é apresentada a proporção de medicamentos descartados, de acordo com as restrições de venda na Farmácia Popular do Brasil, através de campanha de descarte promovida pela Farmácia-Escola da UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul). Como se pode observar, os medicamentos mais descartados são os que possuem tarja vermelha sem retenção de receita, já que estes são comprados, muitas vezes, sem a prescrição médica, possibilitando o uso inadequado dos mesmos.

Os medicamentos com retenção de receita aparecem em menor quantidade pelo maior controle de venda e também por exigirem acompanhamento médico. (Rocha, 2007 apud Eickhoff et al., 2009; Schenkel, 2004).

Figura 1 – Proporção de medicamentos descartados de acordo com as restrições de venda, na farmácia-escola da UFRGS



Fonte: Rocha (2007).

As formas farmacêuticas descartadas com maior frequência, de acordo com Rocha (2007), são as sólidas (50%), seguidas das formas líquidas e semilíquidas (20%), tais como pomadas e cremes. As classes farmacológicas mais descartadas pela população e por estabelecimentos de saúde são apresentadas no quadro 2.

Quadro 2 – Classes farmacológicas mais descartadas pela população e por estabelecimentos de saúde

Posição	Classe farmacológica do medicamento
1	Anti-inflamatórios e produtos reumáticos
2	Analgésicos
3	Antimicrobianos de uso sistêmico
4	Anti-histamínicos de uso sistêmico
5	Antifúngicos de uso dermatológico
6	Fármacos para desordens funcionais do trato
7	Fármacos para desordens funcionais do trato
8	Psicoanalépticos
9	Corticosteroides (preparações dermatológicas)
10	Psicolépticos
11	Corticosteroides de uso sistêmico
12	Fármacos com ação sobre o sistema renina-angiotensina
13	Antibióticos e quimioterápicos para uso tópico
14	Vitaminas
15	Hormônios sexuais e moduladores do sistema genital

Fonte: Rocha (2007).

Como se pode verificar no quadro 2, os medicamentos mais descartados são os anti-inflamatórios e analgésicos, já que ambas as classes de medicamentos, além de serem vendidas livremente nas farmácias, estão muito presentes nas farmácias caseiras, já que servem como primeiro socorro para o alívio de sintomas usuais, como dores de cabeça e febre. A compra desses medicamentos é realizada quando há necessidade, o que pode gerar o acúmulo de medicamentos que, quando vencidos, serão descartados normalmente junto com os resíduos domésticos.

Os antimicrobianos, por sua vez, representam a terceira classe farmacológica de maior descarte. Este é um aspecto relevante, visto que, no meio ambiente, estes medicamentos podem promover o desenvolvimento de resistência bacteriana, principalmente se descartados em esgotos ou em corpos hídricos, podendo contaminar ainda fontes de abastecimento de água. Em aterros sanitários e em estações de tratamento de efluentes, podem ainda interferir nos processos biológicos, inibindo-os ou inativando-os.

20.2 Impactos dos resíduos farmacêuticos na saúde ambiental

Ingredientes farmacêuticos ativos (APIs) entram no meio ambiente primeiramente pelo lançamento em esgoto tratado e não tratado. Resíduos de APIs não metabolizados de drogas enterais e parenterais são excretados por meio de fezes e urina, sendo os medicamentos aplicados topicamente e eliminados através da pele durante o banho. Esses resíduos podem oferecer riscos para a vida aquática, bem como causar preocupações quanto à futura exposição humana à água e a alimentos contaminados. (Ruhoy; Daughton, 2008). Além disso, há um constante armazenamento e descarte incorreto de fármacos íntegros, que podem propiciar um impacto ambiental ainda não totalmente conhecido.

O uso e armazenamento de medicamentos ocorrem comumente em diversos locais na sociedade, incluindo escolas, enfermarias, hospitais, farmácias caseiras, consultórios médicos e odontológicos, consultórios veterinários, entre outros e, de acordo com Ekedahl (2006), a prescrição em excesso por parte de profissionais da saúde contribui para o acúmulo desnecessário de medicamentos que, posteriormente, serão descartados por desuso.

Fármacos que permanecem armazenados em residências, sejam eles utilizados na assistência à saúde humana ou animal, influenciam e favorecem reações adversas (pelo uso excessivo, por exemplo); o uso sem necessidade; a reutilização das prescrições, a não adesão ao tratamento; a automedicação; os abusos, assim como um potencial risco para intoxicações não intencionais, principalmente de crianças e animais de estimação. (Ruhoy; Daughton, 2008). Essa manutenção de um estoque de medicamentos não consumidos em residências, devido a uma falta de conhecimento sobre armazenagem correta, pode acarretar alterações na eficiência e segurança dos mesmos, já que fatores como umidade, radiação, presença de oxigênio, luz solar e temperatura podem possibilitar a perda da estabilidade do fármaco. (Bresola; Becker, 2011).

Segundo Rocha (2007), os usuários têm descartado de forma inadequada medicamentos no meio ambiente, principalmente por uma falta de orientação ou por não encontrar alternativa, sendo que as formas mais populares de descarte são feitas diretamente nos resíduos domésticos, no vaso sanitário ou na pia. (Tong; Peak; Braund, 2010). Assim, os fármacos representam uma fonte diversa de potenciais estressores químicos ao meio ambiente, caracterizados como poluição difusa.

Além dos impactos ambientais associados ao descarte inadequado de medicamentos, há ainda um fator socioeconômico relacionado, uma vez que medicamentos abandonados representam um desperdício de recursos de saúde, bem como de oportunidades de tratamento (Ruhoy; Daughton, 2008), além do que o acúmulo de medicamentos é uma situação particular na qual segurança e saúde humana correlacionam-se diretamente com a integridade ambiental.

Os fármacos são desenvolvidos para serem persistentes, mantendo assim suas propriedades químicas o bastante para atender a um propósito terapêutico. Quando descartados na rede de esgotos, conforme estudos, essas substâncias permanecem no ambiente e não são completamente removidas nas Estações de Tratamento (ETEs), onde ocorre a adsorção desses compostos nos sólidos suspensos, além da degradação biológica. São diversos os fatores que interferem para que ocorra a adsorção dessas substâncias, tais como a hidrofobicidade da molécula e as interações eletrostáticas do fármaco com as partículas do meio e com os micro-organismos. (Fent; Weston; Caminada, 2006).

Atualmente, os fármacos mais descartados são aqueles mais encontrados nas farmácias caseiras, sendo eles: anti-inflamatórios, analgésicos e antimicrobianos, nessa ordem. (Rocha, 2007). Os antimicrobianos representam um grupo preocupante, uma vez que o seu descarte no meio ambiente pode resultar em resistência bacteriana. Considerando-se o papel dos micro-organismos no meio ambiente – principais degradadores da matéria orgânica, promotores da sua remineralização e responsáveis pelo retorno dos elementos químicos aos ciclos biogeoquímicos –, deve-se considerar que o efeito esperado de um determinado fármaco no organismo humano ou animal possa ser reproduzido nos ecossistemas, afetando toda a cadeia alimentar e alterando o equilíbrio do sistema, o que pode levar inclusive à extinção de espécies por seletividade.

A persistência de certos fármacos ainda é preocupante em se tratando de sistemas de tratamento de águas residuárias e, em particular, de águas de abastecimento, uma vez que por suas particularidades algumas substâncias sobrevivem aos sistemas convencionais de tratamento e podem retornar à população na água tratada. Cada vez mais pesquisas têm demonstrado que a remoção de alguns fármacos exige sistemas avançados de tratamento e remoção, o que esbarra na lacuna tecnológica e nos custos operacionais destes sistemas.

Os fármacos líquidos são mais frequentemente dispensados via descarga do vaso sanitário do que pílulas/comprimidos sólidos embalados, sendo importante ressaltar o problema de medicamentos, como os quimioterápicos, antibióticos e hormônios, cujo impacto ambiental é maior. (Bresola; Becker, 2011).

Zorita; Martensson, Mathiasson (2009) citam que os processos atuais de tratamento de esgoto mostram-se ineficientes na remoção de fármacos descartados e de seus metabólitos. Esses metabólitos não removidos podem levar a potenciais efeitos adversos à saúde humana, animal e de organismos aquáticos. (Caldeira; Pivato, 2010). Há registros de que fármacos, como a carbamazepina e a primidona persistem no ambiente subaquático após seis anos de contaminação. (Abahussain; Ball, 2007).

Ainda sobre a resistência de fármacos a vários processos de tratamento convencional de água, segundo Bila e Dezotti (2003), a exposição a *concentrações-traço* destes compostos apresenta risco à saúde humana, já que muitos fármacos, tais como os estrógenos de origem sintética, são persistentes, acumulando-se nos compartimentos ambientais, não havendo, em muitos casos, uma relação bem-estabelecida entre a exposição ambiental a uma substância específica e os efeitos adversos na saúde humana e de animais. (Sasaki, 2012).

Os estrogênios (hormônios femininos) representam uma classe de fármacos que vem ganhando destaque devido a sua capacidade de alterar o equilíbrio da fauna. Esses hormônios possuem o potencial de afetar adversamente o sistema reprodutivo de organismos aquáticos, provocando, por exemplo, a feminilização de peixes machos presentes em rios contaminados com tais substâncias, ocasionando a diminuição da população de tais espécies. (Bila; Dezotti, 2003). Além disso, alguns tipos de câncer foram observados em animais quando expostos a hormônios ativos durante o período pré-natal ou na idade adulta, sendo verificados tumores na mama, próstata, em ovários e no útero, estando os disruptores endócrinos associados ao aumento dos casos de câncer de testículo e de endometriose. (Belisário et al., 2009).

Os hormônios usados como contraceptivos orais e de reposição são responsáveis por ocasionar efeitos biológicos irreversíveis, mesmo que em pequenas concentrações, sendo os peixes os organismos mais investigados neste sentido, devido a sua importância ecológica e econômica, além de a fisiologia do seu sistema reprodutivo ser regulada por hormônios similares aos dos mamíferos. (Reis Filho et al., 2007 apud Mills; Chichester, 2005).

Os hormônios femininos, quando presentes no meio aquático, podem ocasionar a demasculinização e feminização de peixes nos mais diversos ambientes aquáticos ao redor do mundo (Edwards; Moore; Guillette, 2006) e, nesse contexto, um biomarcador para a exposição de peixes a hormônios de origem sintética, segundo Lintelmann et al. (2003), é a presença da proteína vitelogenina (VTG), que serve de reserva alimentar para o embrião em desenvolvimento dos vertebrados vivíparos, visto que sua presença em peixes machos só é possível mediante indução externa, já que a sua produção é desencadeada pela atividade de hormônios femininos.

A presença de fármacos no ambiente ocasiona também a interação dessas substâncias com a biota, interferindo consideravelmente na fisiologia, no metabolismo e no comportamento das espécies (Reis Filho et al., 2007), sendo que os compostos dos resíduos farmacêuticos possuem baixa volatilidade, ocasionando uma distribuição por transporte no meio aquático e, consequentemente, uma dispersão na cadeia alimentar.

Os fármacos de origem veterinária vêm também, atualmente, recebendo uma atenção especial quanto ao possível impacto ambiental gerado pelo seu descarte. Extremamente empregados no tratamento e na prevenção de doenças veterinárias, bem como na forma de anabolizantes para um maior e mais rápido crescimento do animal, fármacos veterinários apresentam compostos por vezes presentes em fármacos humanos ou mesmo pesticidas.

Esses compostos entram no meio ambiente principalmente pela excreção animal, na lavagem do animal que utilizou medicamentos tópicos e na aplicação direta de fármacos na água utilizada na aquicultura. (Boxall et al., 2003). Muitos ainda são metabolizados e, dependendo do fármaco e do animal, sofrem alterações consideráveis. A urina e fezes de animais tratados, por vezes, contêm uma mistura e interação de substâncias metabolizadas com ações ainda pouco conhecidas. (Boxall et al., 2003).

O crescente aumento da resistência bacteriana é, atualmente, uma das maiores preocupações da saúde pública mundial. Smith et al. (1999), ao estudarem a resistência da *Campylobacter jejuni* às quinolonas nas infecções humanas, obteve uma relação entre essa falha terapêutica e o uso da fluoroquinolona em aves para consumo. Já Rhodes et al. (2000) observaram uma provável transferência de resistência bacteriana, por meio de plasmídeos, de aquiculturas para o homem.

Atualmente, não existem muitos dados referentes à bioacumulação de resíduos farmacêuticos em organismos, sendo um caso registrado na Índia e no Paquistão, onde segundo Zhou et al. (2009), uma espécie de abutre sofreu um grave colapso em sua população, devido à exposição ao anti-inflamatório diclofenaco, que era amplamente utilizado em clínicas veterinárias. Como os abutres se alimentavam de animais domésticos mortos, a substância entrava em seu organismo causando falha renal, promovendo uma diminuição da população da espécie de 95% desde o início da década de 90.

20.3 A Política Nacional de Resíduos Sólidos e a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos farmacêuticos

No Brasil, o mercado de medicamentos movimenta bilhões de reais todos os anos. Essa produção em massa de medicamentos é um dos fatores que contribui para o acúmulo e, consequentemente, para o descarte incorreto de medicamentos, resultando em sérios impactos ambientais, econômicos e sociais. Neste cenário, como encaminhar estes resíduos a aterros adequados ou a incineradores é o desafio que o governo federal, os importadores, produtores, varejistas e atacadistas vêm enfrentando em reuniões em Brasília. (Interfarma, 2012). Deve-se chamar a atenção também para um desafio maior, que é o de minimizar o descarte e promover o gerenciamento adequado destes resíduos.

A Anvisa vem discutindo o tema descarte de medicamentos desde 2008, estabelecendo a Resolução RDC 44 (Brasil, 2009), a qual dispõe sobre as boas práticas em farmácias e drogarias. A Resolução RDC 44 determina, em seu art. 92, que "as

farmácias e drogarias podem participar de campanhas e programas de promoção da saúde e educação sanitária promovidos pelo Poder Público". Determina igualmente, por meio de seu art. 93, que

> fica permitido às farmácias e drogarias participar de programa de coleta de medicamentos a serem descartados pela comunidade, com vista a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente, considerando os princípios da biossegurança de empregar medidas técnicas, administrativas e normativas para prevenir acidentes, preservando a saúde pública e o meio ambiente.

Mais recentemente, a Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a) institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), através da qual foram estabelecidos princípios da gestão compartilhada dos resíduos sólidos, de coleta seletiva e de sistemas de logística reversa, criando uma série de instrumentos que visam à gestão integrada e o gerenciamento ambientalmente adequado dos resíduos sólidos, incluindo os perigosos. Neste contexto inserem-se os resíduos farmacêuticos.

Ao avaliar-se o gerenciamento de resíduos farmacêuticos, considerando a PNRS, surgem três conceitos que merecem ser destacados: a logística reversa, a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos e os acordos setoriais.

O conceito de logística reversa é apresentado na PNRS, em seu art. 3º parág. XII, como sendo um

> instrumento de desenvolvimento econômico e social caracterizado por um conjunto de ações, procedimentos e meios destinados a viabilizar a coleta e a restituição dos resíduos sólidos ao setor empresarial, para reaproveitamento, em seu ciclo ou em outros ciclos produtivos, ou outra destinação final ambientalmente adequada. (Brasil, 2010a).

Os resíduos definidos como objeto da logística reversa são: pilhas e baterias; pneus; lâmpadas fluorescentes de vapor de sódio e mercúrio, e de luz mista; produtos eletroeletrônicos; resíduos e embalagens de óleos lubrificantes, de agrotóxicos e medicamentos. (Brasil, 2010a).

Já o conceito de responsabilidade compartilhada confia ao consumidor a tarefa de destinar corretamente os resíduos sujeitos à logística reversa a pontos autorizados de coleta, para que possam ser reaproveitados ou encaminhados a um destino ambientalmente adequado. A responsabilidade pela logística, desde a coleta nos postos até o seu destino adequado, cabe aos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, que é instituída por meio de acordo setorial.

Por fim, os acordos setoriais, segundo a PNRS, art. 3º, representam o "ato de natureza contratual firmado entre o poder público e fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes, tendo em vista a implantação da responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida do produto". (Brasil, 2010a).

O Decreto Federal 7.404 (Brasil, 2010b), que regulamenta a PNRS, determina que "os acordos setoriais iniciados pelo poder público serão precedidos de editais de chamamento", sendo que os representantes dos fabricantes, importadores, distribuidores ou comerciantes podem participar dos mesmos mediante apresentação de propostas ao Ministério de Meio Ambiente (MMA), para avaliação pelo Comitê Orientador para a Implantação de Sistemas de Logística Reversa e das providências propostas, segundo estabelecido no Decreto referido anteriormente.

O Grupo Técnico de Assessoramento (GTA), que funciona como instância de assessoramento para instrução das matérias a serem submetidas à deliberação do Comitê Orientador, criou cinco Grupos Técnicos Temáticos (GTT), que discutem a logística reversa para cinco cadeias. Estes GTTs têm por finalidade elaborar propostas de modelagem da logística reversa e subsídios para o edital de chamamento para o acordo setorial. As cinco cadeias identificadas inicialmente como prioritárias são: descarte de medicamentos; embalagens em geral; embalagens de óleos lubrificantes e seus resíduos; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio, e de luz mista, e eletroeletrônicos.

O GTT de descarte de medicamentos é coordenado pelo Ministério da Saúde e tem por objetivo elaborar uma proposta de logística reversa para os resíduos de medicamentos, dentro dos parâmetros estabelecidos pela PNRS, para subsidiar a elaboração do edital de chamamento para acordo setorial pelo GTA, com aprovação do Comitê Orientador. O GTT deverá realizar um estudo de viabilidade técnica e econômica, assim como a avaliação dos impactos sociais para a implantação da logística reversa.

Segundo Brasil (2014), o prazo para apresentação de propostas relativas ao acordo setorial de medicamentos encerrou em abril de 2014, tendo o setor apresentado três propostas distintas. Atualmente estas se encontram em avaliação por parte do MMA.

20.4 Modelos para a implementação da logística reversa de medicamentos

Considerando a necessidade de implementação de um sistema de logística reversa para medicamentos, relacionada a Brasil (2010a; 2010b), a proposição de um modelo para tanto poderia basear-se, por exemplo, na prática já em funcionamento da logística reversa de embalagens de agroquímicos. A Lei Federal 9.974 (Brasil, 2000) disciplina a destinação final de embalagens vazias de agroquímicos, determinando responsabilidades para o agricultor, o canal de distribuição, o fabricante e o Poder Público, além de instituir o Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias (Inpev). Este tem por objetivo representar a indústria no papel de conferir a destinação final (reciclagem ou incineração) às embalagens devolvidas pelos agricultores, bem como de fomentar o desenvolvimento do sistema de forma conjunta aos demais agentes corresponsáveis, segundo o conceito de responsabilidade compartilhada. (inpev, 2013).

No caso da logística reversa de embalagens de agrotóxicos, a responsabilidade do consumidor, neste caso o agricultor, é realizar a limpeza e o armazenamento das embalagens vazias contaminadas, evitando o seu reaproveitamento, e entregá-las nas unidades de recebimento. Aos canais de distribuição cabe orientar o consumidor no ato da compra sobre os locais para entrega das embalagens, disponibilizando local de recebimento, registrando as entregas e orientando e conscientizando o consumidor sobre este processo.

No quadro 3 são apresentadas as responsabilidades de cada integrante do ciclo de vida dos medicamentos, seguindo-se o modelo de logística reversa das embalagens de agroquímicos, de acordo com Cometti (2009):

Quadro 3 – Responsabilidade em cada etapa do ciclo de vida dos medicamentos para atendimento à logística reversa

Ator	Responsabilidade
Consumidor	Armazenar em local apropriado a fim de manter a integridade física dos medicamentos
	Transportar e devolver os medicamentos na sua embalagem às farmácias e drogarias ou unidades de recebimento
Farmácias, drogarias e hospitais	Dispor de local adequado para recebimento e armazenamento temporário, ou ser credenciado em uma unidade de recebimento
	Informar, no ato da venda dos medicamentos, como proceder ao descarte
	Implantar, juntamente com o Poder Público, programas educativos à devolução
	Estabelecer parcerias com as unidades de recebimento para a implantação e o gerenciamento dos resíduos
Distribuidoras e representantes	Realizar a coleta e/ou informar os pontos adequados para a destinação final
Fabricantes e indústrias	Providenciar o recolhimento, o transporte e a destinação final dos resíduos
	Implantar, juntamente com o Poder Público, programas educativos à devolução
	Modificar as bulas para que apresentem informações de destinação correta dos medicamentos vencidos ou inutilizados
Poder Público	Apoiar as campanhas de educação ambiental a toda população
	Fiscalizar os sistemas de armazenamento temporário, transporte e destinação final
	Licenciar as atividades das unidades de recebimento
	Intermediar custos e parcerias entre unidades de recebimento e fabricantes

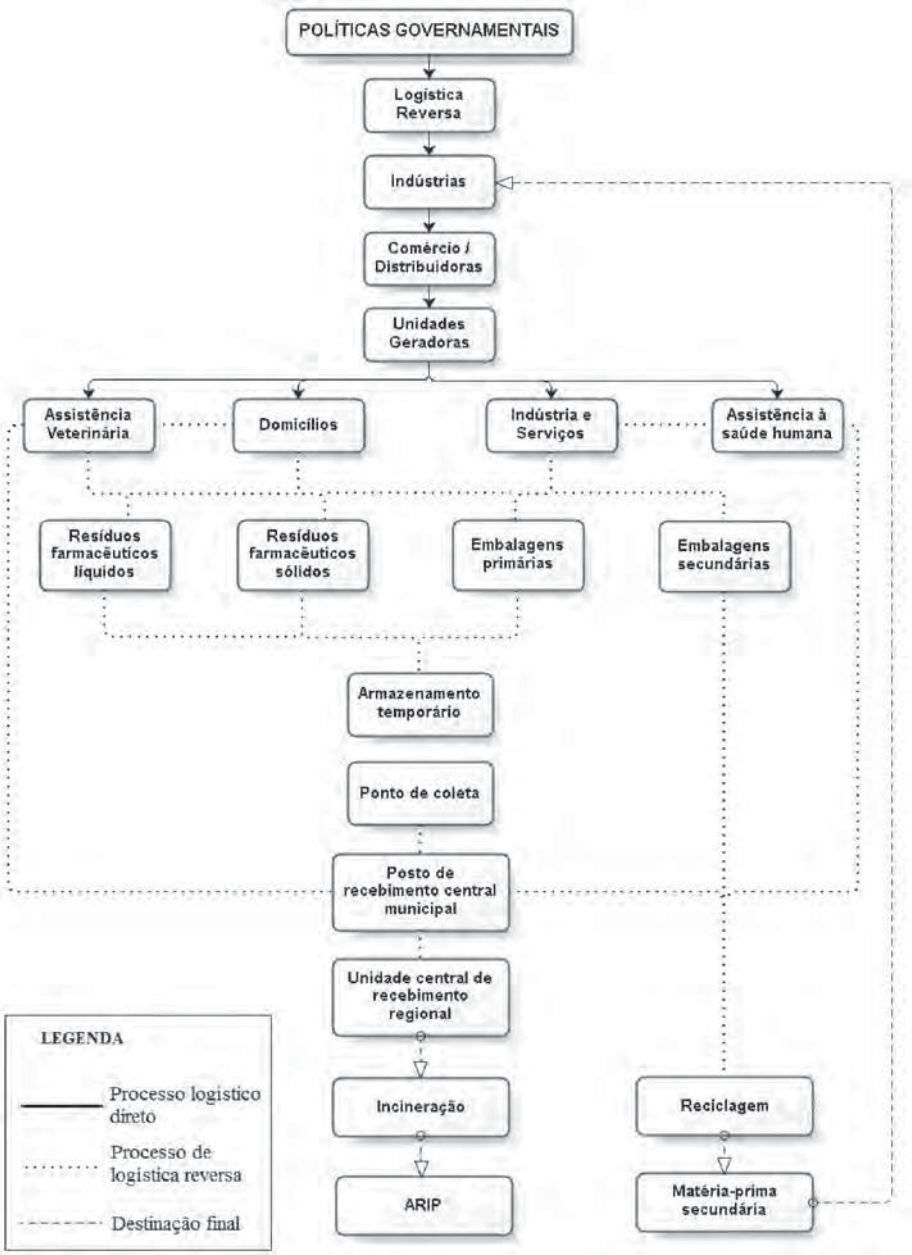
Fonte: Adaptado de Lazaretti (2013).

Com base nas responsabilidades avaliadas para cada integrante do ciclo de vida dos medicamentos, torna-se evidente que a gestão de resíduos farmacêuticos deve ser abrangente, envolvendo o Poder Público, as indústrias farmacêuticas, os serviços de saúde (farmácias, drogarias, hospitais, distribuidores, dentre outros) e os usuários que lidam com medicamentos vencidos, sobras de tratamento, medicamentos danificados ou, ainda, interditados. (Falqueto; Kligerman, 2013). Considerando ainda as etapas integrantes do ciclo de vida dos medicamentos e a responsabilidade compartilhada dos mesmos, no gerenciamento adequado dos resíduos destes produtos, apresenta-se aqui, a título de exemplo, um modelo de logística reversa de resíduo farmacêutico proposto para um município de médio porte, apresentado na figura 2 sob a forma de um fluxograma.

De acordo com o modelo proposto, o governo possui papel de fiscalizar, licenciar, educar e conscientizar a população para que as indústrias se responsabilizem por dar a destinação correta aos resíduos farmacêuticos e às suas

embalagens. Neste contexto, cabe a este setor, juntamente com os fabricantes e através de acordo setorial, realizar a gestão de todo o processo logístico, que engloba a disponibilização dos dispositivos de coleta dos resíduos, a coleta nos pontos de geração/recolhimento, armazenamento e registro dos resíduos, bem como o envio para a unidade central de recebimento, para posterior destinação final.

Figura 2 – Fluxograma de um modelo de logística reversa para medicamentos



Fonte: Adaptado de Lazaretti (2013).

A fim de facilitar o manejo dos resíduos de medicamentos no local de armazenamento municipal, no modelo proposto, os resíduos seriam segregados de acordo com seu estado físico, sendo os dispositivos a serem disponibilizados à população equipados com três compartimentos diferenciados: um para os resíduos sólidos, como comprimidos e pomadas; um para resíduos líquidos, como medicamentos líquidos em geral; e o terceiro para os resíduos recicláveis, como caixas e bulas.

A entrega dos resíduos, segundo a proposta apresentada na figura 2, seria voluntária, como uma alternativa para que a população pudesse destinar adequadamente seus resíduos farmacêuticos diretamente no local de armazenamento municipal (não descartando a possibilidade e/ou obrigatoriedade de devolver aos comerciantes), sendo que os resíduos recicláveis, provindos das embalagens secundárias e bulas, seriam encaminhados diretamente para cooperativas e associações de recicladores.

Destaca-se também a importância de um sistema de logística reversa de medicamentos de um posto de recebimento destinado a eventuais apreensões de lotes de medicamentos. Por fim, de acordo com o modelo proposto, os resíduos farmacêuticos seriam encaminhados para uma central de recebimento regional, a partir da qual poderiam ser destinados, por meio da participação e do envolvimento dos fabricantes, para incineração e/ou encaminhamento para aterros de resíduos industriais perigosos (ARIPs).

Além disso, em todas as etapas do modelo proposto, devem ser observados aspectos legais e normativos associados ao manuseio, transporte e acondicionamento de resíduos de serviços de saúde, considerando as características de periculosidade dos resíduos, a fim de garantir adequadas condições de higiene e segurança.

Por fim, convém ressaltar ainda o papel de estratégias de comunicação e sensibilização de todos os agentes envolvidos em qualquer modelo de logística reversa a ser proposto, de forma a viabilizar um processo participativo, que subsidie acima de tudo uma mudança nos padrões de consumo e descarte de resíduos perigosos, que represente realmente um instrumento de desenvolvimento social e econômico, bem como de melhoria das condições ambientais.

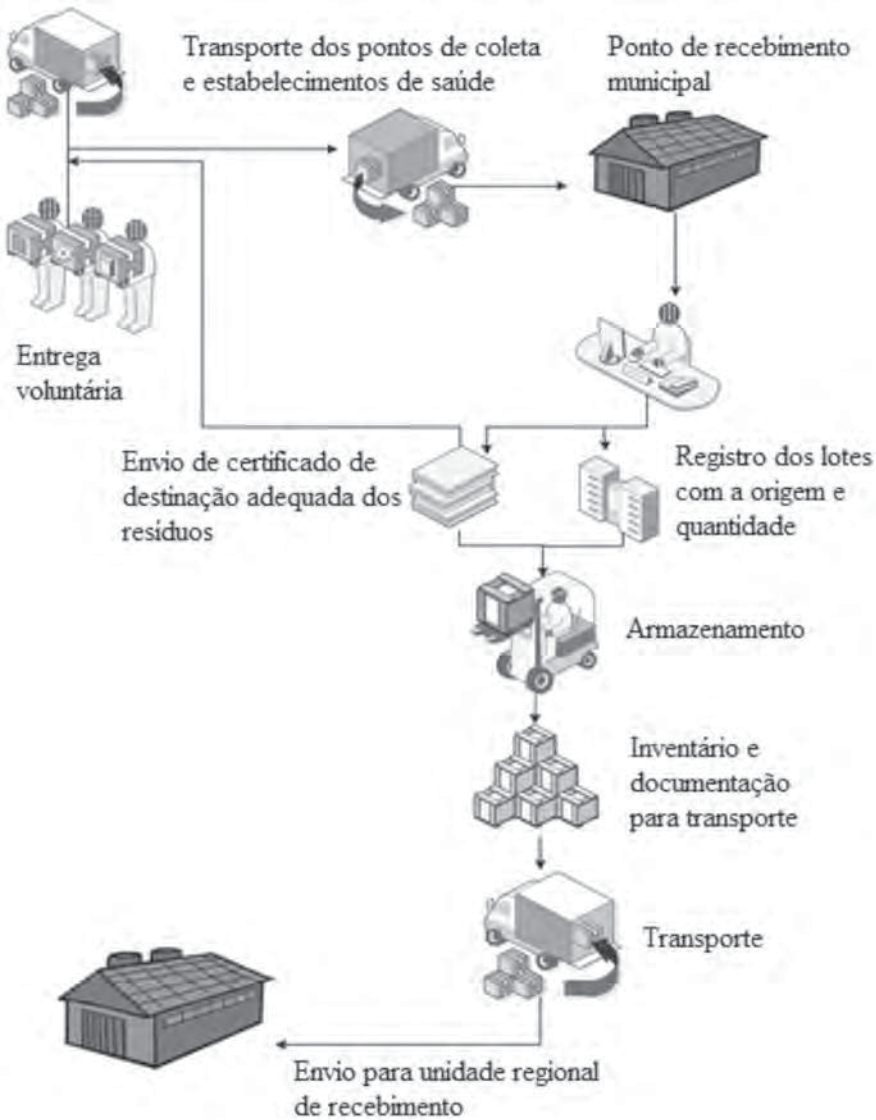
O modelo proposto por Lazaretti (2013) e baseado na PNRS para a implantação da logística reversa, em um município de grande porte, objetiva subsidiar a tomada de decisão e apresenta-se como uma oportunidade social, econômica e ambientalmente viável, podendo ainda promover a geração de emprego e renda no município. O modelo que envolve desde o sistema de coleta, o dimensionamento de uma unidade de recebimento e diferentes possibilidades de armazenamento/recebimento, além de coletar os medicamentos gerados nas residências, poderia receber ainda os resíduos gerados em diferentes fontes geradoras, como hospitais, clínicas e estabelecimentos comerciais e de manipulação de fármacos, tanto de uso humano quanto veterinário.

Neste contexto, o modelo prevê como principais pontos de coleta, drogarias, farmácias e estabelecimentos de comercialização de produtos veterinários, onde dispositivos de coleta seriam disponibilizados para a população depositar

medicamentos vencidos, parcialmente utilizados, interditados ou inutilizados. Geradores, de forma geral, poderiam realizar entrega voluntária; contudo, hospitais, laboratórios, clínicas e consultórios armazenariam temporariamente em dispositivos disponibilizados pelo posto de recebimento.

A figura 3 apresenta o modelo proposto para a operacionalização da logística reversa de resíduos farmacêuticos, com a inclusão das unidades de recebimento (municipal e regional).

Figura 3 – Modelo de logística reversa de resíduos farmacêuticos aplicável em escala municipal e regional



Fonte: Lazaretti (2013).

O modelo prevê, ainda, um acordo setorial local para implantação de sistema de logística reversa de resíduos de medicamentos entre indústria, comércio e Poder Público, cujo financiamento poderia se dar pelas indústrias ou através da responsabilidade compartilhada, na qual diferentes geradores aportariam recursos quer para a implantação do empreendimento quer para a sua operacionalização ou, ainda, pelo pagamento de serviços prestados pela central. Neste modelo, comércio e serviços do município financiariam a logística até o armazenamento, e as indústrias e representantes farmacêuticos arcariam com os custos de transporte até o destino final e com a destruição térmica ou disposição em aterro industrial.

20.5 Considerações finais

O descarte inadequado de fármacos constitui uma importante fonte de contaminação ambiental, e ainda que possíveis soluções sejam vislumbradas, envolvendo aspectos como a logística reversa, a responsabilidade compartilhada e os acordos setoriais, este problema está longe de se tornar econômica, social e ambientalmente resolvido, uma vez que envolve responsabilidade e sensibilização da população em geral, bem como do Poder Público e de prestadores de serviço.

Neste sentido, a concepção de modelos voltados à adoção de instrumentos, como a logística reversa, torna-se indispensável, na busca do adequado gerenciamento de resíduos farmacêuticos, para buscar promover a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida destes produtos de forma integrada e abrangente, subsidiando a mudança no padrão de consumo e descarte de medicamentos, como um mecanismo de desenvolvimento social, econômico e ambiental.

O atendimento à PNRS deverá envolver toda a cadeia produtiva e consumidores, articulados pelo setor público, no sentido de viabilizar a logística reversa, através dos acordos setoriais em que ficam definidos os papéis a serem desempenhados pelos atores envolvidos no processo de fabricação, distribuição e consumo de produtos farmacêuticos.

O envolvimento da população, no entanto, é essencial para que isto se viabilize. Neste contexto, programas educacionais de sensibilização e conscientização da população quanto ao seu direito à devolução de produtos que não sejam mais necessários ou que tenham perdido sua validade, bem como o dever de buscar uma solução ambientalmente segura para o descarte, deverão ser planejados e aplicados. O envolvimento nos processos educacionais dos fabricantes, por meio de orientações em seus produtos e dos comerciantes, quando da aquisição pelas consumidoras, é uma premissa fundamental para que ocorra a mitigação dos impactos à saúde e ao meio ambiente pelo descarte inadequado destas substâncias.

REFERÊNCIAS

ABAHUSSAIN, E. A.; BALL, D. E. *Disposal of unwanted medicines from households in Kuwait. Pharmacy World and Science* 29, 368-373. 2007.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *ANBR 12.807:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia.* Rio de Janeiro, ABNT, 1993.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.807:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia.* Rio de Janeiro, ABNT, 2013.

BELISÁRIO, M. et al. *O emprego de resíduos naturais no tratamento de efluentes contaminados com fármacos poluentes.* Inter Science Place, 2: 1-13. 2009.

BENTO, A. P.; PEREIRA, D. F. N.; SCHWEICKARDT, A. R. *Descarte de medicamentos:* pesquisa de opinião sobre o grau de conhecimento da população sobre seus impactos na sociedade e no meio ambiente. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.unieuro.edu.br>. Acesso em: 8 ago. 2014.

BILA, D. M.; DEZOTTI, M. *Fármacos no meio ambiente.* Química. Nova, 2003, v. 26 n. 4, p. 523-530.

BOXALL, A. B. A. et al. Are veterinary medicines causing environmental risks? *Environmental Science & Technology [online].* V.37, p.2 86a-294a, ago. 2003. Disponível em: <http://pubs.acs.org/doi/pdfplus/10.1021/es032519b>. Acesso em: 25 ago. 2014.

BRASIL. Lei Federal 5.991, de 17 de dezembro de 1973. Dispõe sobre o controle sanitário do comércio de drogas, medicamentos, insumos farmacêuticos e correlatos, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 1973.

_____. Lei Federal nº 9.974, de 6 de junho de 2000. Altera a Lei Federal 7.802, de 11 de julho de 1989, que dispõe sobre a pesquisa, a experimentação, a produção, a embalagem e rotulagem, o transporte, o armazenamento, a comercialização, a propaganda comercial, a utilização, a importação, a exportação, o destino final dos resíduos e embalagens, o registro, a classificação, o controle, a inspeção e a fiscalização de agrotóxicos, seus componentes e afins, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 2000.

_____. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 2010a.

_____. Decreto Federal 7.704, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei Federal nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências.*Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 2010b.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 44, de 17 de agosto de 2009*. Dispõe sobre boas práticas farmacêuticas para o controle sanitário do funcionamento, da dispensação e da comercialização de produtos e da prestação de serviços farmacêuticos em farmácias e drogarias e dá outras providências. Brasília, DF, 2009.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 07 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 358, de 29 de abril de 2005*. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). A Anvisa e a implantação da logística reversa de resíduos de medicamentos. *Semana de Vigilância Sanitária no Congresso Nacional: A Anvisa e o desenvolvimento social e econômico no Brasil,* Brasília, DF, 2012.

_____. *Acaba prazo para entrega de propostas para descarte de medicamentos*. 2014. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br>. Acesso em: 8 ago. 2014.

BRESOLA, J; BECKER I.R.T. *Caracterização das doações provenientes de estoques domiciliares de medicamentos à farmácia solidaria.* Universidade do Extremo Sul Catarinense. Tese de conclusão de curso de graduação, 2011. Disponível em: <http://repositorio.unesc.net/bitstream/handle/1/715/Joziane%20Bresola.pdf?sequence=1>. Acesso em: 26 ago. 2014.

CALDEIRA, D.; PIVATO, L. S. *Descarte de medicamentos domiciliares vencidos: o que a legislação preconiza e o que fazer?* UNINGÁ Review, 2010, v. 3, n. 4, p. 40-49, 2010.

COMETTI, J. L. S. *Logística reversa das embalagens de agrotóxico no Brasil:* um caminho sustentável?. 2009. Dissertação de Mestrado – Universidade de Brasília, Centro de desenvolvimento sustentável, Brasília, 2009. Disponível em: <http://perigosos.observatorioderesiduos.com.br>. Acesso em: 2 abr. 2013.

EDWARDS, T. M.; MOORE, B. C.; GUILLETTE Jr. L. J. Reproductive dysgenesis in wildlife: a comparative view. *International Journal of Andrology [online],* v. 29, n. 1, p. 109-121, 2006. Disponível em: <http://fir.mbl.edu/pdf/guillette.pdf>. Acesso em: 23 ago. 2014.

EKEDAHL, A. B. *Reasons why medicines are returned to Swedish pharmacies unused.* Pharm World Sci 28:352-358. 2006.

FALQUETO, E.; KLIGERMAN, C. *D.* Diretrizes para um Programa de Recolhimento de Medicamentos Vencidos no Brasil, *Revista Ciência Saúde Coletiva,* v.18, n. 3, p.8 83-892, 2013.

FENT, K.; WESTON, A. A.; CAMINADA, D. Ecotoxicology of human pharmaceuticals. *Aquatic Toxicology*, v. 76, n. 2, p. 122-159, 2006

INPEV. Instituto Nacional de Processamento de Embalagens Vazias. *Relatório de Sustentabilidade* . 2013. Disponível em: <http://relatoweb.com.br/inpev>. Acesso em: 11 ago. 2014.

INTERFARMA. Associação da Indústria Farmacêutica de Pesquisa. *Ranking mundial do mercado farmacêutico:* ano de referência 2010. Disponível em: <http://www.interfarma.org.br>. Acesso em: 12 abr. 2013.

LAZZARETTI, C. *Unidade de recebimento de resíduos farmacêuticos de estabelecimentos de saúde e residenciais do município de Caxias do Sul.* 2014. 81p. Trabalho de conclusão de curso – Engenharia Ambiental, Universidade de Caxias do Sul, 2014.

LINTELMANN, J. et al. *Endocrine disruptors in the environment (IUPAC Technical Report).* Pure and Applied Chemistry, v. 75, n. 5, p. 631-681, 2003.

REIS FILHO, R. W. et al. Fármacos, ETE e corpos hídricos. *Ambi – Água*, Taubaté, v. 2, n. 2, p. 54-61, 2007.

ROCHA, B. S. Caracterização dos medicamentos descartados por usuários da farmácia popular do Brasil/Farmácia escola da UFRGS. *Salão de Extensão da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 9*, Porto Alegre, 2007.

RHODES, G. et al. Distribuition of oxytetracycline plasmids between Aeromonads in hospital and aquaculture environments: implications of Tn 1721 in dissemination of the tetracycline resistance determinant Tet A. *Applied Environmental Microbiology*, Washington, v. 66, n. 9, p. 3883-3890, 2000. Disponível em: < http://aem.asm.org/content/66/9/3883.short>. Acesso em: 23 ago. 2014.

RUHOY, I. S.; DAUGHTON, C. G. Beyond the medicine cabinet: an analysis of where and why medications accumulate. *Environment international.* 2008; 34(8):1157-69.

SASAKI, T. H. *O estado da arte da remoção de fármacos e perturbadores endócrinos em estações de tratamento de água (ETAs) e estações de tratamento de esgoto (ETEs).* Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo. Tese de conclusão de curso de graduação, 2012. Disponível em:< http://www.tcc.sc.usp.br/tce/disponiveis/18/180300/tce-19032013-144156/?&lang=br> Acesso em: 24 ago. 2014.

SCHENKEL, E. P. (org). *Cuidados com os medicamentos.* 4. ed. rev. ampl. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 2004.

SMITH, K. E. et al. Quinolone-Resistant *Campylobacter jejuni* Infections in Minnesota. *The New England Journal of Medicine [online]***.** v.340, p.1525-1532, maio 1999. Disponível em:<http://www.nejm.org/doi/pdf/10.1056/NEJM199905203402001> Acesso em: 24 ago. 2014.

TONG, A. Y. C.; PEAKE, B. M.; BRAUND, R. Disposal practices for unused medications around the world. *Environment International [online]*, Philadelphia., v. 37, seção 1, p. 292-298, jan 2011. Disponívelem: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0160412 010002011>. Acessoem: 25 ago. 2014.

ZHOU, J. L. et al. Pharmaceutical residues in wastewater treatment works effluents and their impact on receiving river water. Journal of Hazardous Materials [online]. V. 166, p 655–661, 2009. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0304389408017615>. Acesso em: 24 ago. 2014.

ZORITA, S., MARTENSSON L., MATHIASSON L. *Occurrence and removal of pharmaceuticals in municipal sewage treatment system in the south of Sweden*. Sci Total Environ 407:2760–70. 2009.

21

Resíduos de serviços de saúde na assistência veterinária

Bianca Peruchin
Luciara Bilhalva Corrêa
Nilva Lúcia Rech Stedile
Adriane Carine Kappes
Janini Cristina Paiz

Há diferentes tipos de instituições que prestam assistência à saúde animal, tais como: clínicas veterinárias, consultórios, laboratórios e hospitais veterinários. Cada uma delas gera diferentes tipos de resíduos, sendo os hospitais os maiores geradores, seguidos das clínicas. No entanto, considerando que o número de clínicas é superior ao de hospitais, se somados os resíduos destas, o total passa a ser mais representativo. Por serem esses os maiores geradores, o presente capítulo tratará do gerenciamento dos RSS em clínicas e hospitais veterinários.

Nesses dois tipos de estabelecimentos, os resíduos são semelhantes aos de assistência à saúde humana, ou seja, são gerados resíduos infectantes, químicos e perfurocortantes, além dos comuns e recicláveis. Por tratar-se de RSS, seu manejo responde a mesma legislação, embora, na prática, a exigência de um Plano de Gerenciamento (PGRSS) e a fiscalização quanto a sua execução, por exemplo, não seja tão rigorosa como nas instituições que prestam cuidado à saúde humana.

Hospitais veterinários são importantes fontes geradoras de RSS. De acordo com a Resolução 1.015 do Conselho Federal de Medicina Veterinária (CFMV, 2012), os "hospitais veterinários são estabelecimentos capazes de assegurar assistência médica curativa e preventiva aos animais [...]". Ao prestar assistência curativa, esses estabelecimentos necessariamente geram resíduos de diferentes tipos, inclusive perigosos (patogênicos e tóxicos).

O funcionamento de hospitais veterinários está condicionado a algumas exigências, como a obrigatoriedade de haver os setores apresentados na figura 1.

Figura 1 – Setores de um hospital veterinário

Fonte: Adaptada de CFMV (2012).

O setor de atendimento inclui sala de recepção, consultório, sala de ambulatório, arquivo médico e sala de vacinação (ou brete ou tronco de contenção). O setor cirúrgico deve conter sala de preparo de pacientes cirúrgicos, sala de antissepsia com pias de higienização, sala de lavagem e esterilização de materiais e unidade de recuperação anestésica. O setor de internamento inclui mesa e pia de higienização, baias, boxes ou outras acomodações individuais e de isolamento, local de isolamento para doenças infectocontagiosas e um local para armazenamento de medicamentos e materiais descartáveis. Já o setor de sustentação é composto de lavanderia, local para preparo de alimentos, depósito/almoxarifado, instalações para repouso de plantonistas e funcionários, sanitários/vestiários compatíveis com o número de funcionários, setor de estocagem de medicamentos, além de local para conservação de animais mortos e restos de tecidos. Por último, o setor auxiliar de diagnóstico pode ser próprio, conveniado ou terceirizado, realizado nas dependências ou fora do hospital. (CFMV, 2012).

Quando se trata de clínicas, a estrutura é semelhante, embora menor. As clínicas podem conter consultórios, setor de atendimento, ambulatório e sala para procedimentos, inclusive cirúrgicos. No geral, as clínicas têm um número maior de funcionários e atendem animais com complicações clínicas e que necessitam de cuidados mais intensivos. Em relação aos exames laboratoriais, as clínicas normalmente os realizam de forma terceirizada.

Os hospitais veterinários têm como finalidade prestar serviços de atendimento, cirurgia e exames laboratoriais para pequenos e grandes animais e, em muitos casos, para animais silvestres. Hemograma, exame comum de urina, taxas séricas de ureia e creatinina, assim como ultrassonografias e radiografias são alguns exemplos de exames que podem ser realizados no âmbito desse estabelecimento, a exemplo dos hospitais humanos. Hospitais veterinários provêm atendimento à saúde de animais, tanto para a comunidade rural quanto urbana e, durante estas atividades, há a geração de RSS

que, se não gerenciados de maneira correta, resultam em epidemias em grande área. (Mustafa; Anjum, 2009).

Desta forma, há uma vasta diversidade de RSS gerados tanto no atendimento médico e cirúrgico dos pacientes quanto de análises laboratoriais. Estas, pela possibilidade de serem realizadas por meio de um convênio terceirizado, acabam por delegar a responsabilidade de tratamento dos resíduos aos laboratórios que realizarem as análises. Entretanto, se o diagnóstico dos pacientes, por meio de imagens e análises clínicas, for realizado nas dependências do hospital veterinário, os resíduos destas fontes deverão ser devidamente tratados e encaminhados para a disposição final adequada.

Um dos riscos inerentes à prática da medicina veterinária é a exposição a agentes zoonóticos. (Weese; Peregrine; Armstrong, 2002a). De acordo com Sobsey et al. (2006), existem diversas bactérias, vírus e protozoários em animais aparentemente saudáveis, mas a transmissão destes patógenos para humanos pode causar doenças e até mesmo a morte. A exposição humana a estes micro-organismos de origem animal pode ocorrer através da exposição ocupacional, da água, da comida, do ar ou solo. O autor ainda ressalta que não há estudos que determinem o grau de persistência de patógenos, tais como vírus e parasitas, nos resíduos de animais. (Sobsey et al., 2006).

Weese, Peregrine e Armstrong (2002a) descreveram doenças zoonóticas não parasitárias encontradas por veterinários no cuidado de animais pequenos, tais como: raiva, leptospirose, salmonelose, tuberculose, clamidiose aviária, campilobacteriose, dermatofitose e blastomicose, infecções por *Staphylococcus aureus* e diarreia associada a *Clostridium difficile*. As doenças zoonóticas parasitárias descritas pelos autores, encontradas no mesmo tipo de estabelecimento, são: toxoplasmose, criptosporidiose, giardíase, doenças causadas por *Toxocara canis* e *Toxocara cati*, *Baylisascaris procyonis*, ancilostomíase e sarna sarcóptica (sarna canina). (Weese; Peregrine; Armstrong, 2002b). A identificação e caracterização de zoonoses patógenas de animais é a chave para reduzir o potencial de exposição humana, por meio da água e de outras rotas. (Sobsey et al., 2006).

Quanto à exposição ocupacional, estão vulneráveis tanto médicos veterinários e auxiliares na assistência à saúde dos animais quanto higienizadores, na limpeza e no recolhimento dos resíduos de clínicas e hospitais veterinários. Segundo Poole et al. (1998), citado por Skowronski et al. (2010), os trabalhadores que prestam assistência à saúde animal comumente lesionam-se por mordidas de animais, perfurações com agulhas, escorregões, tropeções, quedas e exposição a substâncias perigosas. O pessoal que trabalha com animais de grande porte está frequentemente submetido a situações imprevisíveis, podendo estar expostos a lesões físicas. (Epp; Waldner, 2012).

Um estudo realizado por Mustafa e Anjum (2009), em um hospital veterinário no Paquistão, revelou que o pessoal envolvido no serviço de tratamento de animais, suprimento de água, remoção de carcaças, material perfurocortante e resíduos químicos e domésticos não havia recebido qualquer tipo de treinamento quanto à manipulação dos resíduos, ao uso de equipamentos de proteção individual e ao manejo dos resíduos. Além disso, nenhum funcionário do hospital estava vacinado contra doenças zoonóticas contagiosas ou infectantes.

O autor salienta, ainda, que o uso da mesma agulha em animais diferentes é uma atividade comum, contribuindo para a disseminação de doenças entre os animais. Resultados semelhantes foram encontrados por Moro (2010), ao examinar o manejo de RSS em clínica veterinária, na qual foi observado que não havia uso de EPIs em nenhuma das etapas do manejo. A autora afirma que esse comportamento é bastante comum em clínicas dessa natureza. Ressalta ainda que o manejo incorreto dos resíduos e esses comportamentos podem estar relacionados à falta de fiscalização dos órgãos responsáveis e à falta de capacitação das pessoas envolvidas nas etapas do processo. Além disso, pode-se presumir que nos processos de formação desses profissionais, o assunto RSS não é devidamente tratado.

Cabe destacar um estudo realizado por Reis et al. (2013) com 43 estabelecimentos médicos veterinários de Salvador, o qual evidenciou que 30,6% dos profissionais entrevistados conheciam a legislação, 27,8% sabiam o que é um PGRSS, 22,2% foram informados sobre o correto manejo dos RSS durante a formação profissional e apenas 13,9% conheciam a classificação desses resíduos. Outro dado que merece destaque neste estudo é que apenas 69,4% dos estabelecimentos dispunham de coletor para perfurocortante. O fato de que apenas 22,2% dos entrevistados tiveram contato com esse assunto, na sua formação acadêmica, corrobora as constatações feitas por Corrêa et al. (2005), que utilizam esse fator como sendo uma das justificativas para o elevado número de profissionais da área que desconhecem a legislação vigente e os riscos envolvidos com o manejo inadequado de resíduos.

Médicos veterinários, auxiliares e higienizadores estão constantemente sob risco de contaminação infecciosa, quando não existem práticas adequadas de gerenciamento dos RSS em hospitais veterinários. (Mustafa; Anjum, 2009; D'souza et al., 2009). Segundo os mesmos autores, caso a limpeza destes estabelecimentos não seja efetuada rigorosamente, os animais ficam expostos ao risco de contrair doenças a partir do solo, através da boca, de inalação ou de feridas.

Desta forma, a responsabilidade sobre o gerenciamento dos RSS recai sobre todos os geradores de resíduos – médicos veterinários, auxiliares, técnicos de radiologia e técnicos laboratoriais –, tanto no atendimento dos pacientes quanto no diagnóstico dos mesmos, por meio de imagens e análises clínicas. Destaque especial merecem os higienizadores, que têm papel importante neste cenário, pois são os agentes que realizarão a coleta interna dos resíduos, transportando-os até o local de armazenamento temporário para posterior coleta.

O papel dos higienizadores, no manejo dos resíduos, é muito importante, pois estes têm a responsabilidade de coletar o resíduo, armazená-lo no local correto e recolocar os sacos de cores adequadas nos dispositivos de acondicionamento, para que a segregação seja mantida e não ocorra a mistura das diferentes classes de resíduos. Ainda, estes profissionais têm a responsabilidade de lidar com os resíduos de forma cuidadosa, tanto na coleta quanto no transporte e armazenamento, para que acidentes de trabalho sejam evitados e não ocorram prejuízos a sua saúde. É importante salientar que, de acordo com o Manual de Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde da Anvisa (Brasil, 2006), estes trabalhadores sempre devem estar munidos de

Equipamentos de Proteção Individual (EPIs), tais como: luvas, jaleco, botas, óculos e máscara, durante a realização de coleta e transporte dos RSS.

Além dos resíduos comumente encontrados em hospitais de assistência à saúde humana, Pilger e Schenato (2008) e Skowronski et al. (2010) encontraram, após a caracterização dos resíduos de hospitais veterinários, particularidades desta fonte geradora, tais como: amostras (de culturas, fezes, sangue, ração, pastagem, peças anatômicas); tecidos de animais e pelos; embalagens com inseticidas; lata de comida; serragem; dejetos de animais; vísceras e carcaças de animais, e forrações (papel jornal).

A Resolução 1.015 (CFMV, 2012) cita que o hospital veterinário deverá manter convênio com empresa devidamente credenciada para recolhimento de cadáveres e resíduos. Em se tratando de hospitais veterinários federais, a medida é assegurada por meio de contratos realizados com empresas especializadas em processos licitatórios públicos.

O estudo realizado por Pilger e Schenato (2008), em um hospital veterinário universitário no Rio Grande do Sul, identificou que os resíduos gerados em maior quantidade foram do Grupo A, em relação às demais classes, sendo responsáveis por 78,6% do total gerado; seguido por 18,3% de resíduos comuns (Grupo D). O mesmo trabalho mostrou que a área de internação e procedimentos cirúrgicos foi a que teve a maior quantidade de resíduos gerados – 75,9% do total; os serviços administrativos e de ensino foram responsáveis pela geração de 18,2%; laboratórios de diagnóstico geraram 4,8% e o atendimento clínico em consultórios foi a área que gerou menos resíduos – 1,1% da totalidade. A caracterização dos resíduos gerados neste hospital apontou que 19,3% de resíduos do Grupo D (comuns) são encaminhados como resíduos infectantes para tratamento e disposição final – uma considerável fração do total de resíduos que estão sendo tratados desnecessariamente, acarretando um custo maior para o manejo destes resíduos. Os autores ainda projetam que mais de 7 t/ano de resíduo comum são destinadas para tratamento e disposição final, juntamente com resíduos infectantes. Este estudo averiguou ainda que 0,7% de resíduo infectante é misturado com o comum e destinado para o aterro sanitário, expondo funcionários que manejam estes resíduos e o meio ambiente ao risco de uma possível contaminação. Este comportamento remete a necessidade de aprimoramento de segregação, primeira etapa do gerenciamento dos RSS.

Moro (2010), também em estudo realizado sobre o gerenciamento de resíduos em clínica veterinária, observou que a maior geração é de resíduos comuns, enquanto que de perfurocortantes e infectantes é pequena. As principais falhas com o manejo ocorrem na segregação e identificação do material.

Dados como o do estudo de Pilger e Schenato (2007) e Moro (2010) mostram que a segregação dos RSS ainda é realizada com precariedade, não apenas em hospitais de atendimento à saúde humana, mas também naqueles que prestam atendimento à saúde animal.

Uma pesquisa realizada em Durban, na África do Sul em 2003, teve como objetivo conhecer as práticas relacionadas ao manejo de RSS provenientes de clínicas veterinárias, um grupo de resíduos que até então havia sido negligenciado

pelos geradores e pela legislação. O estudo mostrou que muitos médicos veterinários não estavam cientes de suas responsabilidades, como geradores de RSS, bem como algumas empresas contratadas para realizar o gerenciamento desses resíduos. Práticas incorretas ocorrem nesse gerenciamento durante as atividades veterinárias, seguidas por medidas inadequadas de transporte e disposição final, bem como informações e equipamentos insuficientes para adequar o pessoal que trabalha no manejo dos RSS, são apenas alguns aspectos levantados na pesquisa referente às falhas no processo. (Muswema, 2003).

Ferrari (2006) comenta que há uma lacuna de dados sobre resíduos provenientes de estabelecimentos veterinários, tanto no Brasil quanto no Exterior, e que ainda não existem dados oficiais no nosso País quanto aos RSS provenientes de centros de atendimento à saúde animal, além do fato de a legislação atual demonstrar falhas referentes à geração e ao manejo destes resíduos, que devem ser corrigidas.

Na classificação dos resíduos pela Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) e pela Resolução Conama 358 (Brasil, 2005), os resíduos infectantes diretamente vinculados à animais e ao seu cuidado são explicitados no quadro 1.

O tratamento dos resíduos do Grupo A1 segue os procedimentos iguais ao atendimento humano: devem ser submetidos a tratamento no local de geração ou, previamente, à disposição final, utilizando-se processo físico ou outros processos para a redução/eliminação da carga microbiana. Quando não houver descaracterização física das estruturas, devem ser acondicionados em saco branco leitoso; em caso de descaracterização física, devem ser acondicionados como resíduos do Grupo D. (Brasil, 2004).

A particularidade desta fonte geradora requer atenção especial, principalmente devido ao porte dos animais atendidos. Os cadáveres de equinos e bovinos, por exemplo, quando suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica, e com risco de disseminação, devem ser submetidos a tratamento antes da disposição final. Se, devido ao porte do animal, houver a necessidade de fracionamento, é necessário que a autorização do órgão de saúde competente para a realização deste procedimento conste no PGRSS. (Brasil, 2004).

Ainda, a legislação prevê que os resíduos do Grupo A2, que contenham micro-organismos com alto risco de transmissão e alto potencial letal devem ser submetidos a processos físicos ou a outros processos para a redução ou eliminação da carga microbiana, ainda no local da geração e, posteriormente, devem ser encaminhados para tratamento térmico por incineração. (Brasil, 2004).

Os resíduos do Grupo A4, por não possuírem riscos de contaminação por inoculação de micro-organismos, não necessitam de tratamento e devem ser dispostos em local licenciado para a disposição final de RSS. (Brasil, 2004).

Conforme a legislação para tratamento dos resíduos do Grupo A5, estes devem ser sempre acondicionados em dois sacos vermelhos, utilizados como barreira de proteção – respeitada a capacidade imposta pela norma – e posteriormente encaminhados, impreterivelmente, à incineração. (Brasil, 2004).

Quadro 1 – Classificação dos RSS por grupo de resíduo segundo Anvisa e Conama

	CLASSIFICAÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE	
Grupo A	*Resíduos biológicos* – Resíduos com a possível presença de agentes biológicos que, por suas características de maior virulência ou concentração, podem apresentar risco de infecção	
	A1	– Culturas e estoques de micro-organismos; resíduos de fabricação de produtos biológicos, exceto os hemoderivados; descarte de vacinas de micro-organismos vivos ou atenuados; meios de cultura e instrumentais utilizados para transferência, inoculação ou mistura de culturas; resíduos de laboratórios de manipulação genética – Resíduos resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação biológica por agentes da classe de risco 4; micro-organismos com relevância epidemiológica e risco de disseminação ou causadores de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido – Bolsas transfusionais contendo sangue ou hemocomponentes, rejeitadas por contaminação ou por má-conservação, ou com prazo de validade vencido, e aquelas oriundas de coleta incompleta – Sobras de amostras de laboratório contendo sangue ou líquidos corpóreos; recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, contendo sangue ou líquidos corpóreos na forma livre
	A2	– Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações; cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação, que foram submetidos ou não a estudo anatomopatológico ou de confirmação diagnóstica
	A3	– Peças anatômicas (membros) do ser humano; produto de fecundação sem sinais vitais, com peso menor que 500 gramas, ou estatura menor que 25 centímetros, ou idade gestacional menor que 20 semanas, que não tenham valor científico ou legal e não tenha havido requisição pelo paciente ou por familiares
	A4	– *Kits* de linhas arteriais, endovenosas e dialisadores, quando descartados – Filtros de ar e gases aspirados de área contaminada; membrana filtrante de equipamento médico-hospitalar e de pesquisa, entre outros similares – Sobras de amostras de laboratório e seus recipientes contendo fezes, urina e secreções, provenientes de pacientes que não contenham nem sejam suspeitos de conter agentes classe de risco 4, nem apresentem relevância epidemiológica e risco de disseminação, ou micro-organismo causador de doença emergente que se torne epidemiologicamente importante, ou cujo mecanismo de transmissão seja desconhecido ou com suspeita de contaminação com príons – Resíduos de tecido adiposo proveniente de lipoaspiração, lipoescultura ou outro procedimento de cirurgia plástica que gere este tipo de resíduo – Recipientes e materiais resultantes do processo de assistência à saúde, que não contenham sangue ou líquidos corpóreos na forma livre – Peças anatômicas (órgãos e tecidos) e outros resíduos provenientes de procedimentos cirúrgicos, ou de estudos anatomopatológicos, ou de confirmação diagnóstica – Carcaças, peças anatômicas, vísceras e outros resíduos provenientes de animais não submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como suas forrações – Bolsas transfusionais vazias ou com volume residual pós-transfusão
	A5	– Órgãos, tecidos, fluidos orgânicos, materiais perfurocortantes ou escarificantes e demais materiais resultantes da atenção à saúde de indivíduos ou animais, com suspeita ou certeza de contaminação com príons

Fonte: Adaptado de Brasil (2004) e de Brasil (2005).

O tratamento dos resíduos dos demais grupos segue as mesmas especificações descritas na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), para resíduos gerados no atendimento humano. Uma peculiaridade desta fonte geradora, quanto aos resíduos do Grupo B, é a questão dos pacientes tratados com quimioterápicos antineoplásicos; a legislação preconiza que as excretas destes pacientes podem ser eliminadas no esgoto sanitário, desde que haja o Sistema de Tratamento de Esgotos na região onde o serviço é prestado; caso contrário, estas devem ser tratadas previamente no próprio estabelecimento. (Brasil, 2004). Entretanto, tratando-se de um hospital veterinário, as excretas são usualmente coletadas em jornais e acondicionadas juntamente com os resíduos comuns, tendo a mesma disposição final destes. Em relação aos resíduos do Grupo C, a legislação prevê que o tratamento das excretas de animais submetidos à terapia ou a experimentos com radioisótopos deve ser feito, de acordo com os procedimentos constantes no Plano de Radioproteção. (Brasil, 2004).

Após realizar um trabalho em um hospital veterinário de uma Instituição de Ensino Superior, Ferrari (2006) constatou, por meio de observação direta e da caracterização dos resíduos provenientes daquele estabelecimento, que existem lacunas na legislação vigente, no que tange à classificação de alguns resíduos específicos dessa fonte geradora e, desta forma, propôs sugestões de alterações na legislação atual, a fim de abranger a totalidade dos resíduos gerados por estes estabelecimentos, conforme apresentadas a seguir:

- *em relação aos cadáveres de animais de serviços relacionados à assistência*: a autora sugere que quando não classificados como Grupo A2, os cadáveres deverão ser considerados como resíduos comuns, e seu manejo deverá ser realizado como tal, a fim de evitar custos com tratamento e disposição final – visto que a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) inclui cadáveres de animais provenientes de serviços de assistência, como resíduos pertencentes ao Grupo A4, ou seja, resíduos infectantes que poderiam ser dispostos, sem tratamento prévio, em local devidamente licenciado para disposição final de RSS. Ainda no mesmo instrumento, a Anvisa sugere que os cadáveres podem ser considerados resíduos comuns, pois, ao tratar do acondicionamento deste tipo de resíduo, determina que

  > os cadáveres de animais podem ter acondicionamento e transporte diferenciados, de acordo com o porte do animal, desde que submetidos à aprovação pelo órgão de limpeza urbana responsável pela coleta, transporte e destinação final deste tipo de resíduo. (Brasil, 2004).

- *quanto à cama ou forração de animais ou cadáveres com suspeita de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação*: devido à grande utilização de jornais para forração dos canis ou das salas onde os animais permanecem internados, Ferrari (2006) aconselha que estes resíduos sejam classificados como Grupo A2 e recebam manejo

como tal, visto que, no Grupo A2 da legislação atual, estão incluídas as forrações de carcaças, peças anatômicas e vísceras provenientes de animais submetidos a processos de experimentação com inoculação de micro-organismos, bem como cadáveres de animais suspeitos de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e risco de disseminação. Porém, as forrações destes não estão incluídas e também não são citadas as forrações de animais que não morreram, mas eram suspeitos ou eram efetivamente portadores dos micro-organismos em questão. Já em relação à cama ou forração de animais ou cadáveres provenientes de serviços de assistência, que não possuem doenças infectocontagiosas, a autora sugere que estes resíduos sejam tratados como resíduos comuns, visto que a legislação atual classifica que papel de uso sanitário e fralda, absorventes higiênicos e restos alimentares de pacientes, quando não classificados como A1, podem ser considerados resíduos comuns. (Ferrari, 2006).

- *em relação às fezes de animais suspeitos de serem portadores de doenças infectocontagiosas*: foi sugerido no estudo que, assim como acontece com as forrações, as fezes sejam consideradas do Grupo A2 quando provenientes de animais com suspeita de serem portadores de micro-organismos de relevância epidemiológica e com risco de disseminação. Tratando-se das fezes de animais provenientes de serviços de assistência, aconselha-se que estas sejam consideradas resíduos comuns quando não enquadradas no Grupo A1, da mesma forma como ocorre com os papéis de uso sanitário e fraldas de uso humano. (Ferrari, 2006).

Por fim, cabe destacar que, embora seja exigência legal, o Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS), quando existente, tende a ser incompleto. Significa que o mesmo não é utilizado para orientar os processos a serem realizados com os resíduos gerados nestes estabelecimentos de saúde, e a fiscalização desses também não tem o mesmo rigor daquela de estabelecimentos que prestam assistência à saúde humana, o favorece a manutenção de comportamentos não adequados nestas instituições.

21.1 Considerações finais

Nota-se que os hospitais veterinários, que são uma importante fonte geradora de resíduos, comumente não têm recebido a devida atenção quanto ao risco potencial das atividades desenvolvidas. É necessário e importante que políticas para o gerenciamento dos RSS sejam adotadas, visando a saúde ocupacional de médicos-veterinários, técnicos de laboratórios e radiografia e higienizadores, como também a qualidade do ambiente.

Apesar da dificuldade em implantar o PGRSS, sua obrigatoriedade leva os estabelecimentos de saúde, inclusive os veterinários, a estarem em conformidade

com a legislação vigente. Neste processo vale lembrar que a educação ambiental é um recurso que deve ser usado em benefício da implantação e eficácia do gerenciamento dos RSS.

É importante ressaltar que mais estudos devem ser feitos quanto aos resíduos provenientes do atendimento veterinário, como o tempo de permanência de micro-organismos infectantes e zoonóticos nos resíduos, para que assim possa ser avaliado e concluído se a atual legislação sobre RSS abrange correta e totalmente os resíduos gerados na assistência à saúde animal, ou se existem lacunas quanto ao correto manejo destes resíduos.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 7 de dezembro de 2004.* Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o Gerenciamento dos Resíduos de Serviços de Saúde. Brasil, DF, 2004.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Manual de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde*. Brasília, DF, 2006.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 358, de 29 de abril de 2005.* Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos de serviços de saúde e dá outras providências. Brasil, DF, 2005.

CONSELHO FEDERAL DE MEDICINA VETERINÁRIA (CFMV). *Resolução 1.015, de 9 de novembro de 2012.* Conceitua e estabelece condições para o funcionamento de estabelecimentos médicos veterinários, e dá outras providências. 2012.

CORRÊA, L. B. et al. O saber resíduos sólidos de serviços de saúde na formação acadêmica: uma contribuição da educação ambiental. *Interface Comunicação em Saúde*, v. 9, n. 18, p. 571-584, 2005.

D'SOUZA, E. et al. Management of occupational health risks in small-animal veterinary practices. *Occupational Medicine*, v. 59, p. 316-322, 2009.

EPP, T.; WALDNER, C. Occupational health hazards in veterinary medicine: physical, psychological, and chemical hazards. *CanVet J*, v. 53, p. 151-157, 2012.

FERRARI, L. D. R. *Análise da produção e manejo de resíduos de saúde no Hospital Veterinário da UFPR:*propostas de classificação e gerenciamento interno. 2006. 96 fls. Dissertação (Mestrado). Curso de Pós-graduação em Ciências Veterinárias, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

MORO, C. G. *Gestão de resíduos em uma clínica veterinária*. Faculdade de Veterinária, Porto Alegre: UFRGS, 2010. (Monografia).

MUSTAFA, M. Y; ANJUM, A. A. A Total Quality Management Approach Handle Veterinary Hospital Waste Management. *The Journal of Animal & Plant Sciences*, v. 19, p. 163-164, 2009.

MUSWEMA, A. P. *An audit of veterinary waste management in Durban*. 2003. 129 fls. Dissertação. Master in Environmental Management, University of Natal, Durban, South Africa, 2003.

PILGER, R. R.; SCHENATO, F. Classificação dos resíduos de serviços de saúde de um hospital veterinário. *Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental*, v. 13, n. 1, p. 23-28, 2008.

POOLE, A. G. et al. Survey of occupational health hazards in companion animal practices. *Am.Vet. Med. Assoc.*, v. 212, n. 9, p.1386–1388, 1998.

REIS, M. A. et al. Conhecimento, prática e percepção sobre o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde em estabelecimentos médicos veterinários de Salvador, Bahia. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, Salvador, v. 14, n. 2, p. 287-298, abr./jun. 2013.

SKOWRONSKI, J. et al. Estudos sobre os resíduos de serviços de saúde gerados no hospital veterinário de uma universidade pública do Mato Grosso do Sul. *Engenharia Ambiental*, v. 7, p.1 45-162, 2010.

SOBSEY, M. D. et al. Pathogens in animal wastes and the impacts of waste management practices on their survival, transport and fate.In: Rice, J. M.; Caldwell, D. F.; Humenik, F. J. *Animal agriculture and the environment.* St. Joseph: ASABE, 2006. P. 609-666.

WEESE, J. S.; PEREGRINE, A. S.; ARMSTRONG, J. Occupational health and safety in small animal veterinary practice: part I – nonparasitic zoonotic diseases. *Can Vet J*, v. 43, p. 631-636, 2002a.

_____. Occupational health and safety in small animal veterinary practice: part II – parasitic zoonotic diseases. *Can Vet J*, v. 43, p. 799-802, 2002b.

22

Gerenciamento de resíduos eletroeletrônicos em estabelecimentos de assistência à saúde

Tiago Panizzon
Geraldo Antônio Reichert
Vania Elisabete Schneider

Resíduo de Equipamento Eletroeletrônico (REEE), ou "lixo eletrônico", ou *e-waste*, é uma expressão genérica utilizada para abranger diversas formas de equipamentos elétricos e eletrônicos, que não têm mais valor para seus proprietários. Estima-se que, durante 2012, foram geradas aproximadamente 712.700 t de REEEs no Brasil, tendo uma taxa de crescimento na geração de 1,6% ao ano. Neste ritmo, o Brasil chegará à marca de 1.000.000 t de REEEs gerados por ano em 2033. (Feam 2009).

Não existe, até o momento, uma definição padrão sobre o que consiste um REEE no Brasil, tendo em vista que a PNRS (Lei Federal 12.305; Brasil, 2010), apesar de tratar dos REEEs, no âmbito da logística reversa, não define a sua composição e classificação.

Em termos práticos, porém, a indústria e o comércio trabalham, em sua maioria, com a classificação trazida pela Agência Brasileira de Desenvolvimento Industrial (Abdi), que considera equipamento eletroeletrônico "todo o produto cujo funcionamento depende do uso de corrente elétrica ou campos magnéticos para funcionar". (ABDI, 2013, p. 17). A entidade, por sua vez, os classifica em linha branca, marrom, azul e verde, conforme apresentado abaixo:

- *linha marrom*: televisor tubo/monitor, televisor plasma/LCD/monitor, DVD/VHS, produtos de áudio;
- *linha verde*: *desktops, notebooks*, impressoras, aparelhos celulares;

- *linha branca*: geladeiras, refrigeradores e congeladores, fogões, lava-roupas, ar-condicionado;
- *linha azul*: batedeiras, liquidificadores, ferros elétricos e furadeiras.

Essa categorização representa em torno de 95% dos REEEs gerados em residências, os quais consistem em equipamentos domésticos como geladeiras, ferro de passar, aspirador de pó, equipamentos de informática e pequenos equipamentos, como câmeras fotográficas. (Widmer et al., 2005).

Porém, enquanto a classificação da Abdi é suficiente para trazer os principais equipamentos eletroeletrônicos utilizados em residências, ela falha no momento em que é preciso incluir outros equipamentos encontrados em pequenas quantidades, mas de elevada complexidade, como é o caso dos eletroeletrônicos utilizados em hospitais.

Por tal motivo, a classificação mais utilizada mundialmente é a trazida pela Diretiva Europeia 2012/19/UE (Parlamento Europeu, 2012), que trabalha com 10 categorias, citando diretamente mais de 100 tipos de REEEs:

Quadro 1 – Categorias de eletroeletrônicos segundo a Diretiva Europeia 2012/19/EU

Categoria	Componentes
Grandes eletrodomésticos	Refrigerador, máquinas de lavar, micro-ondas, ar-condicionado, etc.
Pequenos eletrodomésticos	Aspirador de pó, sanduicheira, ferro de passar, máquina de café, relógios, etc.
Equipamentos de informática e telecomunicações	Desktop, celulares, telefones de mesa, impressoras, servidores, aparelho de fax, etc.
Equipamentos de consumo e painéis fotovoltaicos	Câmera fotográfica, câmera de vídeo, instrumentos musicais, amplificadores de áudio, etc.
Equipamentos de iluminação	Luminárias, reatores, lâmpadas (com exceção das filamentosas), etc.
Ferramentas elétricas e eletrônicas	Serra, furadeira, parafusadeira, máquina de costura, lixadeira, cortador de grama, etc. Essa classificação não inclui ferramentas industriais
Brinquedos e equipamentos de esporte e lazer	Trens e carros elétricos, *videogames*, equipamentos eletrônicos para corredores, ciclistas, mergulhadores, etc.
Aparelhos médicos	Equipamentos de radioterapia, diálise, etc. Não estão incluídos produtos implantados e/ou infectados
Instrumentos de monitoramento e controle	Termostato, detector de fumaça, controlador de temperatura, etc.
Distribuidores automáticos	Caixas eletrônicos, máquinas de refrigerante, etc.

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Parlamento Europeu (2012).

É importante destacar que, em grandes estabelecimentos de saúde, serão evidenciados REEEs em praticamente todas as categorias, com exceção da categoria 10 (distribuidores automáticos), visto que poucos estabelecimentos contam com esse tipo de equipamento.

Porém, o grande diferencial diz respeito às categorias 8 e 9, que tratam de equipamentos utilizados no tratamento da saúde, também ditos equipamentos eletromédicos, e de ensaios laboratoriais, ambos empregados em estabelecimentos de saúde. Esses equipamentos representam um desafio à parte na gestão de REEEs, visto que as empresas de reciclagem, via de regra, não recebem este tipo de material.

22.2 Características e reciclagem

Uma das grandes dificuldades da reciclagem dos REEEs deve-se a sua composição. Conforme *Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology* (EMPA, 2012), este tipo de resíduo é composto por diversos elementos, dentre eles metais ferrosos, alumínio, chumbo, plástico, vidros, e até mesmo materiais mais valiosos, como ouro, prata e paládio. A tabela 1 apresenta uma síntese da composição destes resíduos.

Tabela 1 – Composição dos REEEs, em porcentagem

Material	Grandes aparelhos domésticos	Pequenos aparelhos domésticos	Equipamentos de TI e telecomunicações
Metal ferroso	43	29	36
Alumínio	14	9,3	5
Cobre	12	17	4
Chumbo	1,6	0,57	0,29
Cádmio	0,0014	0,0068	0,018
Mercúrio	0,000038	0,000018	0,00007
Ouro	0,00000067	0,00000061	0,00024
Prata	0,0000077	0,000007	0,0012
Paládio	0,0000003	0,00000024	0,00006
Índio	0	0	0,0005
Plásticos bromados	0,29	0,75	18
Outros plásticos	19	37	12
Vidro de chumbo	0	0	19
Outros vidros	0,017	0,16	0,3
Outros	10	6,9	5,7
TOTAL	**100**	**100**	**100**

Fonte: Adaptada de EMPA (2012).

Um aspecto que fica evidente, nos dados apresentados, é que alguns poucos componentes, como metais ferrosos e plásticos, compõem a maior parte dos REEEs. Em contrapartida, os dados da tabela 1 também demonstram dificuldade em relação à reciclagem de REEEs, devido à elevada diversidade de elementos que os compõem, o que acaba por dificultar, em muito, sua triagem e reciclagem.

Em certos tipos de equipamentos médicos e de monitoramento, essa situação é ainda mais evidente. Um bom exemplo é o caso dos aparelhos de raios X, em que a maior parte é formada pela estrutura metálica de suporte do sistema, de fácil reciclagem. Contudo, o conjunto emissor de raios X é formado por diversos componentes (chumbo, vidro, tungstênio, cobre, dentre outros), o que torna a sua reciclagem complexa.

Como agravante, muitos dos componentes encontrados em REEEs representam risco à saúde humana e ao meio ambiente. Exemplo disso é o chumbo (afeta o sistema nervoso), mercúrio (causa danos ao cérebro e aos rins), cádmio (causa danos aos pulmões e rins) e cromo. Paralelamente, há ainda as PBBs (bifenilaspolibromadas) e PBDEs (éter difenilpolibromados), utilizados como retardantes de chamas, os quais atuam como disruptores endócrinos, causando desequilíbrios ao sistema hormonal de humanos e animais.

A separação desses componentes, tanto os tóxicos quanto os não tóxicos, vem se mostrando uma tarefa complexa. No Brasil, a maior parte da separação de REEEs é feita de forma manual, por meio da desmontagem do equipamento e separação dos componentes. Em países desenvolvidos, a manufatura reversa de REEEs é, em sua maioria, realizada por meio do processo de moagem dos resíduos e da separação de seus diversos componentes de forma automatizada.

É importante destacar que, em ambos os casos, é necessário primeiro separar determinados componentes de maior risco. Exemplo disso é o tetrafluoretano encontrado em *freezers* e geladeiras, o qual precisa primeiramente ser extraído para após possibilitar a reciclagem da carcaça metálica, ou os tubos de raios catódicos encontrados em monitores e televisores CRTs (os chamados televisores de tubo catódicos). O conjunto emissor, no caso do exemplo de aparelhos de raios X, consiste em outro exemplo de componente que agrega risco ao REEE, precisando ser removido e reciclado em separado.

Outra grande dificuldade na reciclagem de REEEs diz respeito às placas de circuito impresso. Responsáveis por fixar e conectar os componentes eletrônicos, estas placas se destacam pela grande complexidade em termos de composição de materiais e de conexão entre eles. Estas representam em torno de 8% de todo REEE doméstico (Wrap, 2009) e 3% da massa total de REEEs. (Dalrymple et al., 2007).

Em geral, as placas de circuito impresso são compostas de plástico e cobre, porém outros elementos de alto valor de mercado, tais como ouro e prata, podem ser recuperados. A recuperação, contudo, é complexa, demandando processos como moagem, separação magnética, separação por tamanho e/ou por densidade ou, mesmo, através de lixiviação química, sendo a tecnologia dominada por poucas empresas no mundo.

Na realidade, a composição das placas varia inclusive entre diferentes equipamentos e, em menor grau, entre diferentes fabricantes. A tabela 2 apresenta um exemplo de composição de placa de circuito impresso de computadores contendo oito metais distintos; porém, dependendo da placa, esse número pode ser ainda maior.

Tabela 2 – Concentração de diferentes metais em placas de circuito impresso (PCI)

Elemento	% em média na PCI
Alumínio	1,79
Chumbo	1,2
Zinco	0,17
Níquel	0,17
Ferro	1,31
Estanho	3,17
Cobre	21,19
Ouro	10 ppm

Fonte: Veit (2005).

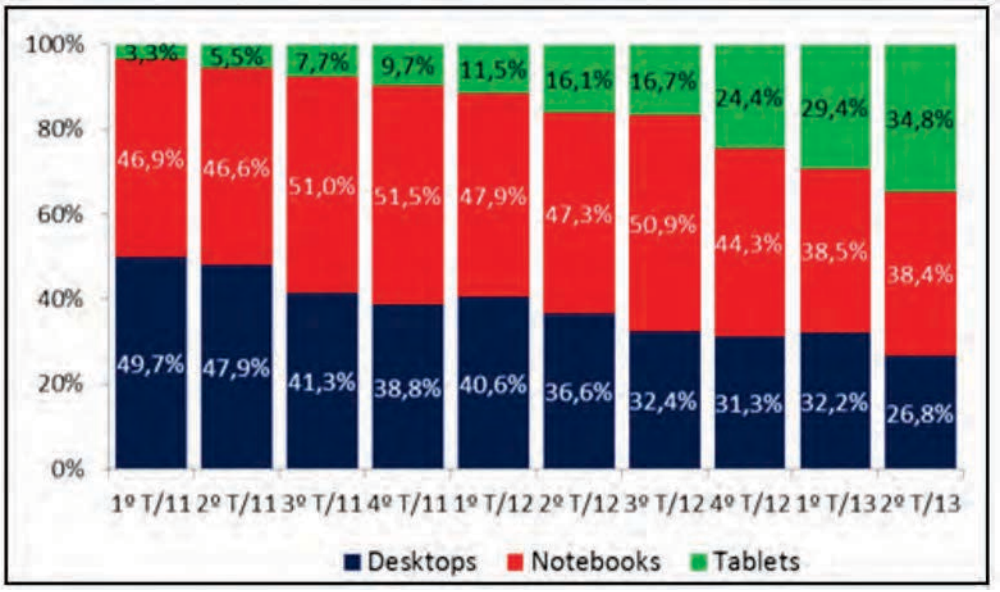
Além da heterogeneidade, outra importante característica dos REEEs é a rápida variação da sua composição com o passar do tempo. Como este tipo de resíduo é reflexo das evoluções tecnológicas, mudanças nas tecnologias adotadas implicam necessariamente mudanças nas características dos REEEs. Isso significa que os resíduos que vemos hoje podem variar significativamente daqueles vistos a daqui 5 ou 10 anos.

Um exemplo evidente disso é a indústria de televisores, na qual, em menos de uma década, tivemos a substituição do televisor de tubo catódico pelo LCD convencional e pelo plasma, os quais por sua vez foram substituídos pelo LCD com luz de LED, e que nos próximos anos deverá ser substituído por outras tecnologias como OLED (diodo orgânico emissor de luz) e QLED (diodo quântico emissor de luz), já adotados em celulares e *tablets*.

Da mesma forma, os computadores de mesa, os quais representavam a maior parte do resíduo de informática, vêm sendo substituídos por *notebooks*, *tablets* e *smartpfones*, sendo que os dois últimos sequer existiam há uma década. Essa evolução pode ser claramente observada na figura 1. Toda essa rapidez nas alterações das características dos resíduos dificulta em muito o planejamento da gestão de REEEs em longo prazo, uma vez que toda a cadeia produtiva (coleta, triagem e reciclagem) precisa se adaptar, sendo um dos grandes desafios à gestão de REEEs.

No caso de REEEs de aparelhos médicos e de ensaios laboratoriais, essa variação pode ser sentida ainda com mais intensidade, uma vez que os equipamentos utilizados possuem vida útil longa. De fato, uma análise do Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia (Ibape, 2007) aponta que a maior parte dos equipamentos hospitalares possui vida útil na faixa de 10 anos, podendo chegar a 25, no caso dos aparelhos de raios X.

Figura 1 – Fatia de mercado de *desktops*, *notebooks* e *tablets* (2011-2013)



Fonte: Abinee (2013).

Dessa forma, é muito comum que, na hora de substituir o equipamento, a tecnologia utilizada no aparelho antigo já tenha inclusive sido abandonada. Tendo em vista o baixo número de equipamentos que são vendidos nesse período, corre-se o risco de não haver uma cadeia de reciclagem formada, uma vez que não há justificativa econômica para a implantação de um sistema desses.

22.2 Situação legal

Com a aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), ficou instituída a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos. Dessa forma, indústrias e revendedores tornam-se os grandes responsáveis por recolher seus produtos, no final da vida útil, e destiná-los corretamente, preferencialmente para reciclagem.

Porém, isso não significa dizer que, por exemplo, a indústria deve coletar individualmente cada produto vendido. A forma como isso deve ser executado está aberta a discussões, podendo ser desde a implantação de ecopontos até campanhas periódicas de coleta, desde que os custos sejam arcados pela indústria e pelo comércio, e não pelos consumidores e pelo Poder Público.

Esse processo de entrega do resíduo pelo cidadão e seu encaminhando de volta à indústria denomina-se logística reversa. A definição de como esse processo ocorrerá é um procedimento que envolve discussões entre indústria, comércio, Poder Público e cidadãos, uma vez que busca um modelo que seja bom para todas as partes.

Com a aprovação da PNRS, ficou instituída a necessidade de regulamentação de cinco sistemas de logística reversa, a saber: pilhas e baterias; pneus; óleos lubrificantes, seus resíduos e embalagens; lâmpadas fluorescentes, de vapor de sódio e mercúrio e de luz mista; e produtos eletroeletrônicos e seus componentes. Posteriormente, foram ainda instituídas a necessidade de logística reversa para embalagens em geral e medicamentos.

Neste momento, o Brasil encontra-se ainda no aguardo da aprovação de uma legislação específica, a partir do Grupo Técnico Temático 004 (GTT – 004), responsável por definir a logística reversa dos REEEs.Torna-se importante ressaltar, porém, que, apesar de ainda não definido, o processo de logística reversa permanece sendo responsabilidade da cadeia de produção e comercialização (indústria e vendedores).

Na realidade, a logística reversa, que vem sendo discutida, refere-se muito mais aos REEEs comuns, como é o caso das linhas verde, marrom, branca e azul, do que daqueles específicos de instituições de saúde, como oxímetros, ventiladores pulmonares, monitores cardíacos, negatoscópios, etc. Esses equipamentos possuem, em sua composição, sensores complexos que não podem ser reciclados pelos meios convencionais disponíveis no mercado. Por esse motivo, para o descarte desse tipo de resíduo, deve ser contatado o fabricante, que, legalmente, é responsável pela sua correta destinação.

Cabe ainda destacar que alguns estados e municípios brasileiros possuem legislações próprias acerca dos REEEs, como é o caso do Rio Grande do Sul (2010), Paraná (2008) e São Paulo (2009). Porém, recomenda-se cautela na leitura dessas leis, uma vez que muitas são anteriores à PNRS, havendo elementos contraditórios.

22.3 REEEs em instituições de saúde – estudo de caso em um hospital de ensino

Com o objetivo de contextualizar a problemática da geração de REEEs na assistência à saúde, foram feitos levantamentos em um hospital público de ensino localizado no Município de Caxias do Sul (RS). Nesse estudo, foram avaliadas as dificuldades e os problemas na gestão de REEEs, tendo sido observadas várias possibilidades de melhoria nesse sentido.

Por meio dos dados obtidos no estudo, evidenciou-se que a maior parte dos REEEs era composta por resíduos de informática, especialmente computadores e monitores, incluindo ainda outros equipamentos como geladeiras, ar-condicionado, telefones e balanças. Outros REEEs utilizados na assistência foram também identificados, a exemplo de incubadoras, autoclaves, bombas de infusão, ventiladores pulmonares e focos cirúrgicos. As figuras 2 a 5 apresentam alguns dos REEEs encontrados durante o desenvolvimento do estudo.

Cabe destacar que o setor de manutenção do hospital estima uma vida útil média de 20 anos para os equipamentos médicos utilizados, o dobro do recomendado pelo Ibape (2007). A utilização de equipamentos eletroeletrônicos por um período superior ao recomendável traz consigo um conjunto de problemas de confiabilidade

e custo de manutenção; porém, uma vez que tal prática é considerada comum, este aspecto já era esperado. Questões financeiras costumam ser o principal motivo para a ocorrência desse incremento no tempo de utilização.

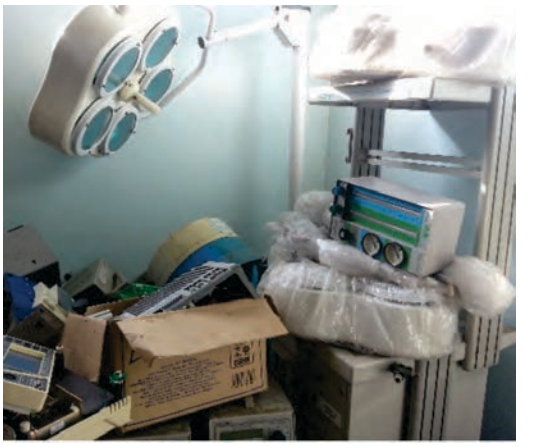
Ainda, devido a essa elevada vida útil dos equipamentos no hospital analisado, muitos tipos de aparelhos comprados não haviam até o momento sido descartados. Desta forma, prevê-se para os próximos anos um significativo aumento na variedade de descarte de REEEs.

Figura 2 – Computadores e monitores descartados

Figura 3 – Autoclave descartada

Figura 4 – Incubadora descartada

Figura 5 – REEEs biomédicos diversos



Fonte: Arquivos dos autores (2014).

A principal dificuldade encontrada para a gestão de REEEs, no hospital analisado, diz respeito à responsabilidade pelos resíduos gerados. Por tratar-se de um hospital público, administrado por uma universidade, para funcionar como hospital de ensino, a maior parte dos equipamentos adquiridos e utilizados no hospital são oriundos de verbas públicas. Neste sentido, a gestão dos resíduos varia conforme as situações abaixo:

- *equipamentos de domínio do estado ou do município*: muitos dos REEEs adquiridos pelo hospital em estudo são fornecidos pelo estado/município, ou adquiridos com recursos oriundos destes. Assim, estes equipamentos não são propriedade do hospital, sendo necessário solicitar permissão ao estado, para poder fazer o descarte desses equipamentos;
- *equipamentos de domínio da universidade gestora do hospital*: muitos dos equipamentos de informática, em especial CPUs e monitores utilizados no hospital, são de propriedade da instituição gestora (universidade). Devido às baixas exigências computacionais do hospital, muitos dos computadores considerados obsoletos, para fins universitários, podem atender as demandas deste, havendo então transferência de uma instituição para outra;
- *equipamentos de domínio do hospital*: um pequeno número de equipamentos é de propriedade do hospital, não havendo maiores problemas para a gestão dos mesmos, além do atendimento à PNRS.

Um efeito colateral dessa multiplicidade de situações relativas à propriedade e, portanto, à responsabilidade quanto à gestão destes resíduos, diz respeito à destinação que é possível dar aos REEEs. Em geral, os equipamentos eletrônicos seguem pelo menos uma de três possibilidades antes de serem considerados REEEs: reparo, doação e/ou desmontagem/aproveitamento de peças. Essa dificuldade em relação a quem é responsável pelo equipamento representa um grande problema na execução dessas opções, em especial à doação, criando entraves na implantação de soluções que tragam benefícios não só ambientais, mas também econômicos e sociais. Estas dificuldades resultam também em acúmulo de resíduos, os quais são estocados em condições nem sempre ideais de armazenamento.

Outro aspecto que merece destaque diz respeito a que muitos dos equipamentos utilizados em estabelecimentos de saúde têm contato com pacientes portadores de doenças infectocontagiosas, havendo então o risco de transmissão dessas através do equipamento, em especial naqueles utilizados em pacientes em isolamento. Sendo assim, é fundamental a limpeza e desinfecção destes antes de, inclusive, serem encaminhados para a manutenção. Um processo de desinfecção malrealizado colocaria em risco a saúde destes funcionários e de qualquer pessoa que possa vir a ter contato com o equipamento, durante o transporte ou após reparo/desmontagem/doação.

Ressalte-se ainda o risco apresentado por alguns equipamentos quando não armazenados e acondicionados de forma segura. Cita-se o exemplo do acidente ocorrido em Goiânia, com o césio-137, considerado o maior acidente radiológico do mundo, resultando em quatro mortes oficiais (Goiás, 2012), e tendo como causa a incorreta disposição de uma cápsula de um equipamento de radioterapia contendo material radioativo, em um depósito de sucatas.

Todas essas questões representam detalhes do gerenciamento de REEEs não encontrados em instituições de outros ramos, trazendo desafios únicos a serem vencidos no gerenciamento e na destinação de REEEs em instituições de assistência à saúde. As informações trazidas neste capítulo representam apenas o início de um assunto novo, que somente começou a ser seriamente debatido após a aprovação da PNRS, e deve ganhar maiores ares a partir da aprovação da logística reversa. Cabe, porém, aos gestores de hospitais e instituições de assistência à saúde em geral buscar formas para gerenciar esse novo tipo de resíduo, sem comprometer a qualidade do importante serviço ofertado.

Referências

ABDI. Associação Brasileira de Desenvolvimento Industrial. *Logística reversa de equipamentos eletroeletrônicos*: análise de viabilidade técnica e econômica. 2013. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br>. Acesso em: 30 jun. 2014.

ABINEE. Associação Brasileira da Indústria Elétrica e Eletrônica. *Tablets puxam recorde de vendas na área de informática no 1º Semestre*. 2013. Disponível em: <http://www.abinee.org.br/noticias/com31.htm>. Acesso em: 3 dez. 2013.

BRASIL. *Lei Federal 12.305*, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. 2010. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br> Acesso em: 10 nov. 2012.

DALRYMPLE, I. et al. An integrated approach to electronic waste (WEEE) recycling. *Circuit World*, v. 33, n. 2, p. 52-58, 2007.

EMPA. Swiss Federal Laboratories for Materials Science and Technology. *e-Waste material composition.* 2012. Disponível em: <http://ewasteguide.info/material_composition>. Acesso em: 6 ago. 2012.

FEAM. Fundação Estadual de Meio Ambiente de Minas Gerais. *Diagnóstico da Geração Resíduos Eletroeletrônicos Estado de Minas Gerais*. Belo Horizonte, 2009. Disponível em: <http://ewasteguide.info/files/Rocha_2009_pt.pdf>. Acesso em: 6 ago. 2012.

GOIÁS. Césio-137, 25 anos. *Uma história para relembrar e prevenir*. 2012. Disponível em: <http://www.sgc.goias.gov.br/upload/links/arq_463_RevistaCesio25anos.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2014.

IBAPE. Instituto Brasileiro de Avaliações e Perícias de Engenharia. *Estudo de vidas úteis de máquinas e equipamentos.* São Paulo. 2007. Disponível em: <http://www.ibape-sp.org.br/arquivos/estudo_de_vidas_uteis.apresentacao.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2014.

PARANÁ. *Lei Estadual 15.851*, de 10 de junho de 2008. Dispõe que as empresas produtoras, distribuidoras e que comercializam equipamentos de informática, instaladas no Estado do Paraná, ficam obrigadas a criar e manter o Programa de Recolhimento, Reciclagem ou Destruição de Equipamentos de Informática, sem causar poluição ambiental, conforme especifica. Palácio Iguaçu, Curitiba, PR, 2008. Disponível em: <http://www.legislacao.pr.gov.br>. Acesso em: 15 mar. 2014.

PARLAMENTO EUROPEU. Diretiva 2012/19/EU. *Relativa aos resíduos de equipamentos eléctricos e eletrônicos (REEE)*. Reformulação. Jornal Oficial da União Europeia. 2012. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu>. Acesso em: 12 jun. 2013.

RIO GRANDE DO SUL. *Lei Estadual 13.533*, de 28 de outubro de 2010. Institui normas e procedimentos para a reciclagem, o gerenciamento e a destinação final de lixo tecnológico e dá outras providências. Palácio do Governo. Porto Alegre, RS, 2010. Disponível em: <http://www.bdlaw.com/assets/htmldocuments/Rio%20Grande%20do%20Sul%20Law%2013533%20of%202010.pdf>. Acesso em: 7 set. 2013.

SÃO PAULO. *Lei Estadual 13.576*, de 6 de julho de 2009. Institui normas e procedimentos para a reciclagem, gerenciamento e destinação final de lixo tecnológico. Palácio dos Bandeirantes, São Paulo, SP, 2009. Disponível em: <http://www.al.sp.gov.br>. Acesso em: 15 nov. 2013.

VEIT, H. M. *Reciclagem de cobre de sucatas de placas de circuito impresso*. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Minas, Metalúrgia e de materiais. Tese de doutorado. 2005. Disponível em: <http://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/6530>. Acesso em: 20 mar. 2014.

WRAP. Waste & Resources Action Programme Project MDD009. *Compositional analysis of kerbside collected small WEEE*: final report, 2009.

WIDMER, R. et al. Global perpectives in e-waste. Environmental Impact Assessment Review, 25(5), 436-458. Doi: 10.1016/j.ciar.2005.04.001. 2005.

23

Metodologias de otimização de roteiros de veículos coletores de resíduos de serviços de saúde

Odacir Deonisio Graciolli
Marcio Bigolin
Vania Elisabete Schneider
Gisele Cemin

Dentre os elementos funcionais que compõem o sistema de gerenciamento de resíduos, desde a geração até a disposição final, está o processo de coleta e transporte. Este processo constitui uma das maiores preocupações dos órgãos encarregados de gerenciar os resíduos. Estudos realizados no País mostram a baixa produtividade e os altos custos dispendidos pelos serviços de coleta, provocados, sobretudo, pela deficiente operação e manutenção dos equipamentos, falta de adoção de métodos e procedimentos técnicos e ausência de planejamento que integre as várias etapas dos serviços.

O processo de coleta dos resíduos de serviços de saúde, neste contexto, compreende vários fatores, tais como: profissionais, frota de veículos, itinerários, frequência, horário, ponto de coleta, entre outros. Para um adequado planejamento deste processo, estes fatores devem ser estudados e dimensionados de maneira a obter-se um sistema integrado, produtivo e eficiente.

Entre os fatores que compreendem o sistema de coleta, a determinação de roteiros é ainda realizada de forma bastante empírica na maioria dos municípios brasileiros. Neste sentido, é de fundamental importância buscar-se maior eficiência técnica na determinação dos itinerários dos veículos coletores de resíduos sólidos gerados em ambientes urbanos. A determinação de roteiros utilizando os recursos da pesquisa operacional e da informática objetiva definir automaticamente circuitos de coleta ótimos, no que se refere à capacidade de carga do veículo coletor e à redução das distâncias e do tempo, por parte dos veículos.

No processo de coleta dos resíduos urbanos, a coleta especial de RSS é um desafio à parte, pois além dos empreendimentos de assistência à saúde humana e animal estarem localizados de forma dispersa, estes são muitas vezes pequenos geradores. Neste aspecto, a elaboração de procedimentos/métodos que aumentam a eficiência dos serviços de coleta e transporte podem trazer benefícios não apenas ao controle da gestão e dos impactos decorrentes da geração destes resíduos, como também aos custos associados.

Trabalhos relacionados ao desenvolvimento de técnicas matemáticas, aplicadas ao planejamento e à otimização da coleta e do transporte de resíduos sólidos urbanos já está consolidada. Chavez (1985) desenvolveu um modelo matemático para a otimização da coleta de resíduos do bairro Jardim Santa Mônica, em Florianópolis. Godinho Filho e Junqueira (2005), por sua vez, propuseram um algoritmo para auxiliar na escolha de métodos de solução para o problema do carteiro chinês, com uma aplicação na cidade de São Carlos, em São Paulo. Mation (1982) utilizou as técnicas de resolução do problema do carteiro chinês, na otimização da coleta do Bairro Botafogo, no Rio de Janeiro. Este problema foi igualmente pesquisado em outros países, a exemplo de Liebman, Male e Watiine (1975); e Male e Liebman (1978). Por outro lado, Chiplunkar, Mehndiratta e Khanna (1981) realizaram nova abordagem heurística para a solução deste problema, com o objetivo de reduzir os custos de coleta de resíduos sólidos da cidade de Bombaim, na Índia. No entanto, trabalhos que abordem a coleta de RSS utilizando métodos matemáticos ainda é insipiente.

O planejamento dos roteiros de coleta de RSS é de suma importância para os municípios. Embora represente uma pequena parcela do total de resíduos sólidos urbanos gerados, constitui-se em fontes diretas de contaminação. Os principais estabelecimentos geradores, alvo de coleta especial para RSS, são os centros de saúde, ambulatórios, postos de assistência médica, consultórios médicos e odontológicos, casas de repouso, clínicas, hospitais, sanatórios, prontos-socorros, farmácias, serviços veterinários (principalmente clínicas e consultórios), laboratórios de pesquisa, serviços de medicina nuclear, entre outros.

A coleta de RSS é dividida em duas etapas: etapa interna e etapa externa. A etapa interna é realizada no interior da unidade geradora de resíduos e consiste no recolhimento e transporte até o ponto de armazenamento externo. A etapa externa consiste no recolhimento do resíduo dos pontos de armazenamento externo dos geradores e o transporte deste resíduo até o local de tratamento e/ou disposição final.

Diante da importância sanitária do tratamento e da disposição adequada dos resíduos sólidos urbanos, a coleta dos RSS se destaca como importante componente do processo geral de coleta de resíduos sólidos, tendo em vista o custo elevado em relação ao custo total de coleta. Sendo assim, é de fundamental importância que as empresas responsáveis pela coleta de RSS estabeleçam um controle operacional e uma dinâmica de otimização de rotas.

23.1 Roteirização de veículos

Segundo Wu (2007), a roteirização de veículos pode ser definida como o atendimento de "nós" de demanda geograficamente dispersos, sendo que para cada ligação entre um par de nós há distâncias e custos associados. O objetivo é determinar o conjunto de rotas de menor custo e que atenda as necessidades dos nós, respeitando restrições operacionais, tais como: capacidade do veículo, duração das rotas, tempo, duração da jornada de trabalho, entre outras.

O transporte, por sua natureza de distribuição espacial, gera dificuldades de planejamento e controle, principalmente por estar associado a custos operacionais, os quais, em última instância, incidem de modo desfavorável no custo final do serviço. O sistema de coleta de resíduos no âmbito municipal, por exemplo, absorve uma grande parcela de recursos destinados à limpeza urbana. Torna-se imprescindível, portanto, um serviço bem planejado.

Considerando-se que a mobilidade urbana é um elemento importante para o desenvolvimento econômico e social das cidades, proporcionar uma mobilidade eficiente torna-se essencial, sendo papel da logística o deslocamento de forma eficiente, eficaz e coordenada, abrangendo também a coleta de produtos, serviços e pessoas.

Segundo Mendes et al. (2008), em situações práticas de roteirização, é necessário lidar com grafos de grandes dimensões e complexidades, nos quais a resolução de problemas exige recursos computacionais. Embora seja conveniente a representação de grafos, por meio de diagramas de pontos ligados por linhas, tal representação é inadequada se desejamos armazenar grandes grafos em um computador. Nestes casos, a representação de matriz pode ser utilizada.

A roteirização de veículos, observada no seu sentido mais amplo, pode ser entendida como um processo de otimização operacional que consiste na programação e/ou alocação de um ou mais veículos em itinerários dos serviços de transporte (coleta e/ou entrega), com base em critérios específicos, sendo, portanto, a definição de uma ou mais rotas a serem percorridas pelos veículos de uma frota, passando por pontos específicos, caracterizados como nós de uma rede viária, ou segmentos de vias, caracterizados como arcos ou ligações.

Segundo Bodin et al. (1983) apud Farkuh Neto e Lima (2006), os problemas de roteirização podem ser classificados em três grupos principais:

- problemas de roteirização pura de veículos;
- problemas de programação de veículos e tripulações;
- problemas combinados de roteirização e programação de veículos.

A existência de uma representação da rede de uma cidade, através de um SIG, pode conferir representatividade e fidelidade às condições reais em que os deslocamentos do veículo coletor ocorrem, sendo este o principal objetivo de aliar a utilização de um SIG como ferramenta para definição de rotas.

Segundo Brasileiro (2004 apud Brasileiro; Lacerda, 2008), as rotas dos veículos podem ser definidas utilizando-se técnicas não matemáticas ou matemáticas, sendo as técnicas não matemáticas denominadas método empírico.

As técnicas matemáticas utilizam algoritmos, e a roteirização pode ser realizada por meio de um algoritmo integrado a um *software* denominado roteirizador. Estes *softwares* definem a melhor rota, conforme as variáveis que se quer otimizar. Outros *softwares*, além de definirem a rota, produzem um mapeamento computadorizado e permitem modificar o banco de dados, gerando diferentes rotas e proporcionando a escolha da melhor rota segundo uma análise dos diversos aspectos representativos.

23.2 Modelos de otimização de roteiros de coleta de resíduos

Existem basicamente dois procedimentos para realizar a coleta de resíduos sólidos: a coleta convencional, ou seja, a coleta ao longo de todos os trechos de ruas que geram os resíduos; e o sistema especial de coleta, ou seja, a coleta em pontos previamente definidos. Do ponto de vista teórico de roteamento de veículos, podem-se traduzir os sistemas de coleta citados acima da seguinte forma:

- *modelos/problemas de coberturas de arestas/arcos*: coleta ao longo de todos os trechos de ruas;
- *modelos/problemas de cobertura de vértices*: coleta em pontos previamente definidos.

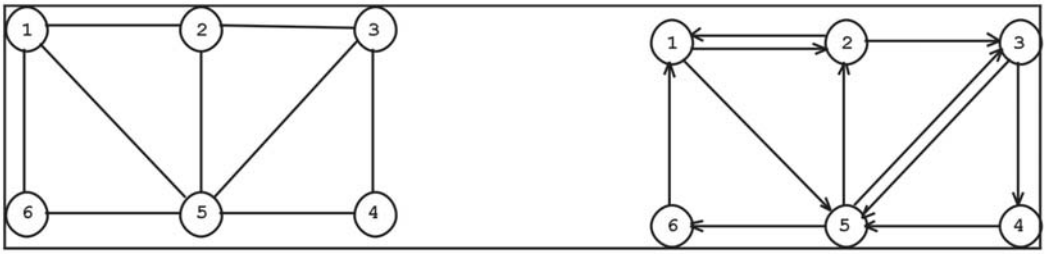
Problemas de cobertura de arestas/arcos (ruas de coleta) determinam a rota de comprimento mínimo que percorre todas as ligações da rede pelo menos uma vez. Este problema, conhecido na literatura como *Problema do Carteiro Chinês* (PCC), tem sido aplicado em vários setores da área pública, incluindo varrição de ruas e coleta de resíduos domiciliares.

Problemas de cobertura de vértices determinam a rota de comprimento mínimo que visita todos os vértices (pontos de coleta) pelo menos uma vez. Esta segunda classe de problemas de roteamento de veículos é conhecida na literatura como *Problema do Caixeiro-Viajante* (PCV) e pode ser aplicado, para planejar os roteiros para coleta de resíduos de serviços de saúde.

As definições a seguir formam uma base conceitual para ambos os problemas. Uma rede viária pode ser representada por um grafo[1] G = (N, A), onde N representa o conjunto de nós ou vértices e A, o conjunto de arestas ou arcos, como pode ser observado na figura 1.

[1] Um grafo é definido por Larson e Odoni (1981) como uma entidade *G (N,A)* que consiste de um conjunto finito de *N* nós (ou vértices) e de um conjunto finito de *A* arcos (ou arestas), que conectam pares de nós.

Figura 1 – Exemplo de rede viária



(a) rede bidirecional (b) rede mista

Fonte: Elaborada pelos autores.

23.2.1 Problema do carteiro chinês (PCC)

Problemas relacionados ao percurso em arcos são estudados há muitos anos, sendo que a primeira referência que se tem sobre eles vem do famoso problema das sete pontes de Königsberg (Larson; Odoni, 1981; Christofides, 1975), no qual se buscava um caminho fechado que contemplasse de uma única vez as sete pontes sobre o rio Pregel. Inicialmente, Leonhard Euler propôs a Teoria de Grafos (Euler, 1736), apresentando uma solução em que ele encontrava as condições exclusivas para um percurso fechado, entre os diversos pontos que se desejava atingir.

Na década de 60, o matemático da Universidade Normal de Shangtun, Mei-Ko Kwan, preocupou-se com uma situação semelhante à de Euler, porém focada no percurso dos carteiros que atendiam ruas de sua cidade. (Kwan, 1962). O matemático mostrou-se interessado em definir, além da travessia, a forma mais econômica de fazê-la, realizando o percurso com a menor distância possível. Desta forma, surge o *problema do carteiro chinês*, que pode ser definido como a problemática relacionada a atender todos os pontos de um determinado percurso em arcos, otimizando-se uma rota em que o percurso seja o mais econômico e compreenda a menor distância possível.

Segundo Moura, Fontes e Ribeiro (2001), os problemas de transporte são modelados utilizando-se uma estrutura de redes, sendo a rede uma representação gráfica baseada em feições lineares – arcos –, aos quais se associam valores. Esses valores podem representar distâncias, custos, tempo, ganhos, despesas ou outros atributos que se acumulem linearmente ao longo do percurso da rede. A soma dos valores entre a origem e o destino pode, então, ser minimizada.

Considera-se então que o *problema do carteiro chinês*, associado à roteirização de veículos de coleta, consiste na busca do menor caminho para um percurso em arcos, definido como aquele que atende as variáveis: mais curto, mais rápido e mais barato.

23.2.2 Problema do caixeiro-viajante (PCV)

Segundo Siqueira (2005), considerando-se um conjunto de pontos representando *N* cidades, o *problema do caixeiro viajante* consiste na determinação de uma rota que inicia em uma cidade (vértice), passa pelas cidades do conjunto apenas uma vez, e retorna à cidade inicial da rota, perfazendo uma distância total mínima, sendo denominada rota de ciclo hamiltoniano de custo mínimo.

O problema classifica-se em uma categoria denominada NP-Completo, que o considera de complexidade exponencial, ou seja, o esforço computacional necessário para a sua resolução cresça exponencialmente com o tamanho do problema. Neste caso, ele cresce de acordo com o número de vértices que contém determinado grafo.

Desta forma, torna-se difícil determinar a solução ótima para este tipo de problema, sendo que os métodos de resolução passam pelas heurísticas e, portanto, do ponto de vista matemático não asseguram a obtenção de uma solução ótima, embora os algoritmos desenvolvidos apresentem uma boa aproximação para a solução do PCV.

23.2.2.1 Modelos para problemas do caixeiro viajante

O problema de cobertura de vértice, problema clássico do caixeiro viajante (PCV), pode ser resolvido usando um modelo de programação linear, especificamente programação binária (formulação de Dantzig-Fulkerson-Johnson), para obter a solução ótima sobre um grafo *G = (N,A)*, segundo Goldbarg e Luna (2005):

$$Minimizar_z = \sum_{j=1}^{n}\sum_{i=1}^{n} c_{ij}x_{ij} \qquad \text{Equação 1}$$

Sujeito a:

$$\sum_{i=1}^{n} x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in N \qquad \text{Equação 2}$$

$$\sum_{j=1} x_{ij} = 1 \qquad \forall j \in N \qquad \text{Equação 3}$$

$$\sum_{i,j\in S} x_{ij} \leq |S| - 1 \qquad \forall S \subset N \qquad \text{Equação 4}$$

$$x_{ij} \in \{0,1\} \qquad \forall i,j \in N \qquad \text{Equação 5}$$

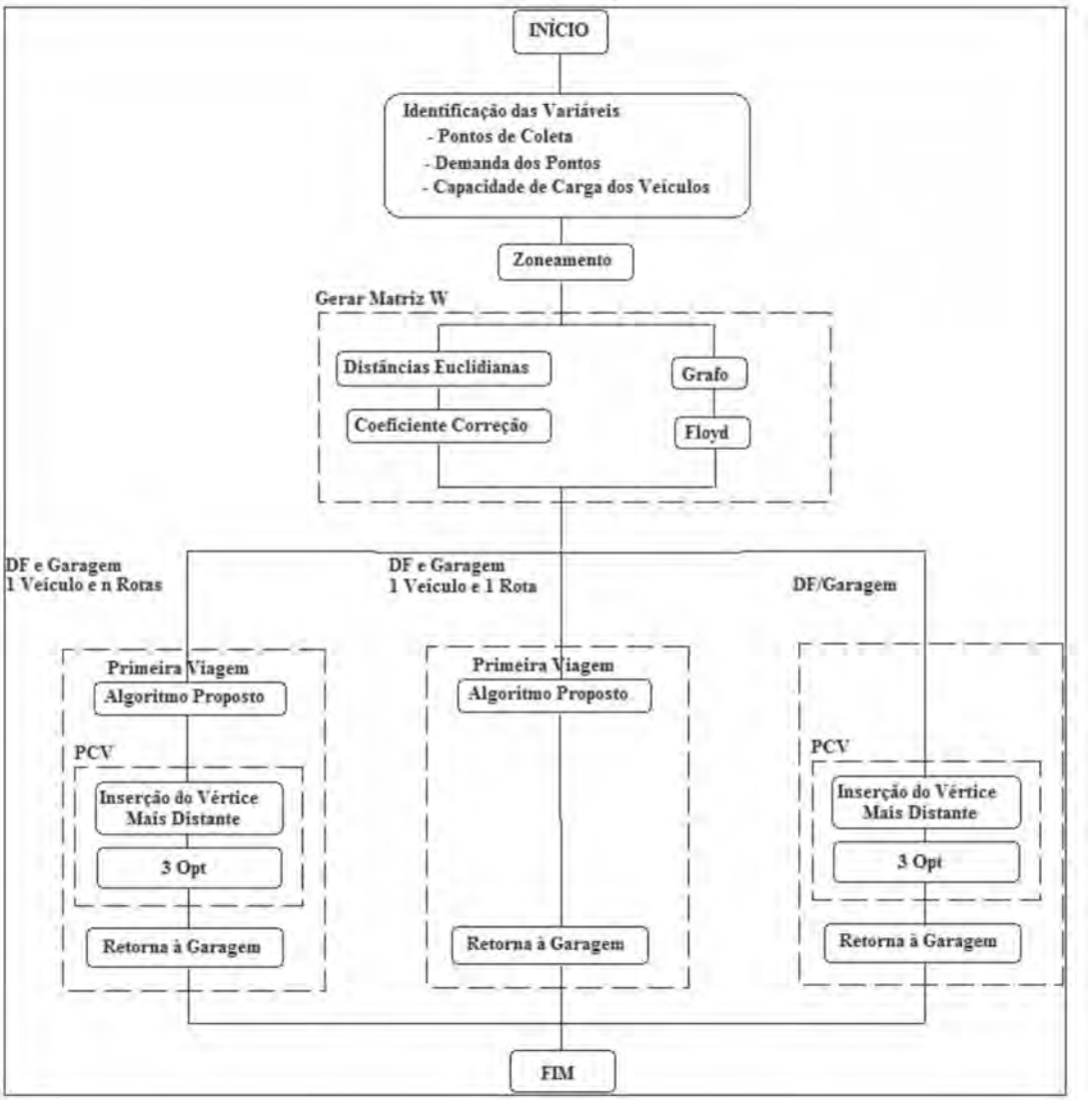
Onde C_{ij} representa o custo de ir do vértice i ao vértice j. A variável binária x_{ij} assume valor igual a 1 se o arco $(i,j) \in A$ for escolhido para integrar a solução; caso contrário assume valor igual a 0 (esta variável pode somente assumir estes dois valores); e S é um subgrafo resultante de *G*, em que $|S|$ representa o número de vértices desse subgrafo.

É importante ressaltar que o modelo não considera a capacidade de carga do veículo coletor, ou seja, o veículo percorre todos os pontos em uma única rota. Assim, não possui aplicação direta para a maioria dos problemas de coleta de resíduos sólidos, dos quais em geral são necessárias mais do que uma viagem para atender as restrições do problema.

A literatura propõe uma série de modelos para resolver o problema de forma a atender as restrições impostas. Nesse sentido, o fluxograma da figura 2 apresenta os passos do modelo de cobertura de vértices, destacando suas etapas:

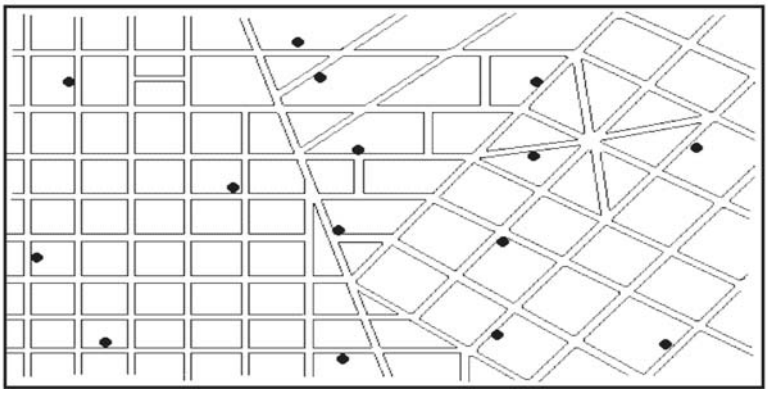
- *identificação das variáveis*: nesta etapa são levantadas as variáveis que compõem o problema. As mais usuais são: identificação, localização e demandas dos pontos a serem coletados, capacidade de carga de cada veículo coletor, localização da garagem e localização do destino final;
- *zoneamento*: considerando a capacidade dos veículos e a demanda de cada vértice, utiliza-se a técnica de varredura (fácil de ser manualmente executada e passível de incorporar conhecimentos empíricos). Considerando-se três veículos com capacidade de carga heterogênea igual a 8, 7 e 5 unidades, e aplicando-se a técnica de varredura, obtém-se a divisão em sub-regiões. A figura 3 mostra a rede viária com a identificação dos pontos de uma sub-região. A partir deste ponto pode-se optar por um dos dois caminhos de representação da rede, através de grafo ou distâncias euclidianas;
- *gerar matriz W*: para cada sub-região criada no passo de zoneamento, deve-se gerar a matriz W de distância mínima entre todos os pontos;
- *representação por grafo*: para representar uma rede em um grafo, mede-se para cada ponto as distâncias reais entre os mais próximos. Um grafo pode ser representado por uma matriz (matriz esparsa). A partir desta matriz esparsa gera-se a matriz de distâncias W (distâncias mínimas entre os vértices) e uma matriz R (indica o roteiro entre um vértice e outro) através do algoritmo de Floyd (ver figura 4a);
- *representação através de distâncias euclidianas*: para representar uma rede através de distâncias euclidianas, deve-se, para cada ponto, determinar as coordenadas do ponto, seguidas pelo cálculo das distâncias euclidianas para todos os pontos. A figura 4b mostra a representação através de distâncias euclidianas. Para se obter um resultado próximo da realidade, deve-se calcular, através de regressão linear entre as distâncias euclidianas e distâncias reais, um coeficiente de aproximação. Segundo Novaes (1989), este coeficiente é de 1,35 para áreas urbanas.

Figura 2 – Fluxograma do modelo



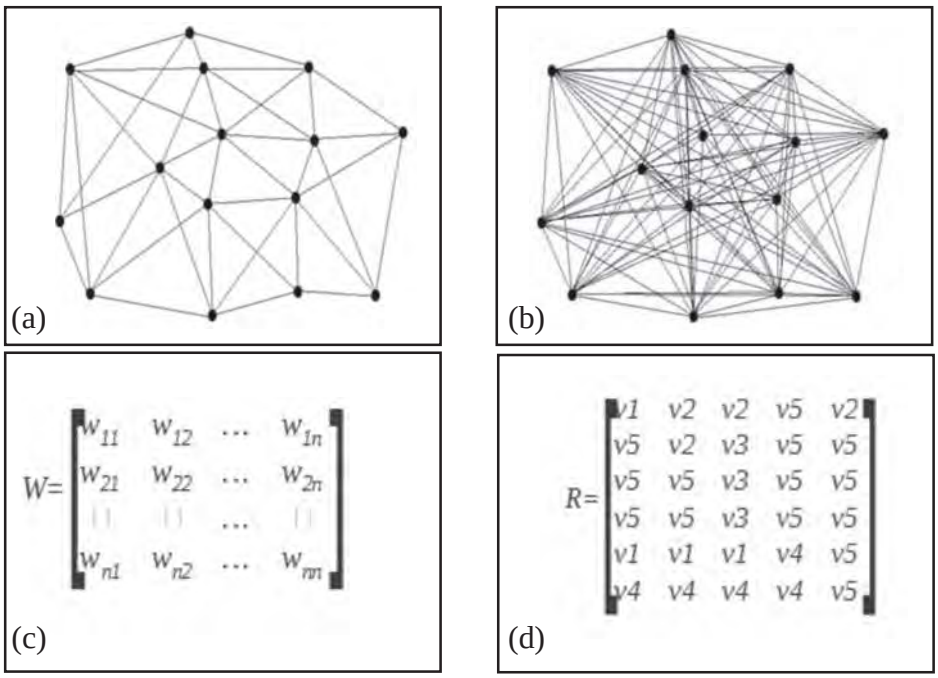
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 3 – Rede viária com identificação dos pontos a serem visitados



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 4 – Representação de um grafo e uma matriz R e W



(a) Grafo representando a rede da figura 3.
(b) Grafo completo de distâncias mínimas entre todos os pontos.
(c) Matriz W representa a menor distância entre os vértices.
(d) Exemplo de uma matriz R: indica a sequência de vértices do menor caminho.

Fonte: Elaborada pelos autores.

Após a geração das matrizes W, correspondentes a cada sub-região, existem pelos menos duas situações adversas que influenciam a roteirização:

I. destino final e garagem localizados em pontos distintos;

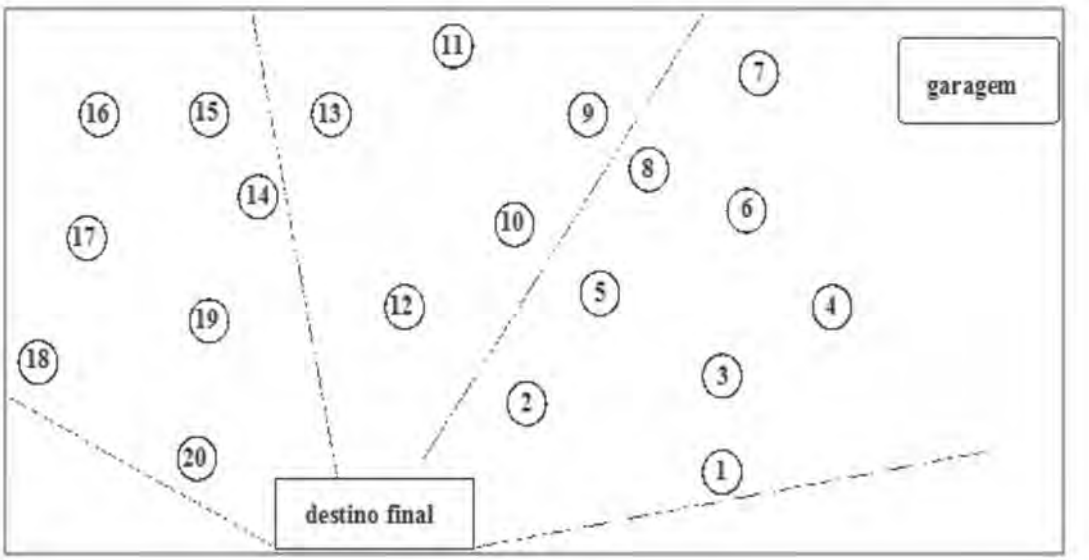
II. destino final e garagem localizados em um ponto comum.

O local de destino final e garagem localizam-se distintamente, e um veículo realiza mais de um roteiro em uma jornada de trabalho:

- *primeira viagem*: a primeira viagem inicia na garagem, coleta em todos os pontos de sua zona (definida anteriormente) até sua capacidade de carga completa e termina no local de destino final. Para roteirizar a primeira viagem, usa-se o algoritmo proposto para a primeira viagem. (Gracciolli, 1994). A figura 5 mostra o zoneamento proposto, e as figura 6 e figura 7 mostram o resultado dos passos do algoritmo;
- *PCV*: as viagens remanescentes têm seu início no local de destino final. Portanto, trata-se do PCV clássico, isto é, o veículo deve iniciar sua rota no local de destino final, coletar em todos os pontos da zona e voltar ao ponto inicial (local de destino final), de modo que a distância percorrida nesta rota seja mínima. Para este tipo de roteamento, pode-se usar o algoritmo composto Algoritmo 3-opt (uma passada),[2] com solução inicial fornecida pelo algoritmo da inserção do vértice mais distante (a melhor de *N* passadas, onde *N* é o número de vértice do problema), segundo Syslo, Deo e Kowalik (1983). A figura 8 apresenta os resultados da aplicação do algoritmo proposto para o PCV;
- *retorno à garagem*: após o término da coleta ou do turno da guarnição, o veículo geralmente deve retornar à garagem. Para determinar a rota mais econômica (em distância) entre o local de destino final e a garagem, utiliza-se novamente a matriz de distância (*W*) e/ou a matriz de roteamento *R* (indica a sequência de vértices, o roteiro, de menor distância entre um vértice inicial e outro vértice final), se a rede foi representada por um grafo. A figura 9 mostra esta situação.

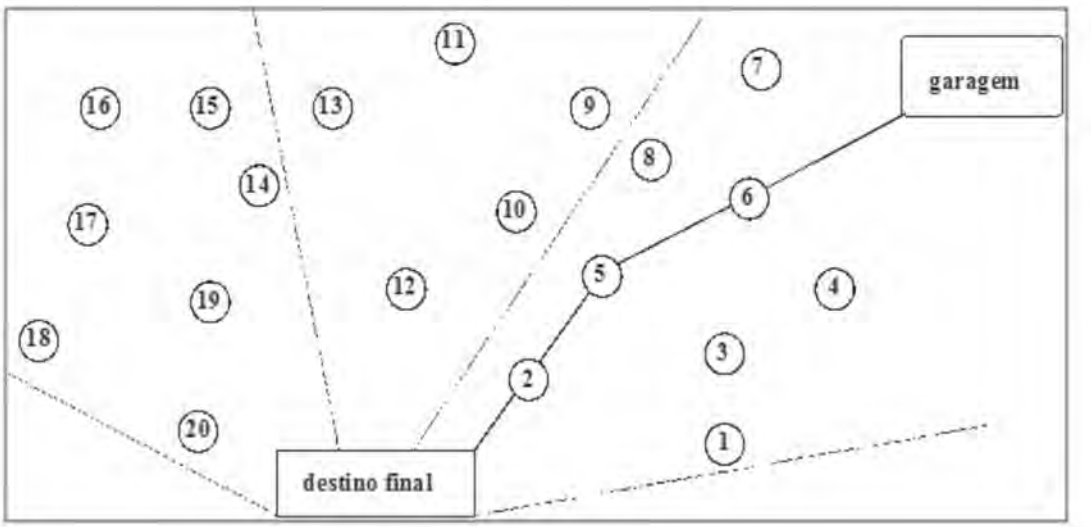
[2] Um dos métodos de melhoria de roteiros mais utilizados**,** desenvolvidos por Lin e Kernighan. (1973 apud Novaes, 2007).

Figura 5 – Divisão em sub-regiões



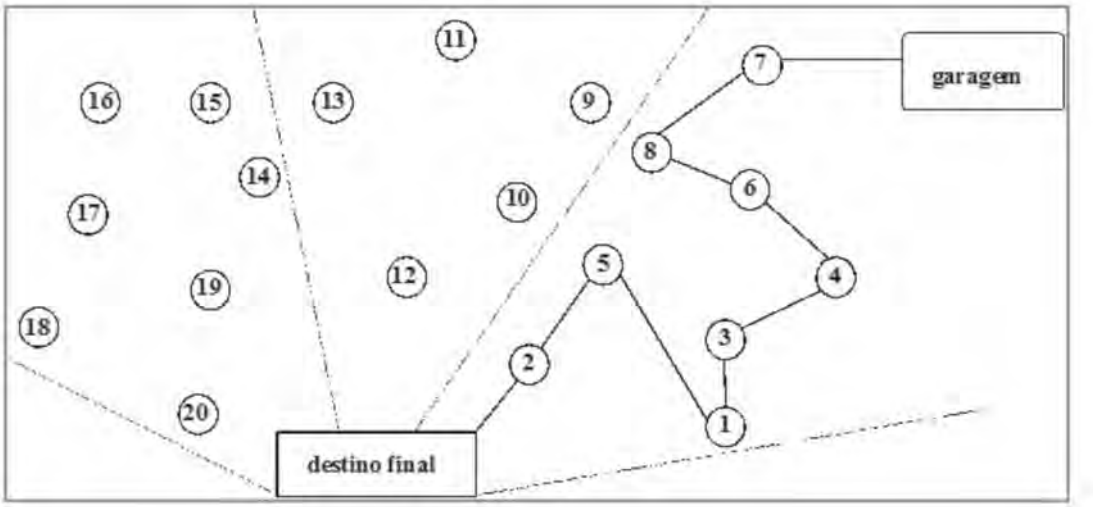
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 6 – Identificação do menor caminho entre a garagem e o destino final



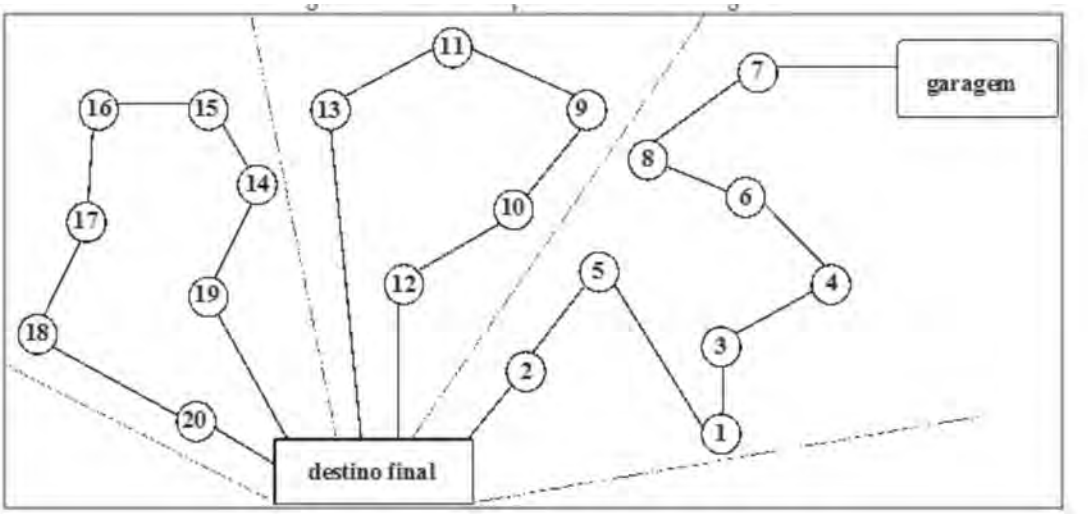
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 7 – Identificação da primeira viagem



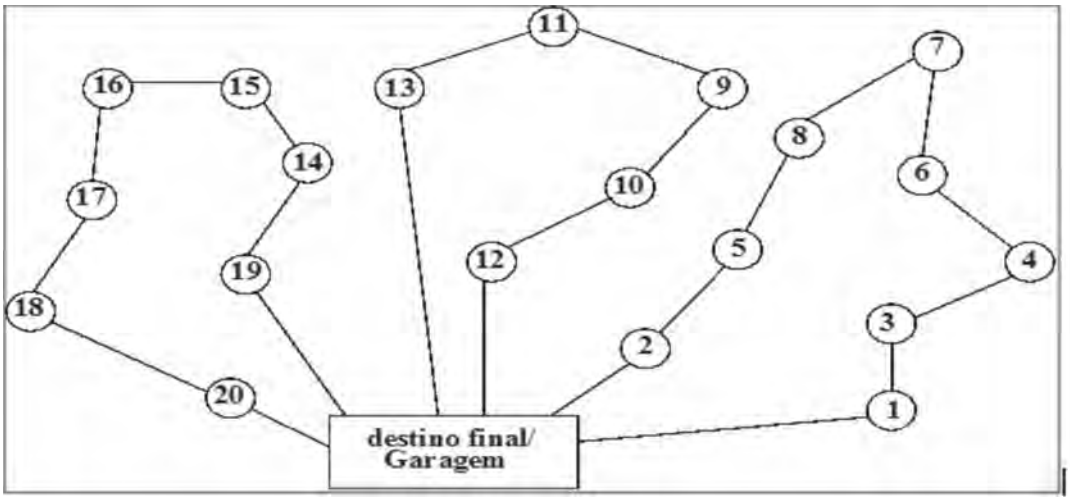
Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 8 – Identificação de todas as viagens



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 9 – Identificação das viagens/retorno à garagem DF e garagem: 1 veículo e rotas

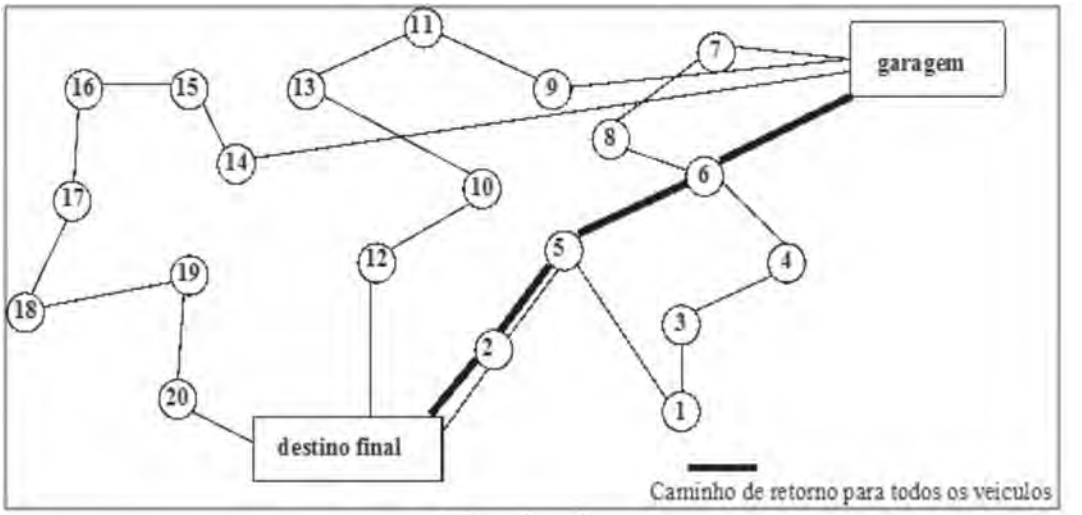


Fonte: Elaborada pelos autores.

Pode ocorrer a situação em que um veículo realiza uma única viagem, considerando que o local de destino final e a garagem estão localizados distintamente. O roteiro do veículo inicia na garagem, passa coletando em todos os pontos de sua sub-região (já definida no procedimento de zoneamento) até sua capacidade de carga estar completa, e termina no local de destino final. A solução para esta situação já foi descrita no item relativo à roteirização da primeira viagem; portanto, o algoritmo a ser utilizado é o proposto para a primeira viagem. A Figura 10 mostra esta situação:

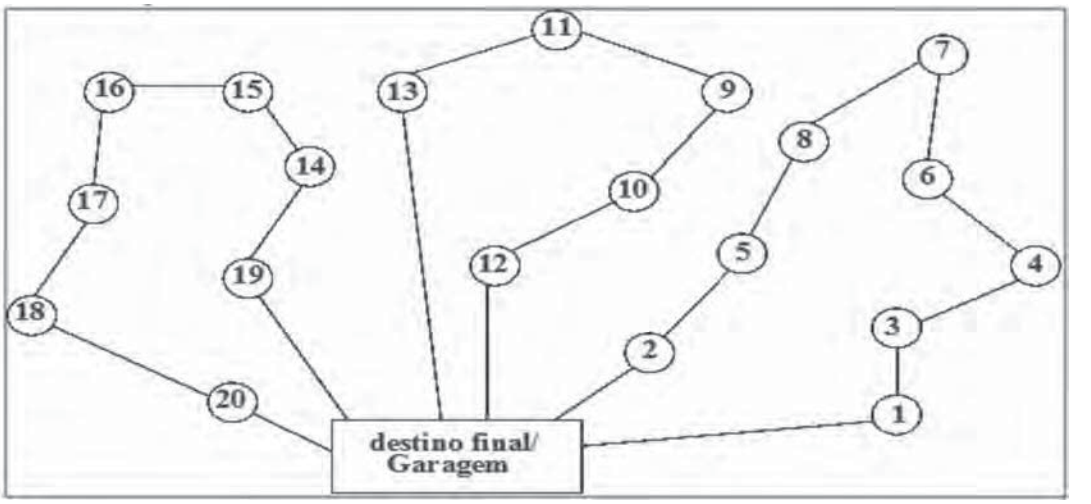
- o local de destino final e a garagem estão localizados no mesmo ponto (um veículo faz um ou mais roteiros numa jornada de trabalho). O roteiro inicia na garagem, coleta em todos os pontos de sua sub-região (definida anteriormente) até sua capacidade de carga completa, e termina no local de destino final que está localizado na garagem. A solução para esta situação já foi descrita no item relativo à roteirização do PCV; portanto, o algoritmo composto a ser utilizado é o algoritmo 3-Opt, com roteiro inicial fornecido pelo algoritmo de inserção do vértice mais distante. A figura 11 mostra esta situação.

Figura 10 – Roteiros com destino final e garagem localizada em pontos distintos



Fonte: Elaborada pelos autores.

Figura 11 – Roteiros com destino final e garagem localizada no mesmo ponto



Fonte: Elaborada pelos autores.

Além destas, existem outras situações diferentes, como, por exemplo, situações envolvendo janelas de tempo (um determinado ponto só deve ser visitado em determinado horário). Apesar de importantes, estas situações não são abordadas neste trabalho.

Graciolli (1994) utilizou estes algoritmos de cobertura de vértice para uma aplicação na coleta de RSS na cidade de Curitiba/PR, envolvendo 560 pontos de coleta em uma área de aproximadamente 750 km^2. Os resultados apresentados chegam a aproximadamente 20% de redução na distância total percorrida pelos veículos.

23.3 Geoprocessamento e sistemas de informações geográficas (SIG) aplicados a roteirização

O geoprocessamento denota uma área do conhecimento que utiliza técnicas matemáticas e computacionais para o tratamento de informações geográficas. Esta tecnologia tem influenciado de maneira crescente as áreas de cartografia, análises de recursos naturais, transportes, comunicação, energia e planejamento urbano e regional. Os instrumentos computacionais do geoprocessamento Sistemas de Informações Geográficas (SIGs), permitem a realização de análises complexas ao integrar dados de diversas fontes e ao criar bancos de dados georreferenciados. (Câmara; Medeiros, 1998).

Uma das aplicações dos SIGs consiste na roteirização ou no caminho ótimo em modelos de dados configurados topologicamente para representar redes de transporte. Os SIGs prestam-se à captura, ao armazenamento, à recuperação, transformação e visualização de dados espaciais do mundo real. (Burrough, 1986). Esses sistemas oferecem alternativas de visualização de resultados de análises e dados espaciais que podem beneficiar a tomada de decisão dos gestores públicos. A existência de uma representação da rede de trabalho de uma cidade, por meio de um SIG, pode conferir representatividade e fidelidade às condições reais nas quais os deslocamentos do veículo coletor ocorrem. (Brasileiro; Lacerda, 2008).

A utilização de um SIG, como ferramenta na roteirização de veículos de coleta de resíduos, é utilizada para analisar o processo de maneira mais aprofundada e traçar a menor rota possível que atenda a demanda das empresas responsáveis pela coleta, considerando-se, para tanto, variáveis pertinentes sobre a rede viária e características específicas do veículo coletor. Desta forma, os SIGs constituem uma ferramenta relevante para o planejamento de roteiros.

Vários trabalhos apresentam a integração entre SIG e modelos que determinam roteiros, principalmente do tipo do *problema do caixeiro viajante*, aplicadas à logística de uma forma geral. Brasileiro e Lacerda (2008) relatam a análise do uso do SIG *TransCAD* como ferramenta para a roteirização de veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares numa cidade. Marques, Parpinelli e Salazar (2008) apresentam um modelo para o problema de roteamento de veículos em plataformas SIG, utilizando API do *Google Maps*. Além deste, pode-se citar o *ArcGis*.

O *TransCAD* é um sistema utilizado para armazenar, mostrar, gerenciar e analisar dados de transporte, combinando uma plataforma de SIG com um sistema de modelagem de transportes. Trabalhando com todos os modais de transporte, este sistema, quando aplicado a modelos de roteamento e logística, pode ser utilizado por setores públicos e privados. (Ferreira Filho; Silva Melo, 2001). É considerado um Sistema de Informação Geográfica para Transportes (SIG-T), pois permite desenvolver rotas utilizando o algoritmo denominado *ArcRouting*, que realiza o procedimento de roteirização em arco. No entanto, segundo Mendes et al. (2008), algumas ressalvas devem ser feitas quanto ao uso do *software TransCAD* no problema de roteirização de veículos, para que os roteiros gerados sejam executáveis na prática:

I. o *software* não analisa as condições de tráfego que se tem na prática, tais como: presença de semáforo, congestionamentos, capacidade da via, entre outros;
II. quanto à circulação dos veículos nas vias de tráfego, eles não operam com uma velocidade média, mas com a velocidade máxima permitida da via;
III. o *software* não analisa as condições de carregamento do veículo, ou seja, o arranjo das cargas dentro do veículo.

O *TransCAD* apresenta caminhos que atendam as demandas e leva em consideração as vias que permitem desenvolver maiores velocidades, ou seja, as vias principais ou de trânsito rápido, objetivando a otimização do processo de coleta, em busca da máxima satisfação da população com a prestação de serviços em relação aos aspectos de qualidade, custos, atendimento e proteção à saúde pública. Sendo assim, o problema de roteirização de veículos, desenvolvido pelo *TransCAD*, apresenta bons resultados para o fornecimento de rotas de coleta de resíduos, podendo ser considerado uma ferramenta de extrema utilidade para o planejamento operacional e logístico de uma empresa coletora de resíduos, agregando benefícios tanto para o município como para a empresa prestadora do serviço de coleta.

O *Google Maps* é um sistema que permite acessar imagens de satélite de todos os pontos do mundo e possui várias APIs (*Application Programming Interface*), as quais permitem ao usuário a incorporação das utilidades do *Google Maps* aos seus próprios *sites* e aplicativos, além de permitir que se adicionem dados sobre os mapas. As APIs do *Google Maps/Google Earth* são uma coleção de serviços que permitem incluir mapas, a geocodificação e outros conteúdos do Google, nas suas páginas Web ou nos aplicativos, sendo um serviço gratuito, disponível para qualquer *site* que o público possa usar gratuitamente, de acordo com os termos de uso do serviço estabelecidos pelo Google. Dentre os serviços das APIs do Google pode-se citar a *Google Directions API*, sendo um serviço que calcula rotas entre os locais, usando uma solicitação http, em que o usuário pode especificar origens, destinos e pontos de referência, como *strings*de texto ou através de coordenadas (latitudes e longitudes).

O uso dos serviços da *Google Directions API* está sujeito a um limite de consulta/solicitação de rotas de 2.500 rotas por dia, podendo conter até 8 pontos de referência intermediários, para usuários do *Google Maps API*; e de 100.000 rotas, com até 23 pontos intermediários para usuários do *Google Maps API Premier*. Os pontos intermediários de referência, utilizados no cálculo de trajetos na *Directions API* permitem que a rota retornada pelo programa passe pelos pontos de referência. Como padrão do sistema, o serviço de Rotas da *Direction API* calcula um trajeto que inclui os pontos de referência, porém na ordem indicada. Opcionalmente, o usuário pode definir como argumento a otimização de rotas, que permite que o serviço de rotas otimize a rota fornecida, reorganizando os pontos intermediários de referência de maneira mais eficaz, caracterizando-se a otimização como aplicação do *problema do caixeiro-viajante*.

O *ArcGIS* é um dos mais populares Sistemas de Informação Geográfica disponíveis. Segundo Moura, Fontes e Ribeiro (2001), dentre várias operações inerentes à área de transportes, a coleta de resíduos merece um olhar mais atento, em que o deslocamento se faz, via de regra, partindo-se de uma origem, passando-se então por vários pontos de coleta, terminando o trajeto em um aterro ou depósito, ou seja, trata-se de um problema de modelagem em arcos e grafos. Os autores consideram que o sistema *ArcView* trabalha com uma estrutura de dados vetoriais, disponibilizando várias extensões opcionais, dentre elas o módulo *Network Analyst*, que proporciona um ambiente para a análise e modelagem de problemas de redes (ruas, redes elétricas, dutos), auxiliando o planejamento das rotas ótimas para os veículos coletores.

23.4 Considerações finais

Os modelos descritos no presente trabalho constituem-se em ferramentas para o planejamento dos roteiros de coleta de resíduos sólidos, realizando a coleta em pontos predefinidos, utilizando-se do *Problema do Caixeiro Viajante*. Apesar do modelo ter sido objeto de algumas simplificações, verifica-se que este contribui sobremaneira para a otimização destes roteiros.

Uma aplicação que auxilie no planejamento da coleta de RSS, aliada aos Sistemas de Informações Geográficos, pode produzir resultados muito promissores para a implementação de rotas, a organização e o gerenciamento de um sistema de coleta de resíduos. Estes sistemas permitem a integração de diferentes informações, como declividade do terreno, pavimentação das ruas, demanda, intensidade do fluxo de trânsito, entre outras.

REFERÊNCIAS

BRASILEIRO, L. A.; LACERDA, M. G. Análise do uso de SIG no roteamento dos veículos de coleta de resíduos sólidos domiciliares. *Revista Engenharia Sanitária e Ambiental*. v. 13, n. 4, p. 356-360, 2008. Disponível em: <http://www.bvsde.paho.org**>.** Acesso em: 1º mar. 2011.

BURROUGH, P. A. Principles of geographic information systems for land resource assessment. Monographs on soil and resources survey. New York, *Oxford Science Publications*, no. 12, 1986.

CÂMARA, G.; MEDEIROS, J. S. *Geoprocessamento em projetos ambientais*. 2a. ed. São José dos Campos: Inpe, 1998.

CHAVEZ, J. R. B. *Uma metodologia para o problema do carteiro chinês em redes mistas*. 1985. 88 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1985.

CHIPLUNKAR, A.; MEHNDIRATTA, S. L.; KHANNA, P. Optimization of refuse collection systems. *Journal of The Environmental Engineering Division*, p. 1203-1210, 1981.

CHRISTOFIDES, N. Graph theory: an algoritihmicsaproach. *Academic Press*, 1975.

EULER, L. Solution problematic ad geometrian situs pertinetis. *Comentarii Academae Scientar*um, Petrolinae 8. p. 128-140; 1736.

FARKUH NETO, A.; LIMA, R. S. Roteirização de veículos de uma rede atacadista com o auxílio de Sistemas de Informações Geográficas (SIG). *Revista Pesquisa & Desenvolvimento em Engenharia de Produção*, Itajubá, MG, v. 5, n. 1, p. 18-39, 2006.

FERREIRA FILHO, V. J. M.*;* SILVA MELO, A. C. da. Sistemas de Roteirização e Programação de Veículos. *Pesquisa Operacional*, v. 21, n. 2, p. 223-232, 2001.

GODINHO FILHO, M.; JUNQUEIRA, R. A. R. Um algoritmo para auxiliar na escolha de métodos de solução para o Problema do Carteiro Chinês: proposta e aplicação em uma grande cidade do interior paulista. In: SIMPEP, 12., 7 a 9 de nov. de 2005, Bauru. *Anais...* Bauru, SP, 2005.

GOLDBARG M. C.; LUNA, H. P. *Otimização combinatória e programação linear*. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005.

GRACIOLLI, O. D. *Planejamento de roteiros de veículos coletores de resíduos sólidos de serviços de saúde*. 1994. 126p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1994.

KWAN, M. Graphic programming using odd and even points. *Chinese Mathematics*, v. 1. p. 273-277, 1962.

LARSON, R. C.; ODONI, A. R. *Urban operations research*. New Jersey: *Prentice-Hall, Englewood Cliffs,* 1981.

LIEBMAN, J. C.; MALE, J. W.; WATIINE, M. Minimum cost in residencial refuse vehicle route. *Journal of the Environmental Engineering Division*, p. 339-412, 1975.

MALE, J. W.; LIEBMAN, J. C. Districting and routing for solid waste collection. *Journal of The Environmental Engineering Division*, p. 1-14, 1978.

MARQUES, E. C.; PARPINELLI, R. S.; SALAZAR, R. C. L. Roteamento de veículos em Plataformas SIG, assistidas por colônias de formigas. *Hífen,* v. 32, n. 62, 2008.

MATION, H. Caminhos eulerianos de mínimo custo em grafos orientados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE PESQUISA OPERACIONAL, 1982, Rio de Janeiro. *Anais*... Rio de Janeiro: 1982. p. 483-492.

MENDES, F. B. et al. Estudo de roteirização na coleta de resíduos utilizando o software TransCAD. In: SEMANA DO SERVIDOR E SEMANA ACADÊMICA, 4, 5., 2008, Uberlândia. Disponível em: <http://www.ic-ufu.org>. Acesso em: 1º mar. 2011.

MOURA, M. C.; FONTES, A. A.; RIBEIRO, C. A. A. S. Determinação da melhor rota para coleta seletiva de lixo no campus da Universidade Federal de Viçosa, utilizando dos sistemas de informações geográficas. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SENSORIAMENTO REMOTO, 10., 2001, Foz do Iguaçu. *Anais eletrônicos*... Foz do Iguaçu – PR, 2001. Disponível em: <http://www.dsr.inpe.br>. Acesso em: 1º mar. 2011.

NOVAES, A. G. *Sistemas logísticos: transporte, armazenagem e distribuição física de produtos*. São Paulo: E. Blucher, 1989.

SIQUEIRA, P. H. *Uma nova abordagem na resolução do problema do caixeiro-viajante.* 2005. 116p. Tese (Doutorado em Ciências) – ProgramadePós-GraduaçãoemMétodos NuméricosemEngenharia–Universidade Federaldo Paraná, Curitiba, 2005.

SYSLO, M. M.; DEO, N.; KOWALIK, J. J. Discrete optimization algorithms: with pascal programs. São Paulo: Prentice Hall. *Englewood Cliffs*, p. 343-392, 1983.

WU, L. *O problema de roteirização periódica de veículos*. 2007. 109p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Transportes) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

24

Responsabilidades no gerenciamento de resíduos de serviços de saúde

Nilva Lúcia Rech Stedile
Vania Elisabete Schneider

O termo *responsabilidade* pode ter vários significados, especialmente quando se trata de diferentes áreas do conhecimento. De forma mais geral e, de acordo com o Dicionário da Língua Portuguesa, trata-se do "cargo ou da obrigação moral que um sujeito tem pelos possíveis erros cometidos perante uma determinada situação". (Infopédia, 2013). A responsabilidade é, da mesma forma, a "obrigação de consertar e satisfazer uma culpa". (Infopédia, 2013). Outra definição possível, oriunda da mesma fonte, assinala que a responsabilidade é "a capacidade existente em todo e qualquer indivíduo ativo de direito em reconhecer as consequências de um feito que tenha realizado deliberadamente". Como tal, por pessoa responsável entende-se aquela que ocasiona conscientemente um feito, podendo ser imputada pelas consequências que esse feito possa causar. Desta forma, a responsabilidade é uma virtude dos seres humanos livres.

Em Direito, fala-se de responsabilidade jurídica quando um sujeito viola um dever de conduta que tenha sido assinalado previamente por uma norma jurídica. Ao contrário da norma moral, a lei provém de um organismo externo ao sujeito (o Estado) e é coercitiva. Se uma pessoa for julgada de acordo com a lei e for responsabilizada pela violação de alguma norma jurídica receberá, portanto, uma sanção, o que pode incluir a perda da sua liberdade (a detenção).

Nas ciências sociais, a expressão responsabilidade social significa a responsabilidade daquele que é chamado a responder pelos seus atos face à sociedade ou a opinião pública" [...] na medida em que tais atos assumem dimensões ou consequências sociais." (Almeida; Govatto, 2002). Significa que qualquer ato, que

possa comprometer ou significar risco à sociedade, obriga quem o exerceu a assumir suas consequências sociais.

A Lei Federal 12.305, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), introduz, em seu Capítulo II, a expressão *responsabilidade compartilhada*. O acréscimo do termo *compartilhada* à *responsabilidade* fortalece a ideia de que qualquer gerador de resíduos tem responsabilidade pelo ciclo de vida do produto, desde a sua geração até o destino final, e compartilha esta responsabilidade com todos os envolvidos no processo de manejo. Nas ciências ambientais, é comum a responsabilidade por todo o processo ser definida com a expressão *do berço ao túmulo*. Dito de outra forma, após gerar um resíduo a terceirização de etapas do manejo, por exemplo, não elimina a responsabiliza do gerador, ou seja, se a disposição final for inadequada, o gerador também responde legalmente pelo ato.

A definição explicitada no art. 3º desta Lei, apresenta a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos como o

> conjunto de atribuições individualizadas e encadeadas dos fabricantes, importadores, distribuidores e comerciantes, dos consumidores e dos titulares dos serviços públicos de limpeza urbana e de manejo dos resíduos sólidos, para minimizar o volume de resíduos sólidos e rejeitos gerados, bem como para reduzir os impactos causados à saúde humana e à qualidade ambiental decorrentes do ciclo de vida dos produtos, nos termos desta Lei. (Brasil, 2010).

Se a responsabilidade é estendida a todos os envolvidos com o ciclo de vida de um produto, significa que esta responsabilidade inicia na produção de bens de consumo utilizados no setor de saúde, passa pela geração de resíduos, como consequência da assistência e sua disposição final no ambiente.

A definição apresentada na Lei deixa clara a amplitude da responsabilidade de todos os envolvidos no manejo dos resíduos sólidos, de forma geral, e dos resíduos de serviços de saúde, em particular.

24.1 Responsabilidades quanto à geração e ao manejo dos RSS

Muitos são os responsáveis pelo gerenciamento dos RSS. Inicialmente, há a responsabilidade de quem gera o resíduo, ou seja, dos profissionais e usuários de serviços de saúde e das instituições que prestam estes serviços, as quais são consideradas fontes geradoras. Nesses locais, o profissional que presta a assistência é o responsável direto pela geração e segregação adequada desses resíduos e, por consequência, pela minimização da geração. Há ainda a responsabilidade das três esferas de governo e dos gestores públicos, tanto na formulação das políticas públicas e na legislação específica sobre o tema quanto na fiscalização do seu cumprimento.

Resumidamente, a divisão de responsabilidades pode ser examinada em pelo menos três esferas:

- *governamental*: em nível municipal, estadual e federal de governo, a quem compete a definição das políticas públicas no gerenciamento de RSS;
- *institucional*: inclui todas as instituições prestadoras de serviços à saúde humana e animal, de quem depende a organização dos serviços e do processo de trabalho maximizador ou minimizador da geração;
- *individual*: inclui os profissionais de saúde que geram resíduos no momento em que prestam assistência e de quem depende a geração quali-quantitativa e, por consequência, a segregação adequada.

Na figura 1 estão representadas as esferas de responsabilidade no gerenciamento dos resíduos.

Figura 1 – Esferas de responsabilidade no gerenciamento de RSS

Fonte: Elaborada pelos autores.

Além desses, cabe destacar que os usuários de serviços e seus familiares têm responsabilidades com os resíduos que geram ou conduzem para o interior das instituições. Mesmo em relação a esses, a instituição que os recebe tem a responsabilidade de orientar sobre o manejo, definindo e fornecendo os dispositivos de acondicionamento que permitam aos usuários e familiares, por exemplo, segregar separadamente resíduos orgânicos e recicláveis enquanto permanecem no interior da Instituição de Saúde.

24.1.1 A responsabilidade nas três esferas de governo

A gestão, a regulamentação e a fiscalização do processo de manejo dos RSS cabem aos órgãos públicos, dentro de suas competências. A responsabilidade direta pelo manejo dos RSS é dos estabelecimentos de serviços de saúde, por serem os geradores. No entanto, pelo princípio da responsabilidade compartilhada (Brasil, 2010), ela se estende ao Poder Público e às empresas de coleta, tratamento e disposição final. Dito de outra forma, sempre que uma instituição gerar resíduos divide a responsabilidade com os órgãos que legislam sobre a questão e com as empresas que se responsabilizam pelo destino de tais resíduos, uma vez que a maior parte das instituições de saúde terceirizam tais serviços.

A regulamentação do correto gerenciamento dos RSS, bem como a orientação e fiscalização quanto ao cumprimento desta regulamentação, tanto nos aspectos de biossegurança como de prevenção de acidentes – preservando a saúde e o meio ambiente – compete à Anvisa, ao Ministério do Meio Ambiente (MMA), ao Sisnama, com apoio das Vigilâncias Sanitárias dos estados, dos municípios e do Distrito Federal, bem como aos órgãos de meio ambiente regionais, de limpeza urbana e da Comissão Nacional de Energia Nuclear (CNEN) – no caso de resíduos radioativos. Compete à Anvisa (Resolução RDC 306; Brasil, 2004) e ao Conama (Resolução 358; Brasil, 2005) a definição da classificação, das competências e das responsabilidades, das regras e dos procedimentos para o gerenciamento dos RSS, desde a geração até a disposição final. Esses dois dispositivos legais (fundamentados nos princípios de prevenção, precaução e responsabilidade compartilhada) foram recentemente harmonizados e são utilizados como referência em todo o território nacional.

Questões não legisladas na esfera federal ficam a cargo dos âmbitos estadual e municipal. A Constituição Federal (Brasil, 1988), em seu art. 30, estabelece como competência dos municípios "organizar e prestar, diretamente ou sob o regime de concessão ou permissão, os serviços públicos de interesse local, incluído o de transporte coletivo que tem caráter essencial".

O quadro 1 apresenta o princípio da responsabilidade em relação às esferas de governo e seus respectivos órgãos e funções.

Quadro 1 – Responsabilidades pelo RSS nas três esferas de governo

	Federação	Estado	Município	Função
PODER EXECUTIVO	Governo Federal: Ministério do Meio Ambiente (MMA) – Conama	Governo do Estado Secretaria do Meio Ambiente (SEMA)	Prefeitura Municipal: Secretaria Municipal de Meio Ambiente (ou outra afeta)	Propõe e executa as políticas de governo
PODER LEGISLATIVO	Congresso Nacional: Câmara dos Deputados e Senado Federal	Assembleia Legislativa	Câmara de Vereadores	Cria as leis e fiscaliza o Poder Executivo
PODER JUDICIÁRIO	STF STJ Justiça Federal	Justiça estadual	Juizado de Pequenas Causas	Poder mediador (todos podem recorrer para ter seus direitos respeitados)
MINISTÉRIO PÚBLICO	STF STJ Justiça Federal	Ministério Público Estadual	—	Julgar fatos relacionados aos RSS

Fonte: Elaborado pelos autores.

O quadro 1 mostra que há uma grande quantidade de envolvidos na definição e execução das políticas governamentais que regem a questão do RSS. Este envolvimento inicia na definição de como devem ser gerados e manejados dentro das instituições, como devem ser tratados e depositados no meio ambiente (por fiscalização e monitoramento) até o julgamento daquelas instituições que não cumprem o que está disposto na legislação disponível.

24.2 A responsabilidade nas fontes geradoras

A responsabilidade direta pelo manejo adequado dos RSS, em nível interno na instituição de saúde e pelo seu destino adequado, ou seja, *do berço ao túmulo*, é de cada fonte geradora de RSS. Essa responsabilidade é intransferível, ou seja, não pode ser delegada a terceiros, e compartilhada, sempre que envolver terceiros nas diferentes etapas do gerenciamento (coleta, transporte, tratamento e disposição final).

Ter consciência dessa responsabilidade implica inclusive estabelecer formas de compra de produtos (envolve o tipo e quantidade dos produtos adquiridos), agindo preventivamente em relação aos problemas decorrentes da geração inadequada ou desnecessária de RSS.

A instituição geradora deve ter claro que o gerenciamento de resíduos deve estar assentado sobre condições ambientais adequadas, em que sejam considerados todos os aspectos envolvidos, desde a fonte geradora até a disposição segura, bem como a reciclagem máxima dos resíduos, buscando, inclusive, incorporar mudanças de padrão de produção e consumo. Significa que até os processos de trabalho em saúde podem ser minimizadores ou potencializadores da geração, e isto deve ser levado em conta pelas instituições, quando da organização dos serviços de saúde.

O Brasil tem avançado na implantação de locais adequados para a destinação e disposição final de cada categoria de resíduos (incineração, aterro sanitário, aterro de resíduos industriais perigosos (Arip), entre outros) e precisa avançar ainda mais para cumprir o disposto na PNRS, que estabelecia o ano de 2014 como o prazo máximo para cumprimento das metas de gerenciamento dos resíduos sólidos, inclusive os de serviços de saúde. No entanto, em grande parte das cidades (considerando diferenças regionais) inexistem sistemas adequados de destinação e disposição final, sendo os resíduos, independentemente da categoria, depositados em *lixões a céu aberto*. Nessas condições, ou quando a incineração é feita de forma inadequada, são transferidos para a água, o ar ou solo, resíduos transformados. Há ainda a questão dos catadores que transitam nesses locais e que podem mais facilmente contaminar-se com resíduos biológicos ou químicos.

Muitos RSS são depositados juntamente com os resíduos domiciliares. Há grandes controvérsias entre autores que discutem a problemática em relação aos riscos diferenciados dessas duas categorias de resíduos (de saúde e domiciliares). Em relação aos resíduos domiciliares e sua comparação com os RSS, Garcia e Zanetti-Ramos (2004), ao confrontarem os estudos sobre os RSS e os resíduos domiciliares, afirmam que estes últimos apresentam mais micro-organismos com potencial patogênico do que os RSS. Independentemente da controvérsia, os autores são unânimes em afirmar a necessidade de gerenciamento de ambos os tipos de resíduos, com os cuidados necessários à redução dos riscos à saúde individual e ambiental; a necessidade de minimização da geração e redução dos riscos ocupacionais. Também parece haver algum consenso quanto a necessidade de tratamento da fração de resíduos infectante, antes do seu descarte final. Segundo Silva et al. (2011), no Brasil, a partir da publicação da PNRS, foram padronizadas as orientações técnicas quanto à obrigatoriedade do tratamento prévio desses resíduos. Cabe destacar que o gerenciamento dos RSS não é adotado integralmente nas suas etapas de execução, tanto pelos serviços de saúde quanto pelos sistemas de gestão estaduais e municipais.

Em relação às formas de tratamento da fração infectante no Brasil, nos EUA e no Japão, esses mesmos autores concluem: há um acervo considerável sobre o tema, em decorrência da sua importância para evitar contaminação ambiental e humana; há recomendação para o uso de processos de esterilização térmica desses resíduos (autoclave e incineradores); no Brasil, a maior parte dos municípios tem dificuldade em adotar as recomendações legais, em relação ao tratamento prévio destes resíduos, pelos custos desses recursos técnicos.

Também faz parte das responsabilidades das fontes geradoras a coleta, o armazenamento e o transporte internos. Essas são operações rotineiras que geralmente estão a cargo do setor de limpeza e requerem tanto uma logística apropriada quanto um pessoal especializado, aspectos que frequentemente não são definidos e pouco atendidos. (Schneider, 2004).

Às fontes geradoras também compete a minimização da geração de resíduos perigosos ou não, antes mesmo da fase de tratamento, armazenamento ou disposição.

Implica a redução do volume total ou da quantidade de resíduos perigosos, redução da toxicidade do resíduo, ou ambas, contanto que tal redução seja consistente, com o objetivo de minimizar os danos presentes e futuros à saúde humana e ao meio ambiente, antes mesmo de recorrer ao tratamento e/ou à disposição final. A minimização é, portanto, o primeiro aspecto a ser considerado no conceito de prevenção à poluição e depende, fundamentalmente, do grau de consciência do profissional que presta o cuidado em saúde, de quem depende a geração desses resíduos. (Schneider, 2004). É importante destacar que esta minimização não pode ter impacto na qualidade da assistência. O profissional pode e deve utilizar os materiais dos quais necessita para uma assistência com qualidade, mas de forma racional, sem desperdício.

Esta minimização de resíduos, segundo a mesma autora, deve primeiramente focar os produtos perigosos utilizados em numerosos processos de diagnóstico e tratamento, bem como solventes, produtos químicos fotográficos, quimioterápicos e antineoplásicos, formaldeído, radionuclídeos, gases anestésicos, mercúrio e outros tóxicos e corrosivos. Alguns desses materiais perigosos se tornam parte integrante de seus resíduos e podem/devem fazer parte da proposta de minimização. Outros resíduos que não apresentam caráter de periculosidade podem/devem integrar o programa, pela possibilidade de redução do volume total gerado ou, em alguns casos, pelo valor econômico agregado e, portanto, passível de comercialização.

Na busca pela melhor eficiência na minimização da geração e no manejo, o setor de compras das instituições deve estar capacitado para evitar vencimento de produtos (especialmente farmacêuticos); organizar estoques e realizar compras somente conforme a necessidade; substituir os resíduos perigosos sempre que possível. Essas e outras ações são decisivas na obtenção desses objetivos. De acordo com Sisinno e Moreira (2005), deve-se tentar substituir materiais ou produtos químicos que apresentam riscos por outros menos tóxicos ou perigosos; cobrir tanques de fixadores e reveladores para reduzir a evaporação; diminuir a extensão da solução de formaldeído; padronizar procedimentos e organizar um sistema de estoque que diminua o risco de compras desnecessárias e a perda da validade de alguns produtos.

Na direção de alcançar os objetivos do gerenciamento de resíduos com a responsabilidade das fontes geradoras, é importante destacar o papel dos gestores dos estabelecimentos, uma vez que não podem limitar sua atuação à elaboração do PGRSS e a contratação de empresas encarregadas do destino final, mas monitorar e aprimorar constantemente o mesmo, fazendo-o um documento que orienta acerca dos procedimentos a serem adotados. Ou seja, o gestor precisa socializar o conteúdo do plano e exigir o seu cumprimento, bem como aprimorá-lo e atualizá-lo. Essa gestão avançada pressupõe a existência de políticas de gestão que priorizem a minimização e a segregação de resíduos em diferentes classes, reduzindo ao mínimo a geração de resíduos infectantes e/ou especiais (perigosos), de acordo com as especificidades de cada estabelecimento.

Outra dimensão da responsabilidade das instituições de saúde está relacionada à organização dos serviços e dos processos de trabalho em saúde. Há, no setor de

saúde, a confluência de muitas variáveis que definem, no conjunto, a forma como a assistência em saúde é desenvolvida, tais como: profissionais de diferentes níveis de escolaridade e formação, desde higienizadores até profissionais autônomos, como médicos; divisão do trabalho manual e intelectual; fragmentação do cuidado em diferentes momentos e por diferentes atores; número e diversidade de procedimentos em vários graus de complexidade e gravidade; grande quantidade de ações de diagnóstico e tratamento para um mesmo problema; diferentes formas de valorização do trabalho (o trabalho intelectual é mais valorizado e, no caso dos resíduos, todo trabalho relacionado ao gerenciamento tende a ser negligenciado); serviços de hotelaria, administrativos e de cuidado à saúde dividem o mesmo espaço; diferenciação entre categorias profissionais, entre outras. Esses aspectos devem ser levados em conta quando da organização dos serviços, de forma que seja gerada a menor quantidade possível de cada categoria de resíduo.

A cada instituição cabe, portanto, o papel de realizar um diagnóstico dos tipos e locais de geração para a elaboração do PGRSS, como forma de atender as exigências dos órgãos ambientais e de saúde na sua formulação e no automonitoramento igualmente constante do mesmo.

24.3 A responsabilidade dos profissionais da saúde

Quando os profissionais prestam assistência à saúde humana ou animal geram resíduos de diferentes naturezas. Por ser uma ação realizada pelo profissional, de acordo com características dos processos de trabalho, esses são considerados os responsáveis diretos pela geração dos resíduos e, consequentemente, pela segregação e pelo acondicionamento adequados. Se forem segregados inadequadamente, há consequências em todas as etapas subsequentes do gerenciamento, inclusive nos custos finais de tratamento, já que, no Brasil, é exigência legal o tratamento dos resíduos infectantes, perfurocortantes e químicos, antes da disposição final.

Se essa é uma competência e uma responsabilidade intransferível de cada profissional, a execução deste princípio requer a participação ativa e consciente de todos, o que é, por sua vez, fator determinante da eficácia do sistema de gerenciamento. Dito de outra forma, a geração e a segregação dos RSS é responsabilidade individual de cada profissional gerador do resíduo. Neste sentido, o profissional deve estar consciente do seu papel no processo e das consequências de suas ações para a instituição – custos e riscos ocupacionais, para os usuários dos serviços – probabilidade de infecções, por exemplo – e para a sociedade – catadores e contaminação da água e do solo.

Por outro lado, é responsabilidade da instituição onde o profissional presta serviço capacitá-lo para o manejo adequado dos resíduos. Trata-se de uma questão intimamente associada, portanto, aos programas de capacitação e educação continuada e/ou permanente e aos processos de formação profissional. Segundo Schneider (2004), deve-se levar em conta, particularmente, a formação dos profissionais da área da saúde sobre o tema, uma vez que o determinante final do descarte é o conceito construído por este profissional acerca do caráter de

periculosidade ou do potencial de reciclagem, seja o resíduo biológico, químico, radioativo ou reciclável.

É comum observar-se uma grande mistura entre as diferentes categorias de resíduos, mesmo que sejam disponibilizados dispositivos de acondicionamento adequados, conforme a legislação. Ou seja, muitas vezes o profissional desconhece ou desconsidera que as cores diferenciadas são para acondicionamento de resíduos de diferentes categorias, e pode, mediante sua ação, contaminar com resíduos químicos ou biológicos resíduos que poderiam voltar ao ciclo produtivo (recicláveis), ou serem depositados diretamente na natureza (orgânicos).

Nessa lógica, resíduos infectantes, cuja característica de *patogenicidade* se constitui em um diferencial dos resíduos deste campo, e resíduos químicos, cujos impactos sobre a saúde individual e ambiental é indiscutivelmente importante, e para os quais as formas de inertização são ainda insuficientes, devem ser objeto preferencial da atenção dos profissionais da saúde. Esses resíduos (químicos e infectantes), uma vez misturados a outros tipos (comuns, recicláveis), comprometem todo o volume final. Em relação aos perfurocortantes, cujo acondicionamento, sem observação da legislação, traz como decorrência acidentes com alto risco de transmissibilidade de doenças, especialmente em relação à saúde ocupacional, os profissionais devem ter cuidados especiais, uma vez que a maior parte dos acidentes de trabalho ocorre com este tipo de resíduos.

Há ainda os resíduos gerados dentro da instituição por familiares e visitantes. Esses devem ser constantemente informados sobre como os resíduos gerados nesta situação devem ser segregados. À instituição de saúde cabe, portanto, o papel social de capacitar usuários e familiares para o manejo adequado dos resíduos, bem como oferecer os dispositivos de acondicionamento para receber essa fração de resíduos.

O destino final desses resíduos é o meio ambiente, independentemente da categoria, do grau de periculosidade e das formas de tratamento empregadas para minimizar seus riscos. Por essa razão, todo esforço deve ser empregado para que o volume depositado seja o menor possível e com menor risco à saúde. Um ambiente mais saudável e com qualidade impacta nos índices de saúde. Há, portanto, uma relação direta entre saúde e qualidade ambiental.

Mudanças de entendimento e de postura dos geradores e dos profissionais que atuam na área da saúde, dos gestores dos estabelecimentos, bem como da sociedade como um todo, são essenciais para a adoção de formas adequadas para o gerenciamento dos RSS. Isto porque é comum que os profissionais de saúde não reconheçam que essa problemática é fundamental e tem relação direta com a qualidade da assistência – mediante redução da infecção hospitalar, por exemplo – e repercute também na qualidade de vida. Dessa forma, não percebem que o resíduo é responsabilidade sua enquanto gerador.

Há também pequeno número de profissionais que se ocupam do estudo dessa problemática. Esses estudos podem aumentar o grau de clareza quanto à relação saúde e meio ambiente, sendo fundamentais para que mudanças efetivas ocorram e o conhecimento possa ser transformado em condutas profissionais voltadas à

minimização da geração, ao aprimoramento do processo de manejo e de formas de tratamento e disposição final. Como o acesso ao conhecimento deve estar sendo permanentemente reavaliado, através de uma análise crítica da realidade (Rosado et al., 2000), um maior número de pesquisas nesta área permite diagnósticos mais precisos das diferentes situações, o que aumenta a probabilidade de adoção de modelos diferenciados para o gerenciamento dos RSS.

Resumidamente, as responsabilidades dos profissionais podem ser apresentadas na forma de competências, as quais são divididas em duas categorias principais, conforme quadro 2.

Quadro 2 – Responsabilidades profissionais no manejo dos RSS

Relacionadas diretamente ao manejo dos RSS	Relacionadas às implicações da ação profissional sobre o ambiente
– selecionar material certo e na quantidade certa para determinado cuidado	– conhecer a legislação específica sobre resíduos
– utilizar apenas o material necessário a cada situação de saúde	– reconhecer o manejo e especialmente a segregação e disposição dos RSS, como uma das competências específicas do profissional de saúde
– substituir materiais mais perigosos e tóxicos por outros e influir nos processos de compra desses materiais	– descrever implicações que os RSS infectantes, químicos, radioativos e perfurocortantes podem gerar para a saúde ocupacional, coletiva e ambiental
– segregar adequadamente, depositando cada tipo de resíduos no recipiente correto	– participar de estudos interdisciplinares sobre RSS e sobre decisões que impliquem a minimização da geração e de riscos
– reconhecer a simbologia de cada categoria de resíduos	– reconhecer o destino final como uma etapa fundamental para a manutenção da qualidade de vida e qualidade ambiental
– identificar cada uma das etapas do manejo de resíduos	– desenvolver ou participar de pesquisas que deem conta das necessidades de tratamento e disposição final desses resíduos
– participar dos programas de educação ou atualização na área	
– utilizar o PGRSS como instrumento orientador de formas de proceder e participar de sua implantação, seu monitoramento e sua atualização	

Fonte: Elaborado pelos autores.

24.4 Considerações finais

As responsabilidades quanto ao correto manejo dos RSS existem, são complexas e devem ser partilhadas tanto em nível individual (profissionais, usuários) e coletivo (órgãos públicos, esferas de governo, empresa de transporte, tratamento e disposição final) como em nível das políticas públicas.

A responsabilidade pelo manejo dos RSS alcança diferentes atores, em diferentes níveis e depende de decisões tomadas individual e coletivamente, englobando desde a lógica de organização dos serviços, a capacitação de recursos humanos, a formação de profissionais da saúde, a disponibilização de informações à sociedade para o manejo adequado, até a formulação de políticas públicas e legislações por órgãos públicos a quem compete proteger a saúde e o meio ambiente. Na esfera individual,

cabe a cada profissional e usuário adotar medidas que iniciam na busca da minimização da geração e terminam na mudança de comportamento em todo o processo de manejo.

Cabe às instituições cumprir a legislação existente e específica sobre resíduos; elaborar, monitorar e atualizar o PGRSS, aprimorando-o constantemente. Assim, as ações de capacitação sobre resíduos devem incluir os gestores destes estabelecimentos, uma vez que os mesmos detém o Poder Político necessário ao estabelecimento de novas formas de agir, diante dos resíduos gerados na assistência à saúde.

Ao Poder Público cabe o papel de acompanhar os processos de produção de conhecimento sobre RSS e de incorporar novas tecnologias de manejo (especialmente destino final), como forma de atualizar a legislação, sempre que um conhecimento novo puder reduzir riscos à saúde e ao meio ambiente, ou aperfeiçoar os processos de manejo. Cabe-lhe também monitorar o cumprimento da legislação específica nos muitos estabelecimentos de saúde. Resumidamente, cabe aos órgãos do governo federal, municipal e estadual a constante fiscalização e o aprimoramento das políticas públicas, de forma a garantir que os RSS não ofereçam riscos à saúde humana e ambiental quando depositados no meio ambiente.

Se responsabilidade significa assumir as consequências pelas decisões e ações executadas e se, no caso dos RSS, essas responsabilidades são compartilhadas, todos os envolvidos devem desenvolver suas ações com consciência de que, mesmo sendo executadas em diferentes instâncias, são ações complementares e que somente no conjunto podem contribuir para melhorar os índices de saúde humana e qualidade ambiental.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, P. A.; GOVATTO, A. C. Ética e responsabilidade social nos negócios (Resenha). *Revista IMES,* p. 57-58, jun./dez. 2002.

BRASIL. *Constituição Federal*, de 5 de outubro de 1988. Institui a Constituição da República Federativa do Brasil. Brasília, DF, 1988.

_____. *Lei Federal 12.305*, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998 e dá outras providências. *Diário Oficial [da] da União*, Poder Executivo. Brasília, DF, 2010.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução 306*, de 7 dezembro de 2004. Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução 358,* de 29 de abril de 2005. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

GARCIA, L. P.; ZANETTI-RAMOS, B. G. *Gerenciamento dos resíduos de serviço de saúde*: uma questão de biossegurança. Rio de Janeiro, 2004.

INFOPÉDIA. Dicionário da Língua Portuguesa – com acordo ortográfico. Editora Porto, 2013. Disponível em: <http://www.portoeditora.pt/produtos/ficha?id=125694>. Acesso em: 21 ago. 2014.

ROSADO, R. M. et al. Caracterização quali-quantitativa dos resíduos recicláveis de hospitais de Porto Alegre/RS, encaminhados para a coleta seletiva realizada pelo DMLU. In: CONGRESSO INTERAMERICANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL, 2000, Porto Alegre. *Anais*... Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Ambiental, 2000. p. 1-10.

SCHNEIDER, V. E. *Sistemas de gerenciamento de resíduos sólidos de serviços de saúde:* contribuição ao estudo das variáveis que interferem no processo de implantação, monitoramento e custos decorrentes. 2004. Tese (Doutorado) – Instituto de Pesquisas Hidráulicas da UFRGS, Porto Alegre, 2004.

SILVA, A. C. N. et al. Regulamentação do tratamento de resíduos infectantes em serviços de saúde: uma revisão de literatura. *Revista Brasileira de Ciências Ambientais,* n. 21, dez. 2011.

SISINNO, C. L. S.; MOREIRA, J. C. *Ecoeficiência:* um instrumento para redução da geração de resíduos e desperdícios em estabelecimentos de saúde. Rio de Janeiro: Fiocruz, 2005.

25

Impactos ambientais e resíduos decorrentes de sepultamento

Elis Marina Tonet
Vania Elisabete Schneider
Samuel Lovison

Um hospital, ou outro estabelecimento voltado à assistência à saúde, tem por objetivo proporcionar melhorias aos indivíduos que o procuram, por meio da prestação, com qualidade, de serviços especializados. Contudo, dependendo do quadro clínico do indivíduo, bem como das tecnologias e da mão de obra especializada disponíveis no centro hospitalar, esta melhora, no quadro de saúde, pode não ocorrer, resultando em óbito. Em outras circunstâncias, a morte pode ocorrer antes mesmo da busca por auxílio médico, como em: casos de acidentes, mal súbito, crimes, etc., quando o corpo segue diretamente para o Instituto Médico Legal (IML).

Por ser um evento sobre o qual pouco domínio se pode ter, muito se questiona e teoriza acerca da morte, principalmente com base nos aspectos espirituais. Diferentes culturas tratam a morte de diferentes formas: enquanto no Brasil este é um momento de grande tristeza e dor, no México é motivo de alegria e festa. Independentemente das concepções religiosas que moldam nossa maneira de compreender este fenômeno, fato incontestável é que nenhum ser vivo jamais enganou a morte. É nosso destino comum: ricos, pobres, bactérias, vegetais, répteis e mamíferos. Basta ser considerado um *ser vivo* para, em um piscar de olhos, estar morto.

Na natureza como um todo, o fenômeno morte é parte de um intrincado processo de ciclagem de nutrientes e fluxo de energia, por meio dos quais o ecossistema mantém seu equilíbrio. Nascer, morrer naturalmente ou por ação de um predador, e ser decomposto são situações imperativas na natureza, sem as quais não poderíamos concebê-la tal qual é. A reciclagem é uma contingência na natureza; sem ela a própria vida não seria possível. E isso se estende a todos os seres vivos, incluindo o ser humano e seus animais de estimação.

Embora a ciência ainda despenda grande esforço na busca de uma concepção representativa acerca dos conceitos de vida e morte (no sentido humano), estes temas não serão aqui discutidos, até porque necessitariam de um único capítulo para tanto. De forma a proporcionar uma melhor compreensão acerca das discussões que seguirão, considerar-se-á o evento morte como sendo a ausência total de estímulos cerebrais, os quais resultam na diminuição da atividade dos demais órgãos, levando o indivíduo a um estado jacente e destrutivo de caráter permanente.

Sob o ponto de vista estrutural, a morte pode ser considerada o antônimo da vida: enquanto que na segunda há o aumento da complexibilidade estrutural da matéria, na primeira há o decaimento das formas estruturais sob a ação de processos biológicos, nos quais entram em ação micro-organismos, como: bactérias, fungos, vermes (quando não animais maiores); e processos físico-químicos de degradação, nos quais a degradação molecular ocorre naturalmente por falta de comandos bioquímicos, que garantam sua integridade estrutural. Faz, também, menos de 150 anos que a morte vem sendo encarada como um fato simplesmente mecânico e material, tendo suas reações químicas estudadas, quantizadas e entendidas do ponto de vista físico, químico e biológico.

Cada religião e/ou cultura possui um ritual diferenciado para despedida e sepultamento de entes queridos. Embora a cremação seja uma forma tão antiga de sepultamento quanto o enterramento, este perdura até os dias atuais, como o procedimento mais comum. De acordo com Causa Merita (2012), Rebeyrol (1988), Carvalho (2001 apud Pierre, 1996), Macêdo e Almeida (2005), a prática de enterramento de cadáveres remonta a pelo menos mil anos, estando diretamente vinculada à idade do bronze e à cultura neandertalense. Segundo Macêdo (2004), a forma de sepultamento em cemitérios ou tumbas, como conhecemos nos dias atuais, surgiu a partir da Idade Média, na qual os mortos eram enterrados em igrejas, abadias, mosteiros, conventos, colégios, seminários e hospitais.

A disposição direta no solo (covas) foi sendo substituída por estruturas construtivas que vão desde simples túmulos em tijolos, pedras ou outros materiais até as complexas estruturas evidenciadas nas antigas culturas egípcias, maias, astecas, incas, chinesas, indus – somente para citar algumas das culturas mais eminentes da Antiguidade. A concentração populacional em locais específicos para sepultamento evolui com a civilização, crescendo em área e contingente, na medida em que igualmente aumenta a densidade populacional. A situação assume dimensões extremas diante de catástrofes e guerras, quando o contingente a ser sepultado aumenta por vezes drasticamente, fazendo-se necessário recorrer a sepultamentos em massa, principalmente por questões de saúde pública.

O primeiro vestígio do início da degradação de corpos é a queda do potencial hidrogeniônico (pH) intracelular, causada pela falta de aporte de oxigênio, necessário à neutralização dos íons de hidrogênio formados pela degradação de moléculas, como glicose, gordura e proteínas, realizadas com vistas à produção de energia em nível celular. O pH natural, a temperatura interna e os agentes reguladores gerados pelo próprio corpo mantêm sob controle miríades de organismos que vivem de forma

parasitária ou simbiôntica com os corpos humanos e animais. Após a morte, os organismos perdem suas defesas naturais, e o corpo inicia o processo de *decaimento*, quando os fatores limitantes e atuantes em seu interior não estarão mais sendo controlados. Os próprios *hóspedes*, presentes particularmente nos intestinos, e que antes se alimentavam dos nutrientes ali presentes, agora passam a se alimenar do intestino propriamente dito e conseguem se propagar para o interior do corpo, corroendo os outros órgãos. Os fluidos digestivos presentes nos intestinos vazam e, por sua vez, ajudam na corrosão do interior do corpo.

Nessa etapa do processo, a *lisina* (ácido 2,6-diaminohexanóico) presente no corpo – em ossos, cartilagens e em outros tecidos – começa a sofrer reações de descarboxilação por intermédio de enzimas, liberando CO_2 e formando uma substância chamada cadaverina (1,5-diaminopentano). Da mesma forma a *ornitina* (L-Ornitina), quando sofre reação de descarboxilação, forma a substância denominada putrescina (1,4-diamina-butano). O médico alemão Ludwig Brieger identificou estes dois compostos nitrogenados em 1885 como os principais responsáveis pelo cheiro característico da putrefação.

O CO_2 liberado pela descarboxilação da *lisina* e da *omitina* soma-se a outros diversos gases (sulfureto de hidrogênio, metano) produzidos pelas bactérias anaeróbias, que estarão atuando na degradação. O acúmulo de gases dentro do cadáver, além de inflá-lo, gera uma pressão que força a saída de fluidos pelos vasos sanguíneos e pelas cavidades corporais.

Oportunamente, insetos podem depositar ovos nas cavidades (ânus, boca, ouvidos, olho, etc.), ou em feridas expostas, as quais, ao eclodirem, aceleram o processo de decomposição por meio da secreção de enzimas digestivas, além de infectar o corpo com novas bactérias. A massa de vermes e larvas trabalha em uníssono, alimentando-se das estruturas orgânicas, compartilhando calor e aproveitando as enzimas digestivas uns dos outros, para facilitar a propagação pelo interior do corpo.

Num ambiente considerado *normal*, entre 10 e 20 dias após o óbito, inicia a fase denominada putrefação negra, na qual o corpo inchado pelos gases colapsa e murcha, deixando à mostra partes escurecidas. A maior parte dos fluidos corporais vaza e torna o solo em torno do cadáver úmido e rico em vermes. O número de insetos decompondo o cadáver cresce e a atividade destes faz com que a temperatura do corpo aumente significativamente.

Entre 20 e 50 dias após o óbito inicia a fase denominada fermentação butírica, cujo odor – semelhante ao cheiro de queijo, devido à presença de ácido butírico – atrairá uma nova gama de detritívoros. A escassez de carne mole faz com que os insetos que possuem bocas em forma de gancho quase desapareçam, mas torna o cenário muito atraente para insetos com capacidade de mastigar, tais como besouros e escaravelhos, os quais se alimentam da pele e dos ligamentos.

Entre 50 e 365 dias após o óbito inicia a fase de decaimento seco, processo muito lento e praticamente imutável. Nesta fase, quase toda a pele já desapareceu, restando-lhe somente (quando muito) alguns traços e os ossos.

25.1 A dinâmica da decomposição

Quando analisadas sob o prisma ambiental, todas as formas de sepultamento causam algum tipo de impacto ambiental. No caso do enterramento, este impacto está diretamente relacionado ao decaimento das formas estruturais, também denominado estado de decomposição ou putrefação, no qual a matéria ingressa após o óbito. Segundo Pounder (1995) e Lovizon (2010), normalmente 24 horas após o óbito, o corpo entra em estado de putrefação, sendo que a decomposição completa do corpo humano pode levar desde somente alguns meses até alguns anos, dependendo da contaminação deste por substâncias químicas, do ambiente de sepultamento e da ação dos micro-organismos. Segundo Campos (2007 apud Pacheco; Batello, 2000), a má-implantação e operação de cemitérios, associada a fatores ambientais específicos, são os maiores responsáveis pela aceleração ou pelo retardamento dos fenômenos transformativos, dentre os quais se dá destaque:

- *temperatura*: 25 – 35 ºC é a faixa de temperatura ótima para que ocorra a decomposição microbiológica, uma vez que as altas temperaturas influenciam na evaporação da parcela de água contida no corpo, bem como aceleram o metabolismo dos micro-organismos envolvidos na decomposição;
- *umidade*: para uma ocorrência otimizada da degradação, é necessário que a quantidade de água disponível aos micro-organismos seja ótima. Por isso, infiltrações excessivas e taxas de evaporação demasiadamente elevadas podem causar fenômenos conservativos, como a maceração[1] e a mumificação;
- *oxigênio*: a ventilação tende a acelerar o processo de decomposição devido à oferta e consecutiva ação de micro-organismos aeróbios;
- *condições específicas do indivíduo*: algumas condições específicas do indivíduo, tais como idade, constituição do corpo e *causa mortis* influenciam diretamente a velocidade da decomposição. De acordo com Campos (2007 apud Silva, 1999), recém-nascidos, indivíduos obesos e aqueles que sofreram mutilações, infecções ou estados gangrenosos tendem a ser decompostos com maior velocidade.

Talliaro (2009) divide o processo de decomposição de corpos, humanos ou não, em quatro fases distintas e consecutivas. Salienta-se que os tempos informados são somente estimativas daquilo que acontece na realidade e, conforme mencionado, dependerão de muitos fatores:

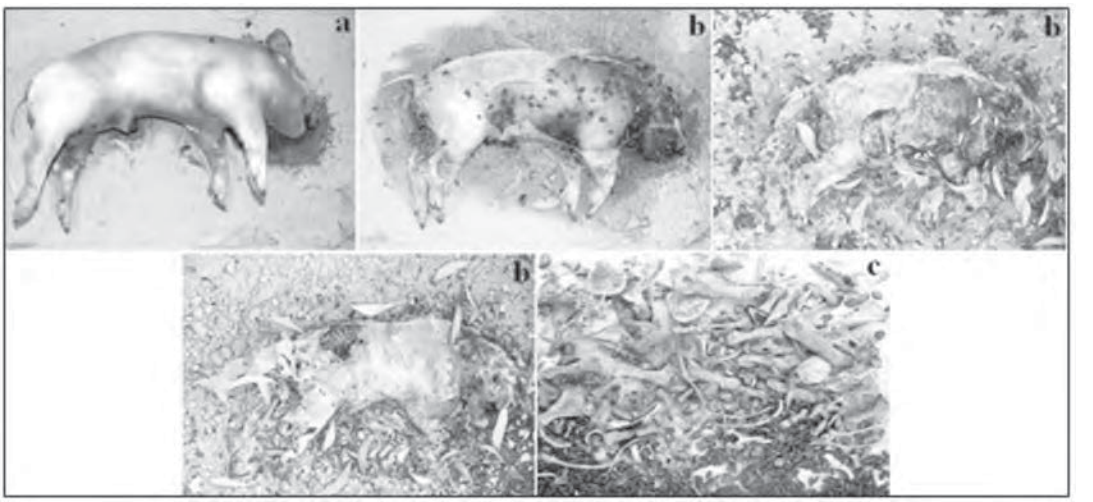
- *período cromático*: também denominado período de coloração ou período das manchas, inicia-se normalmente entre 18 e 24 horas após a ocorrência do óbito, possuindo duração total estimada de 7 a 12 dias. Esta fase é caracterizada

[1] Maceração é o processo de transformação destrutiva, na qual ocorre o amolecimento de tecidos e órgãos, quando há a parcial ou completa submersão do corpo em um meio líquido. (Talliaro, 2009).

pelo aparecimento de manchas na pele em tons esverdeados a arroxeados (figura 1a);

- *período enfisematoso:* também conhecido como período gasoso ou período deformativo, inicia-se normalmente após a primeira semana de óbito, estendendo-se por até 30 dias. Os gases produzidos pelo processo de putrefação (H_2S, NH_3, CH_4, CO_2 e H_2) infiltram o tecido celular subcutâneo, modificando progressivamente a fisionomia e a forma externa do corpo (figura 1a);
- *período coliquativo:* também denominado período de redução dos tecidos, inicia-se aproximadamente no final do primeiro mês, podendo estender-se por meses ou até anos, dependendo de diversas condições. Esta fase é caracterizada pelo amolecimento e pela desintegração dos tecidos, os quais se transformam em uma massa pastosa, semilíquida, escura e de intensa fetidez, denominada necrochorume (figura 1b);
- *período de esqueletização:* após o término da decomposição de toda a matéria orgânica, surge o esqueleto ósseo, os dentes, os cabelos e os pelos, os quais são mais difíceis de se desintegrarem e conservar-se-ão por longo período (figura 1c).

Figura 1 – Estágios de putrefação cadavérica em suíno



Fonte: Elaborada pelos autores, com base em *Australian Museum* (2009).

Conforme pode ser visualizado na figura 1, o período enfimatoso e o período coliquativo são as fases de decomposição mais agressivas à estrutura física, com perda perceptível de forma e transformação ativa da matéria. Estas transformações são causadas por uma série de fatores internos e externos ao corpo. Segundo *Australian Museum* (2009), logo após a morte do indivíduo, bactérias intestinais antes associadas ao corpo, por meio de uma relação de mutualismo, passam a exercer sobre este uma relação de parasitismo, iniciando a decomposição do intestino. Quando a parede intestinal é rompida, devido à atividade microbiológica, as bactérias passam a decompor os órgãos circunvizinhos. Diferentes enzimas presentes em diferentes órgãos, tais como: intestino, estômago, bílis e pâncreas também auxiliam na decomposição da estrutura corpórea.

Com relação aos fatores externos, o *Australian Museum* (2009) destaca que "[...] sem as defesas normais de um animal vivo, varejeiras e moscas são capazes de pôr ovos em torno de feridas e aberturas naturais do corpo, [...] [sendo que] estes ovos eclodem e se movem para o interior do corpo, muitas vezes em um período de 24 horas [após o óbito]". Esta fauna externa ao corpo também influencia consideravelmente a decomposição da matéria (figura 2).

Figura 2 – Exemplo de fauna cadavérica (larvas)

Fonte: Tejiendo el mundo (2011).

Com relação aos subprodutos da decomposição humana, a geração de necrochorume e gases pode ser considerada o principal agente impactante na morte de um indivíduo. Eles são responsáveis pela geração de impactos ambientais sobre o solo, águas superficiais e subterrâneas, bem como pela poluição do ar. O necrochorume pode ser caracterizado como uma "[...] solução aquosa, rica em sais minerais e substâncias orgânicas degradáveis, de cor castanho-acinzentada, viscosa, polimerizável, de cheiro forte e com grau variado de patogenicidade". (Sória; Ramirez, 2004, p.1). Segundo Silva e Filho (2009), 60% do necrochorume é constituído por água, 30% por sais minerais diversos e 10% por substâncias orgânicas, tais como a cadaverina ($C_5H_{14}N_2$), putrecina ($C_4H_{12}N_2$) e os alcaloides cadavéricos, os quais são substâncias tóxicas.

Sabe-se que o necrochorume carrega consigo uma carga microbiológica variável, que é função do tipo de micro-organismos envolvidos na decomposição do corpo, bem como da causa da morte do indivíduo. Segundo Matos (2001, p. 7), de acordo com a composição química do necrochorume, é provável que nele seja encontrada uma concentração elevada de "[...] bactérias degradadoras de matéria orgânica (bactérias heterotróficas), de proteínas (bactérias proteolíticas) e de lipídeos (bactérias lipolíticas)". Ainda, devem estar presentes bactérias que vivem em mutualismo com o corpo humano, tais como *Escherichia coli*, *Enterobacter*, *Klebsiella* e *Citrobacter*, as quais formam juntas o grupo dos coliformes totais; *Streptococcus faecalis*, *Clostridium perfringes*, *Clostridium welchii*, dentre outras. Dependendo do motivo que levou o indivíduo a óbito, é provável que sejam encontrados, juntamente com o necrochorume, bactérias, vírus e protozoários patogênicos, como aqueles responsáveis pela hepatite, leptospirose, febre tifóide, cólera, dentre outras doenças.

Por fim, Silva e Filho (2009) e Lovizon (2010) destacam que o necrochorume pode apresentar concentrações expressivas de metais pesados, as quais são fruto da lixiviação dos adereços de caixões e túmulos, bem como das tintas e vernizes utilizados no recobrimento e tratamento destes. Também destacam a possível presença de cosméticos, enrijecedores, conservadores e demais substâncias utilizadas durante o processo de tanatopraxia,[2] bem como traços residuais do tratamento aplicado ao indivíduo, antes do seu óbito, tais como: quimioterápicos, radioterápicos, antibióticos, anti-inflamatórios, dentre outros medicamentos.

25.2 O sepultamento e o meio ambiente

Embora ainda haja uma relativa escassez de informações e trabalhos técnicos voltados à avaliação dos impactos ambientais relacionados a má-implantação e operação de cemitérios, alguns estudos comprovam sua relação direta com a contaminação de águas subterrâneas. Segundo Migliorini (2002 apud Konefes, 1991), verificou-se uma concentração atípica de arsênio nas águas subterrâneas próximas a um antigo cemitério, no Leste dos Estados Unidos. Através deste fato, foi possível concluir que havia a probabilidade de que este composto fosse resultante da lixiviação e decomposição de corpos ali sepultados, uma vez que, até 1910, a utilização de aproximadamente 1,5 kg de arsênio por corpo, para garantir o processo de embalsamamento, era comum. Da mesma forma, Migliorin (2002 apud Mulder, 1954) cita que, em Berlim, durante o período de 1863 e 1867, foi possível verificar correlação direta entre um surto de febre tifoide, a contaminação e o consumo de águas subterrâneas próximas a um cemitério. Já em Paris, segundo esse mesmo autor, era possível verificar, que durante os períodos mais quentes, as águas subterrâneas próximas a cemitérios apresentavam odor forte e sabor adocicado. No Brasil, estudos conduzidos por Pacheco, na área do Cemitério Municipal São Gonçalo e Cemitério-Parque

[2] Consiste na conservação e reconstituição (arte restaurativa) do corpo, sem alterar as características naturais da pessoa, retardando o processo de decomposição até o momento do sepultamento, sem a extração de nenhum órgão. (Tanato, 2012).

Bom Jesus, ambos de Cuiabá, comprovaram um aumento da condutividade elétrica, de sólidos totais dissolvidos e de micro-organismos patogênicos, tais como a salmonela, em águas subterrâneas próximas a cemitérios. (Brasil, 2007).

O necrochorume, assim como os gases gerados na decomposição da matéria orgânica, chega ao meio livre através de rachaduras existentes nos túmulos, quando o enterramento ocorre acima do nível do solo, ou através de rachaduras e decomposição do próprio caixão, quando o enterramento ocorre abaixo do nível do solo (figuras 3 a 5). Lovizon (2010) destaca que o concreto, material mais comumente utilizado no revestimento de túmulos, por ser permeável, permite a migração de líquidos e gases para o ambiente, bem como a entrada de água nas sepulturas, seja devido à precipitação, seja devido ao afloramento do freático livre.

Carneiro (2009) destaca que a mobilidade do necrochorume no solo pode ser maior ou menor dependendo da composição físico-química e biológica do solo, da composição do próprio composto e do relevo local. Terrenos mais planos e solos mais arenosos, os quais possuem menor diversidade microbiológica, tendem a proporcionar maior infiltração do necrochorume, com consequente maior contaminação das águas subterrâneas. Já terrenos com maior declividade e solos mais argilosos tendem a proporcionar maior escoamento superficial, gerando maior pluma de contaminação, embora este tipo de solo possua maior concentração de micro-organismos, o que facilita o processo de decomposição biológica do composto. Segundo Silva e Filho (2009), a contaminação do solo por necrochorume dar-se-á quando o meio físico local for vulnerável, o que dependerá de suas características geológicas e hidrogeológicas.

Figura 3 – Exemplo de enterramento realizado acima do nível do solo

Fonte: Paróquia Nossa Senhora da Glória Redentoristas (2012).

Figura 4 – Exemplo de vazamento de necrochorume

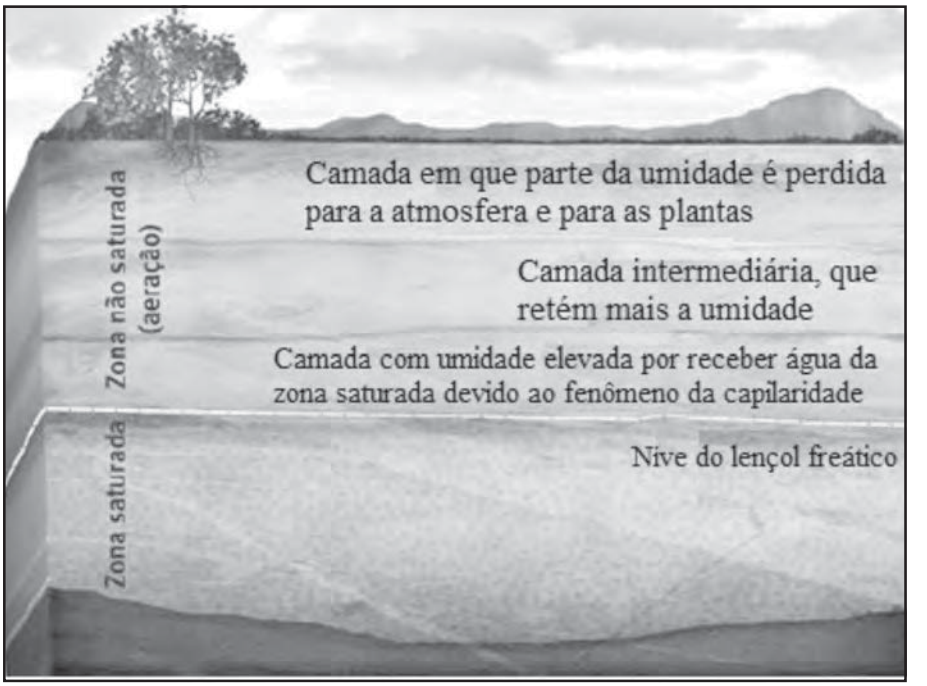
Fonte: Blog do Éder Luiz (2010).

Figura 5 – Exemplo de enterramento realizado abaixo do nível do solo

Fonte: ItapetingaAgora.com (2010). *Foto:* Tiago Bottino.

Um dado perfil de solo pode ser classificado, de forma simplificada, em duas zonas distintas (figura 6). A zona não saturada, localizada na parte superior do perfil de solo, é composta por partículas de solo e espaços vazios, sendo que estes podem estar ocupados tanto por água quanto por ar. Já a zona saturada, localizada na parte inferior do perfil de solo, é igualmente composta por partículas de solo e espaços vazios; contudo, estes últimos estão preenchidos por água, o que caracteriza o freático livre. Silva e Filho (2009) destacam a importância da zona não saturada à filtração e decomposição do necrochorume, pois esta camada é considerada "[...] favorável à modificação de compostos orgânicos e inorgânicos e à retenção e eliminação de bactérias e vírus". (Silva; Filho, 2009, p. 28). Contudo, sua maior ou menor eficiência de remoção será função de uma série de características inerentes ao solo e ao clima. O quadro 1 apresenta um resumo dos fatores influentes à sobrevivência e mobilidade de vírus, bactérias e protozoários patogênicos, segundo Campos (2007 apud Marinho, 1998).

Figura 6 – Representação gráfica das zonas de um perfil de solo



Fonte: Silva e Filho (2009).

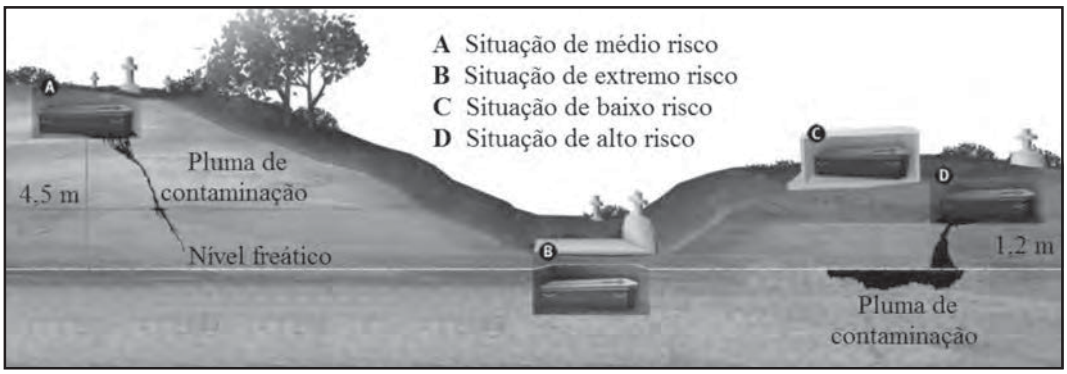
Quadro 1 – Resumo das relações entre fatores físicos, químicos e biológicos e a sobrevivência de micro-organismos associados ao necrochorume em solos

Fator	Efeito
Umidade	– maior tempo de sobrevivência em solos úmidos e durante períodos de grande precipitação pluviométrica
Temperatura	– maior tempo de sobrevivência em temperaturas baixas
Adsorção	– maior sobrevivência em solos que possuem maiores taxas de adsorção
pH	– maior sobrevivência em pH alcalino (acima de 7) – pH baixo favorece a adsorção de vírus – pH elevado resulta no desprendimento de vírus adsorvidos
Luz do sol / evaporação	– menor período de sobrevivência na superfície do solo
Matéria orgânica	– maior sobrevivência de bactérias em meios com maior concentração de matéria orgânica, inclusive com possibilidade de reprodução – menor possibilidade de adsorção de vírus, devido à competição entre estes e a matéria orgânica
Antagonismo da microflora do solo	– maior sobrevivência em solos estéreis, uma vez que a microflora compete com as bactérias por nutrientes – micro-organismos aeróbios do solo afetam adversamente a sobrevivência dos vírus
Precipitação	– micro-organismos anaeróbios não afetam a sobrevivência dos vírus – micro-organismos retidos próximos à superfície do solo podem se desprender após precipitações intensas, devido ao estabelecimento de gradientes iônicos na coluna de solo
Composição do solo	– bactérias e vírus adsorvem prontamente a argila sob condições apropriadas
Carga hidráulica / taxa de fluxo	– micro-organismos penetram mais profundamente no solo com o aumento da taxa de fluxo – a carga hidráulica se eleva naturalmente durante os períodos de chuva
Cátions	– a adsorção de micro-organismos nas partículas de solo é favorecida pela ocorrência de cátions bivalentes

Fonte: Adaptado de Campos (2007 apud Marinho, 1998).

Com base no exposto acima, é possível compreender que tanto a espessura da zona não saturada do solo quanto o material geológico, ocorrente no local, são os fatores mais relevantes quando da atenuação de necrochorume oriundo de contaminações ambientais. Consequentemente, é possível afirmar que estas duas variáveis são as de maior importância para a análise, quando da implantação de um cemitério em local específico. Segundo Silva e Filho (2009, p. 9), "solos com média permeabilidade e nível freático profundo são ideais para sepultamentos, pois favorecem a putrefação e a filtragem do necrochorume, o que significa baixa vulnerabilidade de contaminação". A figura 7 apresenta a comparação entre três locais distintos para sepultamento, com base nos riscos potenciais de contaminação da água subterrânea e do solo, considerando-se, para fins de exemplo, a modalidade de sepultamento abaixo do nível do solo.

Figura 7 – Exemplificação dos potenciais riscos associados ao sepultamento em diversas condições



Fonte: Adaptada de Silva e Filho (2009).

Com base na figura 7, é possível verificar que a sepultura B possui maior risco de contaminação ao meio ambiente, uma vez que se localiza abaixo do nível máximo do freático. Significa dizer que, invariavelmente, a água subterrânea inundará a sepultura, carreando consigo produtos da decomposição. O segundo caso de maior risco é o da sepultura D, uma vez que há pequena distância existente entre o nível máximo do lençol freático e o fundo da sepultura, bem como características naturais do solo ali existentes. Verifica-se que, em um meio de maior porosidade, o necrochorume é capaz de infiltrar mais facilmente, aumentando as chances de contaminação da água subterrânea. Por fim, verifica-se que a sepultura mais segura, sob o ponto de vista ambiental, é a A, pois se localiza a 4,5 m do nível máximo do aquífero livre, bem como está assentada sobre material com média permeabilidade.

No que concerne ao sepultamento acima do nível do solo – tal qual apresentado pela figura 3 –, é relevante destacar que sua segurança ambiental, em termos de possibilidade de contaminação do solo e água, é maior do que o sepultamento abaixo do nível do solo, no qual o assentamento do caixão ocorre, muitas vezes, diretamente sobre o solo. O confinamento do caixão em túmulos edificados em alvenaria e com acabamento em cimento diminui, embora não evite – conforme figura 4 – as chances de escoamento do necrochorume para o ambiente. Túmulos dotados de sistema de captação e acondicionamento de líquidos resultantes da decomposição, confeccionados para evitar tanto a entrada de água da chuva quanto a saída de necrochorume, constituírem a melhor opção técnica para sepultamentos.

25.3 Legislação aplicável

Com vistas a regulamentar questões relativas à implantação de novos cemitérios no Brasil, surge a Resolução Conama 335 (Brasil, 2003) e suas posteriores alterações (Brasil, 2006; 2008), as quais disciplinam o licenciamento ambiental de cemitérios. Esta Resolução busca instituir o regramento básico para a implementação e operação

de cemitérios, sejam estes horizontais[3], sejam verticais[4], de modo a proporcionar maior grau de proteção, tanto ao meio ambiente quanto à população. Para este fim, solicita que o empreendedor providencie uma série de levantamentos e estudos ambientais da área, na qual pretende implantar o cemitério. Ainda, estabelece um limite temporal para que todos os cemitérios no País adaptem-se à condição de empreendimento sustentável. Segundo Melo, Tudor e Bernardinho (2010), um cemitério pode ser considerado um empreendimento sustentável, quando cumpre integralmente as disposições da Resolução Conama 335, 368 e 402. (Brasil, 2003; 2006; 2008).

Em seu art. 3º, a Resolução estabelece que, na fase de licenciamento prévio (anterior ao início das obras e consequente modificação do terreno), o empreendedor deve apresentar, dentre outros estudos, a avaliação do nível máximo do freático no final da estação de maior precipitação pluviométrica, sondagem mecânica para a caracterização do subsolo e plano de implantação e operação do empreendimento. Estas informações, quando conjuntamente analisadas com demais estudos e documentos, possibilitam ao órgão ambiental realizar uma avaliação mais aprofundada acerca da potencialidade do local em receber um empreendimento como um cemitério, bem como identificar os riscos aos quais a população estará exposta, caso sua localização seja aprovada. Vale ressaltar que os dados requeridos nesta primeira fase de licenciamento estão, em sua maioria, relacionados a identificações de variáveis ambientais influentes à instalação do empreendimento no local.

O art. 4º da mesma Resolução destaca que, já na fase de obtenção da licença de instalação, o empreendedor deverá apresentar, dentre outros estudos, o projeto executivo relativo às medidas de mitigação e de controle ambiental. Esta exigência garante que o empreendedor planeje e execute medidas estruturais e não estruturais, que assegurarão tanto a qualidade ambiental da área na qual o empreendimento está instalado quanto de suas áreas adjacentes. No caso de cemitérios horizontais, o art. 5º destaca que o referido projeto deverá considerar, dentre outros pontos:

- uma distância mínima entre o nível inferior das sepulturas e o nível mais alto do lençol freático, aferido no final da estação de cheia, de 1,5 m;
- a instalação de sepulturas acima do nível natural do terreno, quando o nível do lençol freático não puder ser mensurado;
- a consideração de técnicas que permitam trocas gasosas entre o interior da sepultura e o meio livre.

No caso de cemitérios horizontais localizados em áreas relevantes ao abastecimento humano, o projeto deverá considerar, dentre outros pontos:

[3] Cemitério horizontal é aquele localizado em área descoberta, compreendendo os tradicionais e os do tipo parque ou jardim. (Brasil, 2003).

[4] Cemitério vertical é um edifício de um ou mais pavimentos, dotados de compartimentos destinados a sepultamentos. (Brasil, 2003).

- que o empreendimento se localiza a uma distância segura do recurso hídrico superficial, ou subterrâneo, utilizado para abastecimento público;
- que o empreendimento possua instalado e em funcionamento um sistema que capte, encaminhe e disponha adequadamente as águas pluviais, evitando erosões, alagamentos e movimentos de terra;
- a existência de um subsolo com coeficiente de permeabilidade, entre 10^{-5} e 10^{-7} cm/s, desde o nível inferior das sepulturas até o nível do lençol freático. Para coeficientes de permeabilidade maiores, salienta-se a necessidade de maior distância entre o nível inferior das sepulturas e o nível do lençol freático: 10 m.

Tanto o art. 5º quanto o art. 6º destacam medidas que devem ser consideradas quando da elaboração do projeto de mitigação e controle dos impactos ambientais relativos à atividade de enterramento de corpos. Dá-se destaque à atenção despendida pelo órgão ambiental frente à possibilidade de contaminação da água subterrânea e superficial, devido ao escoamento superficial e/ou à infiltração no solo do necrochorume. Para minimizar esta possibilidade, a Resolução propõe uma série de medidas, como a instalação de sepulturas acima do nível do solo, quando da impossibilidade de mensuração do nível máximo do freático – casos normalmente relacionados a solos que apresentam pequenos perfis e embasamento rochoso –, freático livre pouco expressivo e predominância da ocorrência de água subterrânea nas fraturas nas rochas. Caso a área em processo de licenciamento ambiental esteja inserida em bacias de captação para abastecimento humano, verifica-se que o rigor das exigências para a instalação do empreendimento são maiores, proporcionando maior grau de proteção ambiental.

O art. 8º da referida Resolução, diferentemente daqueles comentados até então, apresenta aspectos relevantes ao processo de sepultamento, e não a instalação do cemitério como empreendimento. Segundo este, deve-se evitar o emprego de materiais que agridam o meio ambiente, tais como: plásticos, tintas, vernizes, metais pesados, etc. No caso das mantas que envolvem o corpo no interior do caixão, sugere-se a utilização de materiais biodegradáveis e veda-se a utilização de materiais impermeáveis que possam impedir trocas gasosas entre o meio interno e externo à sepultura.

O art. 9º destaca que todo resíduo sólido de origem não humana, resultante do processo de exumação de corpos, deverá possuir destinação final adequada, tanto sob o ponto de vista ambiental quanto sanitário. De acordo com Priberam (2012) e Brasil (2003), o processo de exumação é compreendido como o ato de desenterrar um cadáver, de retirar os restos mortais humanos da sepultura. Os fins que levam à abertura de uma sepultura são variados, mas, de acordo com o Grupo Primaveras (2012), as principais causas que conduzem à exumação cadavérica são: necessidade de liberação de gavetas para novos sepultamentos; necessidade ou opção de transferência de jazigos ou mudança de cemitério, e por ordenação judicial.

Segundo legislação específica, o processo de exumação de restos mortais humanos deve ser autorizado por órgão específico, sendo permitido somente após tempo mínimo de três anos do sepultamento, salvo por determinação judicial. O

estabelecimento de um período mínimo para reabertura do jazigo está diretamente relacionado aos riscos vinculados à decomposição do corpo humano, principalmente os de origem microbiológica. Com base nas quatro fases de decomposição descritas anteriormente, assume-se que o corpo humano, quando submetido a condições ótimas, encontrar-se-á no início da fase de esqueletização, após três anos de sepultamento. Nesta fase, a matéria já passou pelas transformações mais representativas, sendo que os riscos de contaminação ambiental e biológica são minimizados.

Ainda com base na Resolução supracitada, verifica-se que tanto os restos mortais quanto os resíduos não humanos, oriundos do processo de exumação, deverão obter destinação final adequada. Embora os resíduos provenientes deste procedimento não sejam classificados como de serviços de saúde, segundo a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), estes podem – e devem – ser considerados como tal. Com base na NBR 10.004 (ABNT, 2004), a qual tem por objetivo segregar os resíduos sólidos em diferentes classes, verifica-se facilmente que o resíduo não humano, oriundo do processo de exumação cadavérica, possui potencial de periculosidade proveniente de sua potencial patogenicidade. Ainda, com base na NBR 12.808 (ABNT, 1993), que tem por objetivo classificar os resíduos de serviços de saúde, verifica-se que todo material, colocado em contato com secreções, excreções e demais líquidos orgânicos provenientes de pacientes (vivos ou mortos), deve ser considerado resíduo infectante e, portanto, ser manejado adequadamente. Por fim, busca-se apoio no princípio da prevenção e precaução, elencado no art. 225 da Constituição Federal de 1988 (Brasil, 1988), o qual afirma que todos têm o dever de proteger e preservar o meio ambiente para as presentes e futuras gerações.

Embora a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) não liste os processos de exumação, como atividade passível de geração de RSS, destaca-se a flexibilidade deste instrumento frente à delimitação das fontes geradoras. Assim, considera-se que este tipo de resíduo deve ser manejado segundo as mesmas regras aplicadas aos RSS, devido à existência de similaridades, mesmo que potenciais. Assim, destaca-se a necessidade de o empreendedor apresentar, juntamente com o projeto de mitigação e controle dos impactos ambientais, um programa de gerenciamento de RSS, nos mesmos moldes (salvo peculiaridades), que os de estabelecimentos de assistência à saúde.

Por fim, o art. 10º da Resolução destaca que cabe ao órgão ambiental estadual e municipal estabelecer regramento específico, com vistas à adequação dos cemitérios implantados até abril de 2003.

Embora a Resolução Conama 335 e suas posteriores alterações (Brasil, 2003, 2006; 2008) definam a exigência de um projeto de mitigação e controle dos impactos ambientais, composto por diversos programas e ações, há poucas especificações técnicas sobre estes. Conforme destacado pela própria Resolução, aspectos construtivos dos jazigos podem ser considerados relevantes e parte essencial deste projeto, mas muito mais pode ser planejado sob o prisma da instalação de um cemitério sustentável. O estabelecimento de um programa de gerenciamento dos resíduos sólidos, gerados tanto pela atividade de sepultamento quanto pela atividade

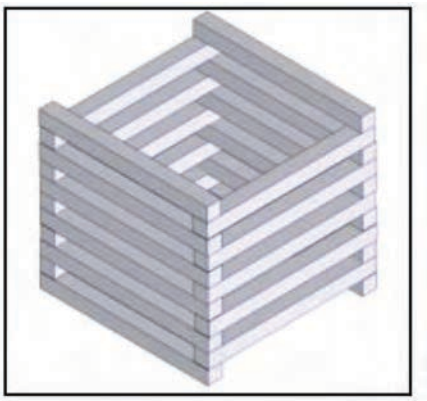
de operação do cemitério, é um dos exemplos de programas que podem estar vinculados ao projeto de mitigação e controle dos impactos ambientais cemiteriais. Assim, segura-se que todo resíduo gerado nesse empreendimento tenha destinação adequada, de acordo com sua classificação. (ABNT, 2004).

25.4 A gestão ambiental em empreendimentos cemiteriais

Conforme destacado anteriormente, os resíduos que, porventura, tiveram contato (ou potencial contato) com os produtos da coliquação dos corpos, tais como as vestimentas e os sapatos utilizados pelo cadáver, os acessórios decorativos das urnas (flores, símbolos religiosos, etc.), e até mesmo a própria urna, quando visivelmente comprovado seu contato com o necrochorume, devem ser encaminhados à incineração, destino comum aos RSS com potencial risco biológico. Segundo Lovizon (2010), os equipamentos de proteção individual (EPIs), utilizados durante o processo de exumação, também devem ganhar destinação semelhante. Quando a urna não possuir vestígios de contato com o necrochorume, devido ao seu isolamento bem-sucedido pelo invólucro, e não tiver recebido tratamento químico: vernizes e tintas, poderá ser disposta diretamente em aterro de resíduos Classe II. (ABNT, 2004).

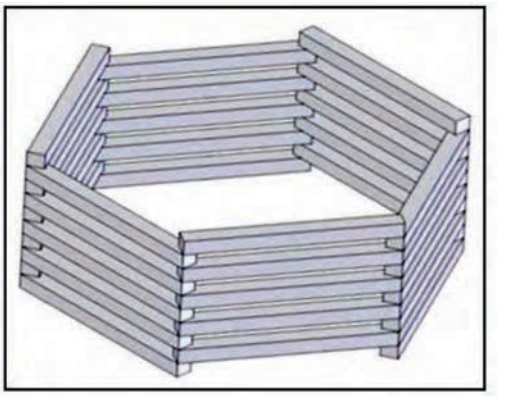
Com vistas a minimizar o montante de resíduos orgânicos destinado à coleta regular, bem como melhorar as condições físico-químicas e microbiológicas do solo, o cemitério pode implementar um programa de compostagem, que terá por objetivo reciclar e, consequentemente, reutilizar o resíduo oriundo de podas de árvores, cortes de grama e adornos florais de sepulturas. Segundo Reichert (2010, p. 2), a compostagem é um "[...]processo biológico aeróbio e controlado, no qual ocorre a transformação de resíduos orgânicos em resíduos estabilizados, com propriedades e características completamente diferenciadas do material que lhe deu origem". A figura 8 e a figura 9 apresentam dois modelos de composteiras passíveis de utilização.

Figura 8 – Modelo quadrado



Fonte: Pessin et al. (2004).

Figura 9 – Modelo sextavado



Fonte: Pessin et al. (2004).

Com vistas a organizar o descarte de resíduos por parte dos visitantes, bem como orientá-los acerca do assunto, o empreendimento pode optar pela elaboração de um programa de educação ambiental em resíduos sólidos. Através da fixação de lixeiras segregadoras de resíduos por tipologia (figura 10), bem como a disponibilização de informações através de mural educativo, afixado na parte de trás das lixeiras, a população visitante do empreendimento pode auxiliar na correta segregação de resíduos.

Figura 10 – Exemplo de lixeira separadora de resíduos por tipologia

Fonte: Blog Luz Geração Empreendedora (2011).

Outro programa de grande relevância à conservação ambiental e mitigação de possíveis impactos é o monitoramento permanente da qualidade da água subterrânea, visto ser este o maior dos impactos correlatos à atividade cemiterial. Com base em um estudo hidrogeológico do local de implantação do empreendimento, é possível estabelecer os locais de maior relevância à atividade de monitoramento, com a respectiva instalação de piezômetros para aferição do nível do freático, bem como pontos de captação para monitoramento qualitativo. Sugere-se a instalação de pelo menos um piezômetro a montante do fluxo subsuperficial, para que seja possível a comparação e respectiva validação dos dados coletados a jusante. Segundo Lovizon (2010), existem pelo menos quatro tipos distintos de piezômetros: pneumático, elétrico, hidráulico e de fibra óptica. A escolha do equipamento adequado deverá ser realizada com base nos objetivos do monitoramento, uma vez que cada piezômetro possui especificidades distintas.

Já com relação ao monitoramento qualitativo das águas subterrâneas, a localização dos pontos de amostragem também deverá seguir o fluxo subsuperficial, com pelo menos um ponto de monitoramento a montante. A periodicidade de amostragens tanto quantitativa quanto qualitativa deverá ser estabelecida por legislação vigente e, quanto inexistente, deverá ser suficiente para que os resultados possuam representatividade temporal. Salienta-se, ainda, que a perfuração de poços de monitoramento deve ser realizada segundo as indicações técnicas.

Devido à liberação de gases oriundos do processo de decomposição orgânica, o cemitério deveria, *a priori*, implementar um programa de monitoramento da qualidade do ar, o qual teria por objetivo identificar concentrações de compostos orgânicos que, porventura, sejam insalubres à população circulante no empreendimento. Os equipamentos de monitoramento devem ser instalados de forma espaçada ao longo do cemitério, próximo a sepulturas com diferentes datas de sepultamento.

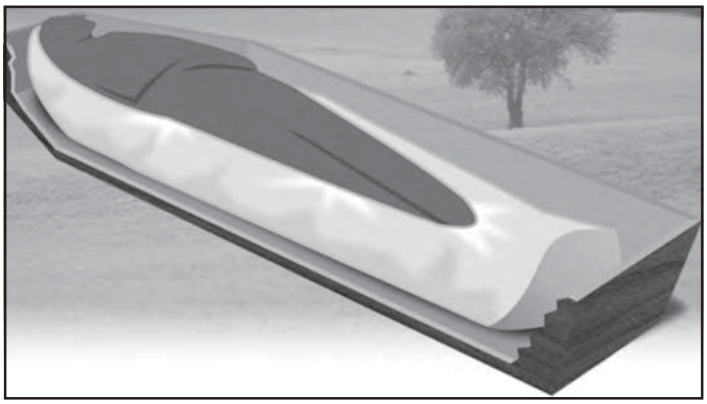
A figura 11 apresenta um exemplo de equipamento de controle de emissões gasosas instalado em um cemitério-parque.

Figura 11 – Controle de emissões atmosféricas em um cemitério-parque

Fonte: Lovizon (2010).

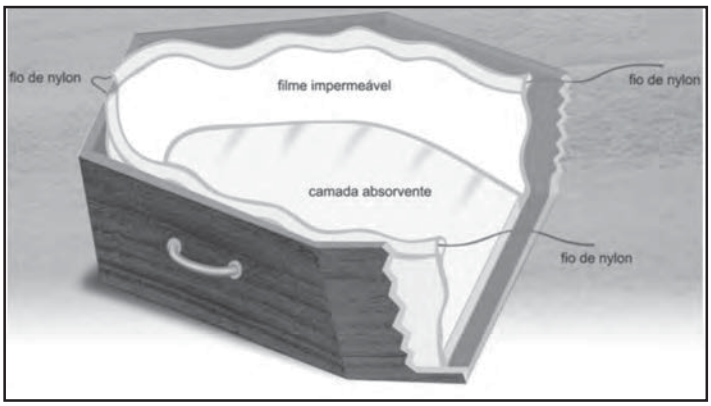
Por fim, outro exemplo de programa que pode ser executado, como parte integrante do projeto de mitigação e controle dos impactos ambientais de um cemitério, é a predefinição de materiais passíveis de sepultamento. Um exemplo de ação vinculada a este programa poderia ser a recomendação de que todas as urnas utilizassem manto protetor que proporcionasse maior absorção do necrochorume, evitando com isto seu potencial vazamento da sepultura. Segundo Invol ambiental (2012), este invólucro é "[...] formado por um filme plástico [...] com camada absorvente e linhas nas bordas para ajustar-se perfeitamente ao corpo". A figura 12 apresenta uma visão geral do manto protetor, bem como a figura 13 proporciona maiores detalhes acerca deste. Quando necessária a exumação, este invólucro transforma-se em uma bolsa plástica que armazena e facilita a transferência dos restos mortais de um local para o outro. Ainda, diminui os riscos aos quais os colaboradores que realizam a exumação estão expostos, pela menor necessidade de contato com os restos mortais (figura 14).

Figura 12– Visão geral do manto protetor



Fonte: Invol Ambiental (2012).

Figura 13 – Detalhe do manto protetor



Fonte: Invol Ambiental (2012).

Figura 14 – Detalhe da transformação do manto protetor em saco acondicionador

Fonte: Invol Ambiental (2012).

Lovizon (2010) recomenda, ainda, que as roupas utilizadas no sepultamento da pessoa sejam preferencialmente confeccionadas em algodão ou qualquer outro tecido atóxico, tais como linho, lã e seda, sem tingimento. Ainda segundo o mesmo autor, as flores que enfeitam tanto as urnas quanto as sepulturas devem ser preferencialmente naturais, pois há maior facilidade de decomposição deste material. Preferencialmente, as alças e partes metálicas do caixão devem ser removidas anteriormente ao sepultamento, evitando a possibilidade de lixiviação destas e a consequente contaminação ambiental. Deve-se dar preferência a urnas fabricadas sem adição de compostos químicos, tais como vernizes, tintas e outros produtos químicos. Por fim, os jazigos devem ser pintados com tintas sem fixadores metálicos.

25.5 Considerações finais

O presente capítulo teve por objetivo apresentar ao leitor outra dimensão do gerenciamento de RSS, distante dos centros de assistência à saúde humana. O princípio básico que envolve a construção teórica deste capítulo está embasado no fato de que as pessoas, mesmo após sua morte, inevitavelmente geram impactos ambientais, os quais tornam-se representativos à medida em que a concentração de sepultamentos em um mesmo local torna-se maior, como é o caso dos cemitérios.

Embora a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) não considere os cemitérios como potencial atividade geradora de RSS, uma análise mais detalhada da NBR 10.004 (ABNT, 2004) e NBR 12.808 (ABNT, 1993) conduz à conclusão de que quaisquer resíduo que tenha tido contato direto com subprodutos da decomposição do corpo devem ser tratados como tal, recebendo especial atenção por parte do empreendedor e órgão ambiental. No contexto da Resolução Conama 335 (Brasil, 2003), esta atenção e preocupação despendida ao resíduo sólido, com as mesmas características ao RSS, constitui-se um dos indicativos da sustentabilidade do empreendimento.

Por fim, foram apresentadas algumas ações que, vinculadas ao gerenciamento do empreendimento, poderiam conduzi-lo ao *status quo* de empreendimento sustentável. Salienta-se, contudo, que estas são somente sugestões que podem ser adotadas ou não pelo empreendedor. Cada empreendimento possui suas peculiaridades e, neste sentido, é necessário identificar as principais oportunidades.

REFERÊNCIAS

ABNT. *NBR 10.004*, de 31 de maio de 2004. Resíduos sólidos – Classificação. Rio de Janeiro: 2004.

_____. *NBR 12.808. Resíduos de serviço de saúde*. Rio de Janeiro, 1993.

AUSTRALIAN MUSEUM. *Stages of decomposition*. 2009. Disponível em: <http://australian museum.net.au/Stages-of-Decomposition>. Acesso em: 26 jan. 2012.

BLOG DO ÉDER LUIZ. *Reportagem especial:* a polêmica dos cemitérios em Joaçaba. 2010. Disponível em: <http://blogdoederluiz.blogspot.com/2010/11/ reportagem-especial-polemica-dos_08.html>. Acesso em: 26 jan. 2012.

BLOG LUZ GERAÇÃO EMPREENDEDORA. *Melhores Práticas (Benchmark) 6 – Lixeiras de Coleta Seletiva*. 2011. Disponível em: <http://blog.lojadeconsultoria. com.br/inspiracao/ melhores-praticas-benchmark-6-%E2%80%93-lixeiras-de-coleta-seletiva>. Acesso em: 21 fev. 2012.

BRASIL. *Constituição da República Federativa do Brasil*. 1988. Brasília, DF, 1988.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306*, de 7 de dezembro de 2004. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Referência técnica para o funcionamento de estabelecimentos funerários e congêneres.* 2009. Disponível em: <http:/ /portal.anvisa.gov.br>. Acesso em: 20 fev. 2012.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 335*, de 3 de abril de 2003. Dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, DF, 2003.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 368*, de 28 de março de 2006. Altera dispositivos da Resolução 335, de 3 de abril de 2003, que dispõe sobre o licenciamento ambiental de cemitérios. Brasília, DF, 2006.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 402*, de 17 de novembro de 2008. Altera os artigos 11 e 12 da Resolução 335, de 3 de abril de 2003. Brasília, DF, 2008.

_____. Fundação Nacional de Saúde. *Cemitérios como fonte potencial de contaminação das águas subterrâneas*: região de Cuiabá e Várzea Grande – MT. Brasília: Funasa, 2007.

CAMPOS, A. P. S. *Avaliação do potencial de poluição no solo e nas águas subterrâneas decorrente da atividade cemiterial.* Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública para obtenção do título de Mestre em Saúde Pública. 2007. Disponível em: <http://www.teses.usp.br>. Acesso em: 30 jan. 2012.

CARNEIRO, V. S. *Impactos causados por necrochorume de cemitérios:* meio ambiente e saúde pública. In: I Congresso Internacional de Meio Ambiente Subterrâneo. 2009. Disponível em: <http://ojs.c3sl.ufpr.br/ojs-2.2.4/index.php/asubterraneas/article/ view/21956/14325>. Acesso em: 3 fev. 2012.

CARVALHO, F. L. de. Simbologia dos Ritos Funerários na Pré-História. *Canindé*, Xingó, n. 1, dez. 2001. Disponível em: <http://pt.scribd.com/doc/52967151/Simbologia-dos-ritos-funerarios-na-Pre-Historia>. Acesso em: 17 jan. 2012.

CAUSA MERITA. *Pré-história ao séc. II a.c.* 2012. Disponível em: <http://www.causamerita.com/hist_4.htm>. Acesso em: 17 jan. 2012.

GRUPO PRIMAVERAS. *Cemitério*: Exumação. 2012. Disponível em: <http://www.slideshare.net/primaveras/o-que-exumao-de-um-corpo>. Acesso em: 20 fev. 2012.

INVOL Ambiental. *Manto protetor INVOL*. INVOL Ambiental. 2012. Disponível em: <http://www.sesfepar.org.br/fabmantos.php>. Acesso em: 21 fev. 2012.

ITAPETINGAAGORA.COM. *Dia dos finados*: cemitérios de Itapetinga aguardam grande visitação. 2010. ItapetingaAgora.com: notícias da Bahia e do Mundo. Disponível em: <http://noticiasdeitapetinga.blogspot.com/2010/11/dia-dos-finados-cemiterios-de.html>. Acesso em: 26 jan. 2012.

LOVIZON, S. *Projeto de Sistema de Monitoramento e Controle de Emissões em um Cemitério Parque na Cidade de Caxias do Sul.* Trabalho de Conclusão do Curso. 2010. 108p. (Engenharia Ambiental – Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2010.

MACÊDO, J. A. B. de; ALMEIDA, A. M. de. Parâmetros físico-químicos de caracterização da contaminação do lençol freático por necrochorume. In: SEMINÁRIO DE GESTÃO AMBIENTAL – UM CONVITE A INTERDISCIPLINARIDADE, 2005. 12p. Disponível em: <http://www.tratamentodeagua.com.br>. Acesso em: 17 jan. 2012.

MACÊDO, J. A. B. de. *Águas & águas*. Belo Horizonte: CRQ-MG, 2004.

MATOS, B. A. *Avaliação da ocorrência e do transporte de microorganismos no aqüífero freático do cemitério de Vila Nova Cachoeirinha, Município de São Paulo*. 2001. Tese (Doutorado Recursos Minerais e Hidrogeologia). 2001. 172p. Disponível em: <http://www.teses.usp.br>. Acesso em: 26 jan. 2012.

MELO, D. B. G. de; TUDOR, F.; BERNARDINO, V. N. *Cemitérios sustentáveis*. Relatório do projeto apresentado como exigência para a 4ª Feira Tecnológica do Centro Paula Souza – FETEPS 2010, na Área de Meio Ambiente, sob a Orientação da Professora Erica Gayego Bello Figueiredo Bortolotti. Etec Conselheiro Antonio Prado – ETECAP. 2010. Disponível em: <http://www.mundodakeka.com.br/Projetos/Projeto CemiteriosSustentaveis.pdf>. Acesso em: 15 fev. 2012.

MIGLIORINI, R. B. *Cemitérios contaminam o meio ambiente*?: um estudo de caso. Cuiabá, EdUFMT, 2002. 50p. ISBN: 85-327-0080-2.

PARÓQUIA NOSSA SENHORA DA GLÓRIA REDENTORISTA. *Cemitério*. Cemitério da Glória. 2012. Disponível em: <http://www.paroquiadagloria.org.br/? pagina=espiritualidade>. Acesso em: 26 jan. 2012.

PESSIN, N. et al. *Desenvolvimento de composteiras para fração orgânica dos resíduos gerados em município com missão turística*. 2004.

POUNDER, D. J. *Postmortem changes and time of death*. 1995. Disponível em: <http://www.dundee.ac.uk/forensicmedicine/notes/timedeath.pdf>. Acesso em: 25 jan. 2012.

PRIBERAM. *Dicionário Priberam da Língua Portuguesa*: Exumação. Disponível em: <http://www.priberam.pt>. Acesso em: 20 fev. 2012.

REBEYROL, Y. *Lucy:* crônicas da Pré-História. Publicações Europa-América, 1988. (Coleção Fórum da história; 16).

SILVA, R. W. da C., FILHO, W. M. *Cemitérios:* Fontes potenciais de contaminação. In: Ciência Hoje, v. 44, n. 263, 2009. Disponível em: <http://cienciahoje.uol.com.br/revista-ch/263/pdf_aberto/cemiterios263.pdf>. Acesso em: 4 fev. 2012.

REICHERT, G. A. *Compostagem e vermicompostagem*: material de aula da disciplina de Gerenciamento de Resíduos Sólidos II. Universidade de Caxias do Sul: curso de Engenharia Ambiental, 2010. Disponível em: <http://ucsvirtual.ucs.br>. Acesso em: 1º jun. 2011.

SÓRIA, M.; RAMIREZ, O. P. *Cemitério São Francisco de Paula, Pelotas-RS:* uma análise da relação entre sua infra-estrutura e os impactos na saúde da população do entorno. In: XIII Congresso de Iniciação Científica. 2004. Disponível em: <www.ufpel.edu.br/cic/2004/arquivos/CB_01027.rtf>. Acesso em: 26 jan. 2012.

TALLIARO, J. C. M. *A relevância da decomposição cadavérica*. Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Centro Universitário do Norte Paulista – UNORP, como requisito parcial para obtenção do título em *Latu Senso* em Perícia Criminal e Biologia Forense, 2009. 36p. Disponível em: <http://www.unipos.com.br>. Acesso em: 25 jan. 2012.

TANATO. *Serviços*. A.C Tanato: Clínica de Tanatopraxia. 2012. Disponível em: <http://www.actanato.com.br>. Acesso em: 4 fev. 2012.

TEJIENDO EL MUNDO. *Las escuadras de la muerte*. 2011. Disponível em: <http://tejiendoelmundo.wordpress.com/2011/06/17/las-escuadras-de-la-muerte>. Acesso em: 26 jan. 2012.

26

Saúde e meio ambiente: uma relação interdependente

Raquel Finkler
Nilva Lúcia Rech Stedile
Vania Elisabete Schneider

As relações entre saúde e ambiente remontam aos primórdios da História da humanidade. Prova disso é a forma como povos antigos – incas, maias e populações indígenas, em todo o mundo – se relacionavam com a natureza. Esta condição de respeito foi suplantada pelo desenvolvimento econômico desordenado e predatório, que tem retirado da natureza os recursos naturais numa velocidade maior do que sua capacidade de recuperação, alterando o equilíbrio do meio. Essa forma de agir, no entanto, deu à humanidade uma clareza maior sobre a relação entre a saúde e o meio ambiente, na medida em que a perda da qualidade de vida, devido ao desequilíbrio ambiental, trouxe à tona a necessidade de o homem (re)pensar seu papel no mundo. O homem passa a se dar conta de que sua ação no mundo muda o ambiente, e que a mudança no ambiente afeta a vida no planeta, de forma geral, e a saúde, de forma específica.

Tal relação ficou ainda mais explícita, por várias razões, após os processos de urbanização e industrialização do século XVII e XVIII: o homem passou a aglutinar-se nas empresas, aumentando a incidência de doenças infectocontagiosas; as formas de vida mudaram radicalmente em relação à vida no campo, prioritária até então; os recursos naturais passaram a subsidiar o desenvolvimento econômico, sem preocupação com a recuperação dos mesmos; os aglomerados tornaram evidente a incapacidade do homem de lidar com os resíduos gerados e com os dejetos, os quais passam a ser lançados diretamente na natureza. Esses aspectos, entre outros, tornam o homem vulnerável a doenças e são elementos geradores da redução de qualidade

de vida, especialmente após a Revolução Industrial. Com o passar do tempo, os desequilíbrios provocados foram tornando cada vez mais evidente que a ação do homem sobre a natureza afeta diretamente a saúde, as condições de vida e de trabalho.

No século XVII, por exemplo, a descoberta da forma de transmissão do cólera, na Inglaterra (em contraponto à teoria dos miasmas vigente na época), somente foi possível porque um médico e um sacerdote, vivendo no meio da população afetada pela doença, estiveram observando e monitorando cuidadosamente os fatores ambientais que poderiam ser responsáveis pelo contágio. Suas descobertas graduais os levaram a defender que esta doença seria de transmissão hídrica, e seus achados mudaram a forma do mundo tratar seus dejetos e a lógica do saneamento básico das cidades (Johnson, 2006) até os dias atuais.[1] Descobertas deste tipo ajudaram a ampliar o conceito de saúde para inserir nele tudo o que existe no ambiente e que afeta ou pode afetar condições de vida.

Portanto, a percepção dos perigos inerentes ao consumo de água e alimentos contaminados, evidenciada em textos bíblicos e anteriormente a estes em documentos egípcios e gregos, é reforçada ao longo da História da humanidade e fortalece a relação entre conceitos como ambiente, saúde, qualidade de vida e, mais modernamente, desenvolvimento sustentável, medicina social, medicina preventiva, promoção de melhores condições de saúde, epidemiologia social, entre outros. Enfoques variados buscam estabelecer relações entre ambiente e doenças e evoluem em estudos, práticas e políticas que busquem minimizar os efeitos dos desequilíbrios causados, quer pelos próprios fenômenos naturais, quer pelas mudanças provocadas pelo homem no ambiente em que vive.

Considerando os aspectos expostos, torna-se evidente que a espécie humana é parte indissociável da natureza, tal qual outra espécie. Assim, um ambiente saudável se reflete na qualidade de vida e, por consequência, na saúde dos indivíduos.

Saúde é um fenômeno social e, como tal, precisa ser percebido e tratado. Minayo (2009) afirma que todo o debate entre saúde e ambiente parte de dois pressupostos básicos: a essencialidade da relação entre ser humano e ambiente; e o conceito de ambiente pressupõe ação humana. Desta forma é histórico e pode ser pensado, repensado, criado e recriado, tendo em vista a responsabilidade presente e futura do homem com a existência, as condições e a qualidade da vida dos indivíduos em sociedade e em toda a biosfera.

O resgate histórico de (re)elaboração dessa diversidade de conceitos e, em especial, do conceito de saúde e de meio ambiente, é uma condição importante e até indispensável para a elucidação da relação e da influência de cada um destes na constituição do que pode ser nomeado como saúde. Minayo (2009) chama a atenção que o movimento denominado medicina social, desencadeado a partir da metade do século XIX, reuniu trabalhadores, sindicalistas, políticos e médicos em torno da

[1] A importância da epidemiologia no trabalho de *Snow* pode ser aprofundada no livro *O mapa fantasma: como a luta de dois homens contra a cólera mudou o destino de nossas metrópoles*. (Johnson, 2006).

concepção de saúde, como resultante das condições de vida e de condições ambientais. Mesmo que tenha passado por forte decadência no final do século XIX, até a metade do século XX (em decorrência da revolução bacteriana que concentrou pesquisas e ações em torno da erradicação das enfermidades), ressurge impulsionado pela Segunda Guerra Mundial, a partir da qual o pensamento social passa a ser portador de uma visão mais complexa da articulação entre o ambiente e a saúde. Segundo a mesma autora, esse movimento ganhou ênfase nos anos 60 e 70, quando ameaças de poluição química e radioativa passaram a preocupar a humanidade, culminando com o movimento ambientalista.

Nesse contexto, o conceito de saúde culmina num enfoque ecossistêmico que integra recentemente a saúde e o meio ambiente, levando pesquisadores, ambientalistas, profissionais da saúde e gestores a articular em pensamentos e ações à ideia de qualidade de vida de pessoas em situações concretas e cotidianas. Neste contexto ampliado, o estudo dos RSS pode ser considerado como indispensável à redução dos riscos que oferecem à saúde ambiental e, consequentemente, à saúde do homem.

Outro modelo que reforça a relação entre saúde e ambiente é o modelo epidemiológico do campo da saúde, desenvolvido no início da década de 70, o qual é composto por quatro elementos: biologia humana, estilo de vida, ambiente e organização do sistema de atenção à saúde. (Lessa, 2009). Nesse modelo, a assistência à saúde inclui as políticas públicas; o acesso aos serviços, às condições de trabalho dos profissionais, entre outros aspectos, como determinantes do grau de saúde ou dos riscos a que os indivíduos e coletivos humanos estão expostos. Também, a saúde relaciona-se a diferentes áreas (economia, transporte, engenharia sanitária, meio ambiente, educação), e um olhar intersetorial dos mesmos permite obter redução de riscos e qualidade de vida.

As relações entre saúde e ambiente têm sido objeto de interesse maior dos pesquisadores nas últimas décadas, constituindo, segundo Tambellini e Câmara (1998), um campo de conhecimento referido como *saúde ambiental* ou *saúde e ambiente*. Saúde ambiental, segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS, 1993), consiste em todos aqueles aspectos da saúde humana, incluindo a qualidade de vida, que estão determinados por fatores físicos, químicos, biológicos, sociais e psicológicos no ambiente.

Assim, a compreensão da complexidade e da multidisciplinaridade dos temas saúde e ambiente leva a concluir que, necessariamente, a qualidade e a manutenção da vida estão relacionadas com o desenvolvimento de um estilo de vida ecologicamente saudável.

Se as premissas apresentadas até então são verdadeiras, discutir e examinar o impacto que os RSS podem trazer para a saúde individual, coletiva e ambiental pode ser considerado fundamental no entendimento dessa relação. Nessa direção, entender a evolução dos conceitos de saúde e ambiente parece fundamental para o estabelecimento dos parâmetros e das interfaces dessa relação.

26.1 O ambiente e suas relações com a saúde: um olhar sobre as grandes conferências internacionais

As conferências nacionais ou internacionais determinam, quando da sua realização, muitos avanços na temática a que se referem. Esses avanços se dão tanto pelas discussões e elaborações conceituais pré-conferências, como pela sistematização de conhecimentos em documentos que passam a ser subsídio para orientar pensamentos, decisões e ações em determinado campo. Além disso, em uma conferência reúne-se em um mesmo espaço especialistas de todo o mundo, políticos que detêm poder para alavancar mudanças estruturais e a sociedade civil, que tem uma oportunidade para ampliar seu conhecimento e entendimento sobre temas complexos e de interesse coletivo. Assim, as conferências sobre o meio ambiente são uma fonte de informação fundamental para entender como o mundo tem pensado a relação entre homem e natureza e como isto afeta as condições de saúde, além de subsidiar a elaboração de políticas públicas nacionais e internacionais.

A relação entre saúde e ambiente sempre fez parte das preocupações no campo de Saúde Pública no Brasil, mas ao longo da História diferentes concepções de ambiente foram desenvolvidas, de acordo com as demandas colocadas pela sociedade e a evolução das disciplinas científicas presentes na saúde. (Brasil, 2002a). Desde 1966, no entanto, a questão ambiental vem sendo considerada parte do problema de saúde.

A forma como o homem se relacionou, historicamente, com a natureza provocou sérios problemas ambientais. Esses problemas, cada vez mais evidentes pela mortandade e ameaça à sobrevida de espécies vegetais e animais, assim como pelo aumento da incidência de doenças em todo o mundo, levaram a Assembleia Geral das Nações Unidas (ONU) a convocar a Conferência Nacional das Nações Unidas sobre Meio Ambiente Humano, realizada em 1972 em Estocolmo. Dela participaram 130 países, 250 organizações não governamentais e os organismos da ONU. Esta Conferência chamou a atenção das nações para o fato de que a ação humana estava trazendo degradação ambiental e riscos para o bem-estar e para a sobrevivência da humanidade.

Nela se manteve uma visão antropocêntrica do mundo, tendo o homem um papel central nas atividades realizadas no planeta. Foi marcada pelo confronto entre as perspectivas dos países desenvolvidos e dos em desenvolvimento. Os primeiros, preocupados com os efeitos da devastação ambiental sobre a Terra, propunham um programa internacional voltado à conservação dos recursos naturais, por meio de medidas preventivas. Os últimos questionavam a legitimidade das recomendações dos países ricos, que já haviam atingido um patamar de desenvolvimento industrial às custas de um uso predatório dos recursos naturais, mas impunham exigências de controle ambiental, que poderiam retardar o desenvolvimento destes que ainda possuíam: miséria, problemas de moradia, saneamento básico, doenças infectocontagiosas, e necessitavam desenvolver-se rapidamente.

Como contribuições dessa conferência, pode-se destacar:

- a elaboração da Declaração sobre o Meio Ambiente Humano, também conhecida como Declaração de Estocolmo, composta por princípios de comportamento e responsabilidades, para orientar as decisões relacionadas às questões ambientais;
- a elaboração de um plano de ação que convoca todos os países, os organismos da ONU e organizações internacionais a cooperarem na busca de soluções para os problemas ambientais emergentes. Desta agenda surge também o termo ecodesenvolvimento.

Este termo é usado para caracterizar uma concepção alternativa de política de desenvolvimento, sendo seus princípios básicos formulados por Ignacy Sachs, em 1993: sustentabilidade social, econômica, ecológica, espacial e cultural. (Jacobi, 1999).

Em 1988, a Assembleia Geral das Nações Unidas aprovou a realização de uma Conferência sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento, cujo objetivo era avaliar como os países haviam promovido a proteção ambiental, a partir de Estocolmo. No ano seguinte, a ONU convocou a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, que ficou conhecida como Cúpula da Terra (*Earth Summit*), que ocorreu em 1992 no Rio de Janeiro. Para sua realização, foi organizado, em 1990, um comitê preparatório que precedeu discussões fundamentais, as quais culminaram com a organização de documentos assinados na Conferência. Significa que as discussões preliminares à conferência propriamente dita foram fundamentais na formulação de novos conceitos e diretrizes norteadoras desta (Onu, 1972).

Na Rio 92 participaram 172 países, representados por cerca de 10 mil participantes, incluindo 116 chefes de Estado, 1.400 organizações não-governamentais e 9 mil jornalistas. Apenas seis membros das Nações Unidas não estiveram presentes. (Lago, 2006).

Entre os produtos dessa conferência, estão os seguintes documentos: Declaração do Rio sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento; Agenda 21; Princípios para o Desenvolvimento Sustentável das Florestas; Convenção da Biodiversidade; e Convenção sobre Mudanças do Clima.

Dentre esses, cabe destacar a Agenda 21 pela sua importância, uma vez que pode ser considerada um instrumento de planejamento para a construção de sociedades sustentáveis, em diferentes bases geográficas, pois concilia métodos de proteção ambiental, justiça social e eficiência econômica. Esses três aspectos têm relação direta com a saúde, na medida em que a justiça social, por si, é uma das variáveis definidoras de qualidade de vida e saúde.

Portanto, o esforço em formular propostas concretas, que visavam estreitar a relação entre saúde e ambiente, ocorre na preparação da Rio 92, que traz como pauta de discussão o que pode ser denominado desenvolvimento sustentável, como o que satisfaz as necessidades do presente sem prejudicar ou comprometer a capacidade

das gerações vindouras de conseguirem satisfazer suas necessidades. Esse documento identificou o papel do homem em relação ao ambiente e descreveu o impacto das mudanças ambientais sobre a saúde e qualidade de vida das populações. (Minayo, 2009). Da mesma forma, se o ambiente influencia e, ao mesmo tempo, sofre influência da ação humana, esta ação precisa tornar-se protetiva, sob pena de influenciar negativamente a saúde, a ponto de ameaçar o equilíbrio necessário à manutenção da biosfera e da vida. Para Assunção Filho et al. (2010, p. 186), "meio ambiente compreende um conceito global, percebido nas relações de equilíbrio entre os diversos elementos da natureza como a fauna, a flora, o ar, a água e os seres humanos".

Segundo Jacobi (1999), o conceito de desenvolvimento sustentável marca a afirmação de uma filosofia do desenvolvimento embasada por um tripé que combina eficiência econômica com justiça social e prudência ecológica, como premissas da construção de uma sociedade solidária e justa. Para o mesmo autor, o desenvolvimento sustentável leva à necessária redefinição das relações sociedade humana/natureza e, portanto, a uma mudança substancial do próprio processo civilizatório. Tem, nesse sentido, uma dimensão globalizante.

Ainda segundo a mesma autora, a partir da Rio 92, a Agenda 21 pode ser considerada um pacto internacional que estabelece claramente a estreita relação entre saúde e ambiente. Muitas foram as contribuições da Agenda 21, mas cabe destacar a conexão entre pobreza e subdesenvolvimento de um lado, e a proteção do ambiente e dos recursos naturais de outro, bem como o fato de a saúde humana ser influenciada não apenas por fatores específicos, mas pela interação entre eles. Dentre esses fatores destaca-se: falta de saneamento básico; água e alimentos de baixa qualidade; poluição do ar; uso indiscriminado de produtos químicos; manejo inapropriado de resíduos; exposição a vetores e doenças; condições insalubres de moradia e situações de vida que propiciam altas taxas de morbimortalidade infantil. Enfatizou ainda os riscos modernos, como aqueles provocados pelas mudanças ambientais globais, derivadas das crescentes intervenções humanas sobre a natureza. (Agenda 21, 1996).

Uma análise dos impactos da Agenda 21 permite afirmar que a mesma foi responsável pelo repensar da relação homem *versus* natureza. Foi ela também a responsável pela mudança da consciência ambiental no mundo e pelo estabelecimento de princípios explicativos da relação entre ambiente e saúde.

Em 2002, ocorreu a Cúpula Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável em Johanesburgo, após 10 anos da Rio 92, e que foi concebida para transformar metas, promessas e compromissos da Agenda 21, em ações concretas e tangíveis. Na cúpula, os trabalhos enfatizaram os aspectos sociais e econômicos do desenvolvimento sustentável, sendo que a saúde foi uma das cinco prioridades defendidas.

A partir dessas conferências, o desenvolvimento sustentável passa a fazer parte dos discursos e das pactuações da comunidade internacional, com intensidade e constância. Este conceito trouxe à problemática questões tais como: desenvolvimento social, justiça socioambiental, preservação e conservação ambiental, inclusão social, desenvolvimento econômico, ecoeficiência, entre outros conceitos complexos, sendo que todos possuem relação direta com a saúde e a qualidade de vida. Para Lago

(2006, p. 18), o desenvolvimento sustentável "exige o equilíbrio entre três pilares: as dimensões econômica, social e ambiental". O mesmo foi reafirmado na Conferência Mundial sobre Desenvolvimento Sustentável, realizada em Johanesburgo.

O Brasil destacou-se no cenário internacional como sede de duas grandes conferências internacionais, conhecidas como a Rio 92 e a Rio+20. Mais do que isto, para Lago (2006), a atuação e liderança do Brasil foi decisiva para que o tratamento do ambiente fosse associado à questão do desenvolvimento, além da reorientação de que os desequilíbrios ambientais não são decorrentes apenas da miséria típica dos países em desenvolvimento, mas que os países desenvolvidos são os principais responsáveis pelos desequilíbrios ambientais que ameaçam o planeta e que a responsabilidade pelo restabelecimento do equilíbrio é comum (mesmo que de forma diferenciada).

A Rio+20, ocorrida 20 anos após a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente (a Rio 92) foi realizada no Rio de Janeiro em 2012. Seu foco principal foi o desenvolvimento sustentável. Dela participaram representantes dos 193 Estados-membros da ONU e representantes de vários setores da sociedade civil. Esta conferência contribuiu, segundo Silva Júnior et al. (2012), para definir a agenda do desenvolvimento sustentável para as próximas décadas. Teve como objetivo a renovação do compromisso político com o desenvolvimento sustentável, por meio da avaliação do progresso e das lacunas na implementação das decisões adotadas pelas principais cúpulas, sobre o assunto, e do tratamento de temas novos e emergentes.

Como resultados da Conferência, foram elaborados vários documentos: o documento final oficial da Conferência, com o título "O Futuro que Queremos"; o "Rascunho Zero", pelo Secretariado da Conferência, usando as contribuições nacionais de todos os Estados-membros; o "Documento de Contribuição Brasileira à Conferência Rio+20", elaborado como um documento oficial do País, no qual apresenta as visões e propostas iniciais do Brasil sobre os temas e objetivos da conferência. (Lago, 2006).

O conjunto de conferências internacionais e seus desdobramentos contribuíram no sentido de fazer emergir problemas ligados ao desenvolvimento econômico, sem controle e a qualquer custo, fornecendo elementos para que o cidadão em geral e os governantes de nações tomassem consciência dos riscos aos quais a humanidade está exposta, caso não sejam tomadas medidas protetoras do ambiente e eficazes, no sentido de impedir a cadeia de consequências advindas do desequilíbrio ambiental. A sociedade parece ter se dado conta, mesmo que as ações propostas não tenham sido implemantadas como deveriam, de que agredir a natureza pode representar extermínio da vida.

Paralelamente ao desenvolvimento das conferências sobre o meio ambiente, conferências internacionais e nacionais também foram sendo desenvolvidas na área da saúde e, de forma direta ou indireta, contribuíram para elucidar as relações entre saúde e ambiente. Alguns exemplos podem ser apresentados:

- *Declaração de Alma-Ata para os Cuidados Primários de Saúde*: elaborada em 1978 no Cazaquistão, amplia o entendimento do processo saúde-doença, incorporando as dimensões sociais, políticas, culturais, econômicas e ambientais, como componentes indispensáveis às ações e aos serviços de saúde. Esta conferência constitui-se num marco e ponto inicial para os encontros destacados a seguir:

- *Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde*, em 1986 no Canadá: Promoção da Saúde nos Países Industrializados. (Carta de Ottawa, 1986);

- *Segunda Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde*, em 1988 na Austrália: Promoção da Saúde e Políticas Públicas Saudáveis. (Declaração de Adelaide, 1998);

- *Terceira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde*, em 1991 na Suécia: Promoção da Saúde e Ambientes Favoráveis à Saúde. (Declaração de Sundsvall, 1991);

- *Quarta Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde*, em 1997 na Indonésia: Promoção da Saúde no Século XXI. (Declaração de Jacarta. 1997);

- *Quinta Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde*, em 2000 no México: Promoção da Saúde: Rumo à Maior Equidade. (Declaração do México, 2000);

- *Sexta Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde*, em 2005 na Tailândia: Promoção da Saúde num Mundo Globalizado. (Carta de Banguecoque, 2005).

Esses encontros em âmbito mundial têm em comum uma ampliação do conceito de saúde, incluindo nele aspectos como saneamento básico, especialmente a importância da água com qualidade, condições de trabalho, lazer, alimentação, meio ambiente equilibrado, entre outros, para manter qualidade de vida e saúde. Além da ampliação de conceitos, esses encontros influenciaram pensadores e pesquisadores no Brasil e impulsionaram uma série de mudanças na lógica da organização dos serviços de saúde. Dentre os eventos de maior relevância no Brasil, pode-se citar a VIII Conferência Nacional de Saúde (Brasil, 1986), que definiu o conceito de saúde como sendo condições dignas de trabalho; alimentação para todos; moradia higiênica e digna; educação e informação plena; transporte seguro e acessível; repouso, lazer e segurança; participação da população na gestão de serviços e ações de saúde; direito à liberdade; acesso universal e igualitário e qualidade adequada do meio ambiente. Meio ambiente envolve higiene, limpeza pública, manejo adequado dos resíduos gerados nas atividades, uso racional dos recursos, entre outros. Na questão dos resíduos, inclui-se os dos Serviços de Saúde pelas suas características diferenciais (*patogenicidade*, toxicidade, inflamabilidade e radioatividade), que exigem rotinas específicas de manejo para a redução de riscos à saúde.

Em 1995, o Ministério da Saúde criou uma comissão intersetorial, com o objetivo de elaborar diretrizes para a implementação do Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável. Neste documento, elaborado como contribuição do Brasil à Conferência Pan-Americana sobre Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Humano Sustentável, são apresentadas as inter-relações entre saúde e ambiente, no contexto do desenvolvimento sustentável, sendo que forneceu bases de ação para a saúde, o ambiente, o saneamento, os recursos hídricos, a formação de profissionais em saúde e ambiente e os sistemas de informação. (Brasil, 1995).

A partir de 1998, a Organização Pan-Americana de Saúde (Opas) vem introduzindo o conceito de Atenção Primária Ambiental, que engloba princípios que constam na Agenda 21, e pode ser conceituado como

> uma estratégia de ação ambiental, basicamente preventiva e participativa em nível local, que reconhece o direito do ser humano de viver em um ambiente saudável e adequado e a ser informado sobre os riscos do ambiente em relação à saúde, bem-estar e sobrevivência, ao mesmo tempo em que define suas responsabilidades e deveres em relação à proteção, conservação e recuperação do ambiente e da saúde. (Opas, 1999, p. 28).

Com o objetivo de implementar as tendências na área, o Decreto Federal 3.450 (Brasil, 2000a) aprovou o estatuto da Fundação Nacional de Saúde (Funasa), que está vinculada ao Ministério da Saúde e caracteriza-se como uma entidade de promoção e proteção à saúde, com as seguintes competências:

a) prevenir e controlar doenças e outros agravos à saúde;
b) assegurar a saúde dos povos indígenas;
c) promover a prática de hábitos saudáveis, que contribuam para a prevenção de doenças e outros agravos à saúde; e
d) fomentar soluções de saneamento para a prevenção e o controle de doenças.

A Portaria 410 (Brasil, 2000b), do Ministério da Saúde, regulamenta o regimento interno da Funasa. Neste contexto, merece destaque o art. 92, que define as funções da Coordenação Geral de Vigilância Ambiental (CGVAM), que resumidamente são: propor normas relativas a ações de prevenção e controle de doenças e outros agravos à saúde; mapeamento de riscos ambientais à saúde, e realizar vigilância ambiental em saúde nos postos de entrada do território nacional. Também se destacam as funções de analisar, monitorar e orientar ações de prevenção e controle de doenças e agravos relacionados a fatores ambientais, e a elaboração de indicadores da vigilância em saúde para análise e monitoramento. Porém, somente em 2005, por meio da Instrução Normativa 1, é que foi regulamentado o Subsistema Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental. (Brasil, 2005).

Em 2007, o Ministério da Saúde publicou um texto básico que apresenta subsídios para a construção da Política Nacional de Saúde Ambiental. (Brasil, 2007). Nesse documento, são sugeridas linhas de atuação de forma a estruturar, fortalecer, promover e estimular a produção de conhecimento, e construir um sistema de informação integrado em saúde ambiental. Além disso, no documento encontram-se fundamentos para uma Política Nacional de Saúde Ambiental, a fim de dotar o Sistema Único de Saúde (SUS) de diretrizes, linhas de ações e instrumentos capazes de ampliar a promoção e a proteção da saúde da população brasileira. (Brasil, 2007). Esta diretriz fornece e consolida a necessidade de ações de Vigilância Sanitária, na direção de manejar adequadamente RSS, com vistas à qualidade de vida.

No que tange ao SUS, destaca-se a Portaria 399 (Brasil, 2006), que institui o Pacto pela Saúde, cujo objetivo é o fortalecimento do Sistema Único de Saúde no Brasil. Está assim composto: Pacto pela Vida, Pacto em Defesa do SUS e Pacto de Gestão; que buscam consolidar as ações do SUS por meio da descentralização do sistema, de forma a diminuir as diferenças regionais. No item IV dessa Portaria – Responsabilidades Sanitárias – estão descritas as atribuições dos municípios, do Distrito Federal, dos estados e da União, quanto à gestão e execução de ações de vigilância epidemiológica, sanitária e ambiental. Este documento representa o compromisso, por parte dos gestores do SUS, quanto à necessidade de realizar ações, com foco em resultados, em diferentes áreas, entre elas o saneamento básico com vistas à promoção da saúde da população.

Uma das estratégias utilizadas para viabilizar e fortalecer o SUS é a denominada Estratégia de Saúde da Família (ESF), desenvolvida por equipes multidisciplinares e multiprofissionais que buscam atender famílias delimitadas em territórios, *in loco*, de forma a promover a saúde e atender necessidades humanas básicas afetadas. Estas equipes (médicos, enfermeiros, agentes comunitários de saúde, odontólogos, nutricionistas, entre outros profissionais) estão capacitadas a observar condições de vida e saúde, com vistas à correção de problemas (inclusive ambientais) ou prevenção dos mesmos. Pode ser considerada, nesse sentido, uma forma de ampliar o conceito de saúde e identificar os determinantes e condicionantes biológicos e ambientais presentes no cotidiano de vida das pessoas. Entre as ações da ESF, destaca-se a orientação à família de como se manejam os resíduos gerados no domicílio, com destaque aos resultantes do cuidado domiciliar.

Em 2009, foi publicada a Portaria 2.669 (Brasil, 2009), que estabelece prioridades, objetivos, metas e indicadores de monitoramento e avaliação para os Pactos pela Vida e de Gestão para o biênio 2010-2011. O estabelecimento de metas e indicadores permite a avaliação constante do sistema. O monitoramento desses indicadores ajuda na definição áreas de atuação que devem ser priorizadas em investimentos e capacitação de recursos humanos, a fim de alcançar ou estabelecer novas metas, bem como verificar os progressos obtidos. No planejamento estratégico do MS para o período 2011/2015, o saneamento básico aparece como um tema prioritário e o objetivo estratégico ligado ao tema "implementar ações de saneamento básico e saúde ambiental, de forma sustentável, para a promoção da saúde e redução das

desigualdades sociais" é um dos dezesseis objetivos estratégicos do período. (Brasil, 2013, p. 23).

Em agosto de 2010, foi instituída a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), que estabelece como objetivos, entre outros: a proteção à saúde pública e ambiental; não geração, redução, reutilização, reciclagem e tratamento dos resíduos sólidos, bem como a disposição final ambientalmente segura; adoção, desenvolvimento e aprimoramento das tecnologias limpas, como forma de minimizar os impactos ambientais, e gestão integrada de resíduos sólidos. Os objetivos postos, aliados à confirmação da necessidade do Plano de Gerenciamento, da pesquisa científica, da educação ambiental e da ação cooperativa entre governo e sociedade reforçam o reconhecimento de que há uma relação inequívoca entre saúde e meio ambiente.

Esses aspectos históricos demonstram que as ações e os serviços de saúde somente podem ser pensados levando em conta a relação desta com o ambiente. Saúde e ambiente estão na confluência de duas grandes áreas do conhecimento, e as decisões e ações de uma área aumentam a visibilidade e complementam as ações da outra, num sistema de interação permanente e reforçador. O gerenciamento adequado de RSS depende de ações coordenadas por essas duas áreas, uma vez que quando manejados e destinados de forma inadequada aumentam os riscos a que coletivos humanos estão expostos.

26.2 Determinantes e condicionamentes presentes na relação saúde e ambiente

Enquanto ações e estudos das inter-relações entre saúde e ambiente não são efetivamente realizados, de forma a diminuir a controvérsia quanto ao real malefício da ação do homem sobre o planeta e suas consequências, alguns efeitos comprovados cientificamente podem ser observados conforme o quadro 1.

Quadro 1 – Agravos à saúde resultantes de problemas ambientais

Tipo de contaminação / poluição ambiental	Agentes, causas ou produtos responsáveis	Tipos de danos ou consequências à saúde humana e ambiental
Contaminação da água	Dejetos humanos (micro-organismos patogênicos) e efluentes industriais (metais, substâncias químicas) Agrotóxicos	Estima-se que 80% de todas as moléstias, e mais de 1/3 dos óbitos de países em desenvolvimento sejam causados pelo consumo de água contaminada
		Em média até 1/10 do tempo produtivo de cada pessoa se perde devido a doenças relacionadas à água[1]
		Doenças frequentes: cólera, hepatite, diarreia, gastroenterite de origem infecciosa presumível, febre tifoide e paratifoide ou outras doenças diarreicas e infecciosas intestinais[2]

Quadro 1A – Agravos à saúde resultantes de problemas ambientais

Contaminação do ar	Radiações (campo eletromagnético)	A exposição prolongada às radiações de radiofrequência (RF) e micro-ondas pode provocar: alteração do eletroencefalograma (EEG), letargia, prematuridade, distúrbios do sono e comportamentais, perda de memória recente, dificuldades de concentração, doenças neurodegenerativas – Parkinson e Alzheimer – abortamento, má-formação fetal, linfoma, leucemia e câncer, entre outros[3]
Poluição atmosférica	Por partículas (CO, NO_x, SO_2, HC)	Causam diferentes problemas pulmonares (alergias, bronquites e asma) e sistêmicos
	Por gases (CO_2, CFC, CH_4)	Causam efeito estufa e as consequentes alterações globais
Poluição química (solo, água e ar)	Agrotóxicos e fármacos	Danos importantes em toda a cadeia alimentar, com consequências diretas sobre o equilíbrio do ecossistema e sobre o organismo, gerando doenças agudas e crônicas (exemplo: alguns tipos de câncer)
		O VIGIQUIM considera como prioritárias devido aos riscos à população: asbesto/amianto, benzeno, agrotóxicos, mercúrio e chumbo[4]
Degradação do solo	Erosão, salinização, agricultura irrigada em grande escala, desmatamentos, remoção da cobertura vegetal natural, uso de máquinas pesadas, monocultura e sistemas de irrigação inadequados	Desertificação e impactos sobre a produção de alimentos, trazendo subnutrição e suas consequências

Fonte: Elaborado pelos autores com base em: Agenda 21 (1996)[1]; Vigiagua[2]; Dode, Leão e Dode, 2006[3]; Vigiquim.[4]

Um grave problema para a saúde coletiva é a impregnação cada vez maior de produtos químicos na água, no solo ou ar. Além da presença dessas substâncias e os malefícios inerentes (alguns apresentados no quadro 1 e quadro 2), o risco aumenta considerando que substâncias químicas podem reagir no ambiente, transformando-se em compostos diferentes daqueles originalmente lançados no solo e na água. Algumas consequências para a saúde humana já identificadas podem ser observados no quadro 2.

Quadro 2 – Componentes químicos encontrados no ambiente e que podem afetar a saúde

Componente		
Inorgânicos	Arsênio	Em doses baixas causa debilidade muscular, perda de apetite e náusea
		Em doses altas causa comprometimento do SNC
	Cádmio	Provoca desordem gastrintestinal grave, bronquite, enfisema, anemia e cálculo renal
	Chumbo	Provoca cansaço, ligeiros transtornos abdominais, irritabilidade e anemia
	Cianeto	Pode ser fatal em doses altas
	Cromo	Em doses baixas causa irritação nas mucosas gastrintestinal, úlcera e inflamação da pele
		Em doses altas causa doença no fígado e nos rins, podendo levar à morte
	Fluoretos	Em doses baixas melhoram o índice de fertilidade e crescimento e trazem proteção contra as cáries
		Em doses altas provocam doenças nos ossos e inflamação no estômago e no intestino, causando hemorragia
	Mercúrio	Causa transtornos neurológicos e renais, tem efeitos tóxicos nas glândulas sexuais, altera o metabolismo do colesterol e provoca mutações
	Nitratos	Causam deficiência de hemoglobina no sangue em crianças, podendo levar à morte
	Prata	É fatal para o homem em doses extremamente altas. Provoca a deslocação da pele, dos cabelos e das unhas
	Aldrin e Dieldrin	Altera o sistema nervoso central. Em doses altas é fatal
Orgânicos	Benzeno	A exposição aguda ocasiona a depressão do SNC. Estudos sugerem que existe relação entre exposição de benzeno e leucemia
	Ciordano	Provoca vômitos e convulsões. Pode causar mutações
	DDT	Causa problemas principalmente no SNC
	Lindano	Causa irritação do SNC, náusea, vômitos, dores musculares e respiração debilitada

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Radicchi e Lemos (2009).

Cabe destacar que o quadro 2 apresenta efeitos apenas sobre a saúde humana. Há efeitos sobre os ecossistemas (plantas e animais) que já estão comprovados (não são objeto de análise neste capítulo) e que indiretamente também afetam a saúde humana e cujas dimensões podem ser maiores do que aquelas que se pode perceber com os estudos desenvolvidos até o momento.

O saneamento básico e a qualidade da água tem sido uma das primeiras preocupações da Vigilância Ambiental em Saúde. Muitas doenças já foram comprovadas como de veiculação hídrica, e são responsáveis por quedas de mortabilidade, conforme quadro 3.

Quadro 3 – Doenças relacionadas com a água e a falta de saneamento

Grupo de doenças	Formas de transmissão	Principais doenças	Formas de prevenção
Transmitidas por via fecal oral (alimentos contaminados com fezes)	O organismo patogênico é ingerido	– Diarreias e disenterias, como a cólera e giardíase – Febre tifoide e paratifoide; – Amebíase – Hepatite infecciosa Ascaridíase	Proteger e tratar as águas de abastecimento e evitar o uso de fontes contaminadas
Controladas pela limpeza com água (associadas ao abastecimento insuficiente de água)	A falta de água e a higiene pessoal insuficiente criam condições favoráveis para a disseminação	Infecções na pele e nos olhos como o tracoma e tifo relacionado com piolhos e escabiose	Fornecer água em quantidade adequada e promover a higiene pessoal e doméstica
Associadas à água (uma parte do ciclo do agente infeccioso ocorre em um animal aquático)	O agente patogênico penetra pela pele ou é ingerido	Esquistossomose	– Evitar o contato de pessoas com águas infectadas – Proteger mananciais – Adotar medidas adequadas para a disposição de esgoto – Combater o hospedeiro intermediário
Transmitidas por vetores que se relacionam com a água	As doenças são propagadas por insetos que nascem na água ou atingem o homem perto dela	– Malária – Febre amarela – Dengue – Filariose (elefantíase)	– Combater os insetos transmissores – Eliminar condições que possam favorecer criadouros – Evitar o contato com criadouros – Utilizar meios de proteção individual
Helmintos transmitidos pelo solo ou por alimentos mal-higienizados	Ingestão de alimentos contaminados e contato da pele com o solo	– Ascaridíase – Tricuríase – Ancilostomíase	– Construir e manter limpas as instalações sanitárias – Tratar os esgotos antes da disposição no solo – Evitar contato direto da pele com o solo (usar calçado)
Solitárias na carne de boi e de porco	Ingestão de carne mácozida de animais infectados	– Teníase – Cisticercose	– Construir e manter limpas as instalações sanitárias - Tratar os esgotos antes da disposição no solo – Inspecionar a carne e ter cuidados na preparação

Fonte: Elaborado pelos autores com base em Radicchi e Lemos (2009).

Como pode ser visto no quadro 3, a falta ou a má-qualidade da água, predispõe o homem a doenças diversas, razão pela qual a qualidade da água tem sido uma das primeiras e constantes preocupações da saúde pública.

Além desses apresentados nos quadros, há os causados pelo manejo direto de resíduos, tais como as doenças de transmissão hematológica e que podem ser adquiridas por material perfurocortantes em instituições de saúde humana e veterinária e muitos outros cujo mapeamento do comportamento no ambiente ainda não foi esclarecido.

As associações entre saúde e ambiente são complexas, já que não necessariamente a identificação das variáveis envolvidas em episódios de danos à saúde são constatadas imediatamente após sua ocorrência. Esta situação pode ser exemplificada na ocasião da contaminação de recursos hídricos por substâncias tóxicas. As alterações na saúde da população podem se apresentar como efeitos crônicos, ou seja, a enfermidade é detectada após longo período de constante exposição a doses do agente tóxico, demorando algum tempo para o desenvolvimento de sintomas e para o diagnóstico. Nesses casos, nem sempre é identificada a relação entre a causa e os efeitos. Os efeitos podem surgir também de forma aguda, ou seja, os sinais e sintomas aparecem rapidamente após a contaminação e permitem a realização de ações para tratar e reverter o problema instalado. Em ambos os casos, cabe destacar que o monitoramento das variáveis é um caminho, talvez único, para o desenvolvimento de medidas de proteção, muitas delas ambientais.

26.3 Ferramentas para o fortalecimento da relação saúde e ambiente

Se saúde e meio ambiente são entendidos de forma complexa, em interação dinâmica e mútua influência, então atingir patamares mais elevados de saúde e equilíbrio ambiental exige um trabalho interdisciplinar, intersetorial e o uso de ferramentas que possam ajudar a monitorar os avanços (ou riscos) que a humanidade tem feito, no sentido de manter essa relação, de tal forma que aumente a probabilidade de que coletivos humanos sejam mantidos em situações livres de risco. Assim, algumas ferramentas, que podem e devem ser utilizadas para garantir esse tipo de relação estão apresentadas no quadro 4, as quais serão melhor explicadas ao longo do texto.

Quadro 4 – Ferramentas que podem ser utilizadas para monitoramento da saúde ambiental

Ferramenta	No que consiste	Finalidade
Vigilância em saúde	Refere-se a um conjunto de ações que proporciona o conhecimento, a detecção ou a prevenção de qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do meio ambiente, que interferem na saúde humana	Recomendar e adotar medidas de prevenção e de controle dos fatores de risco e de doenças ou agravos, em especial as relativas a vetores, reservatórios e hospedeiros, animais peçonhentos, à qualidade da água para consumo humano; a contaminantes ambientais, desastres naturais, acidentes com produtos perigosos; ao saneamento básico; à disposição de dejetos humanos e animais e às condições habitacionais[1]
Epidemiologia ambiental	Refere-se aos estudos, por meio de aplicação de métodos e instrumentos, para a obtenção de informações quali-quantitativas sobre a situação da saúde das populações. Envolve o acompanhamento do comportamento das doenças e dos agravos à saúde em população	Buscar associações estatísticas entre exposições ambientais e efeitos adversos à saúde, presumivelmente causados por tais exposições[2]
Avaliações de riscos	Refere-se à probabilidade de que um evento ocorra e resulte em consequências adversas, negativas e/ou prejudiciais. Avaliação de Risco refere-se à determinação da presença do risco e sua potencial magnitude em relação à saúde humana[3]	Avaliar os riscos por meio das etapas: identificação do perigo, avaliação da relação dose-resposta, avaliação da exposição e caracterização do risco[4]
Indicadores em saúde e ambiente	Refere-se ao uso de indicadores que permitam perceber como um fenômeno se comporta na natureza. A função de um indicador é fornecer uma pista sobre um problema de grande importância ou tornar perceptível uma tendência que não está imediatamente visível, favorecendo maior dinamismo no processo de gestão[5] e na tomada de decisões	Fornecer informações claras e consistentes para a construção de cenários e auxiliar no planejamento e na tomada de decisões de gestores e profissionais relacionados ao campo da saúde e do meio ambiente
Sistema de informação de vigilância ambiental em saúde	Refere-se a uma ferramenta de trabalho indispensável aos gestores e serviços públicos para a tomada de decisões quanto à proteção à saúde, à garantia da qualidade do ambiente e contribui para a elaboração de indicadores úteis nestes campos (saúde e ambiente)	Possibilitar identificar, prevenir, mitigar e reverter os efeitos adversos à saúde[6]
Pesquisas	Consiste na produção de conhecimentos que permitam relacionar os efeitos à saúde de determinados fatores ambientais, utilizando indicadores de saúde e ambiente, sistemas de informação ou, ainda, estudos epidemiológicos[7]	Esclarecer as relações saúde-ambiente

Fonte: Elaborado pelos autores com base em: [1]Brasil (2000b); [2]Cardoso (2005); [3]Fernandes; Veiga, (1999); [4]Freitas (2002); [5]Philippi Júnior; Malheiros; Aguiar (2005); [6]Brasil (2002b); [7]Brasil (2002a).

A vigilância em saúde tem por objetivo a observação e análise permanentes da situação da saúde, articulando-se em um conjunto de ações destinadas a controlar determinantes, riscos e danos à saúde de populações que vivem em determinados territórios, garantindo-se a integralidade da atenção, o que inclui tanto a abordagem individual como coletiva dos problemas de saúde. (Brasil, 2010).

A Vigilância em Saúde, segundo as Diretrizes Nacionais (Brasil, 2010), é composta pela vigilância epidemiológica, vigilância da situação de saúde, vigilância em saúde ambiental, vigilância em saúde do trabalhador e vigilância sanitária. A vigilância em saúde ambiental, segundo a mesma fonte, visa: conhecer e detectar ou prevenir qualquer mudança nos fatores determinantes e condicionantes do ambiente que interferem na saúde humana; recomendar e adotar medidas de prevenção e controle dos fatores de risco, relacionados às doenças e outros agravos à saúde, prioritariamente a vigilância da qualidade da água para consumo humano, ar e solo; identificar desastres de origem natural, substâncias químicas, acidentes com produtos perigosos, fatores físicos, e ambiente de trabalho. A vigilância sanitária é entendida como um conjunto de ações capazes de eliminar, diminuir ou prevenir riscos à saúde e de intervir nos problemas sanitários decorrentes do meio ambiente, na produção e circulação de bens e na prestação de serviços de interesse da saúde. Abrange o controle de bens de consumo que, direta ou indiretamente, se relacionem com a saúde, compreendidas todas as etapas e os processos, da produção ao consumo e o controle da prestação de serviços que, direta ou indiretamente, se relacionam com a saúde.

O próprio conceito de vigilância em saúde demonstra a importância do cuidado com o ambiente, uma vez que pequenas alterações na sua dinâmica levam a consequências graves e abrangentes, podendo impactar distintos ecossistemas. Os efeitos do desequilíbrio afetam a cadeia alimentar, o que pode ocasionar o aumento ou a diminuição de populações. Quando a população afetada é constituída por vetores, esses podem disseminar doenças como parasitoses, diarreia, entre outras. A adoção de tecnologias em saneamento básico (resíduos sólidos, esgotos sanitários, drenagem urbana e abastecimento público) é uma forma eficiente de evitar alterações nos ciclos biológicos e fluxos de energia. Também, deve-se considerar que os ecossistemas têm variabilidade e inter-relações específicas. Assim, uma mesma alteração, de origem antrópica, pode gerar respostas distintas no meio, modificando o equilíbrio de fatores que podem ser determinantes e condicionantes da saúde de uma população.

Neste sentido, a determinação das relações causas ambientais/efeitos na saúde permite avaliar, prevenir, corrigir e controlar riscos a que a população pode estar exposta, já que a degradação ambiental é uma ameaça sem precedentes à saúde, em todos os seus aspectos (bem-estar físico, mental e social). Segundo Papini (2009), o desenvolvimento da interface saúde/ambiente envolve o estabelecimento de uma política que implemente ações interativas entre a promoção da boa qualidade ambiental e a promoção da saúde humana.

Algumas ações para o cuidado com o ambiente, as quais resultam na melhoria da sua qualidade são: redução de ruídos, limpeza e organização de ambientes, adoção de rotinas de segregação de resíduos, implantação de planos de

gerenciamento de RSS, tratamento de água e esgoto e determinação de medidas de controle em caso de acidentes. A adoção dessas medidas pode evitar a contaminação de água superficial e subterrânea, do solo e ar; prevenir desastres; diminuir a incidência das doenças relacionadas às condições de saneamento básico (parasitoses, leptospirose, dengue, entre outras); diminuir a taxa de infecção hospitalar; e reduzir a incidência de doenças infectocontagiosas. Também demonstra a importância do exercício da cidadania, contribuindo para o bem do coletivo, nas dimensões ambientais, socioeconômica, cultural e política.

A vigilância epidemiológica consiste em um conjunto de ações que proporciona conhecimento, detecção ou prevenção de mudança nos fatores determinantes e condicionantes de saúde individual e coletiva, com vistas a adoção de medidas de prevenção e controle de doenças. A vigilância em saúde ambiental visa: conhecer e detectar mudanças nos fatores determinantes e condicionantes do ambiente, que inferiram na saúde humana; recomendar e adotar medidas de prevenção e controle dos fatores de risco, relacionados as doenças e outros agravos à saúde, prioritariamente a: qualidade da água para consumo humano, qualidade do ar, qualidade do solo, desastres de origem natural por substâncias químicas, acidentes com produtos perigosos, fatores físicos e ambiente do trabalho. A epidemiologia ambiental é uma ferramenta que possibilita desenvolver as ações de vigilância.

A epidemiologia ambiental tem por função fornecer o conjunto de informações e ações que proporcionem o conhecimento, a detecção e a prevenção de fatores determinantes e condicionantes do ambiente, que interfiram na saúde do homem. Essas informações se referem a fatores e condições de risco existentes, as características especiais do ambiente, que inferem no padrão de saúde da população, as pessoas expostas e os efeitos adversos à saúde. (Brasil, 2002b).

Com relação a produção de conhecimento, apesar dos esforços que vêm sendo desenvolvidos nos últimos anos, persiste a necessidade de realização de estudos que identifiquem, associem e elucidem as relações entre as variáveis ambientais envolvidas em eventos de prejuízo à saúde humana. Situações de desequilíbrio ambiental podem ser entendidas como as alterações na dinâmica dos ecossistemas, devido a causas antrópicas, como, por exemplo, derramamento de substâncias químicas no solo ou na água, deposição de resíduos em locais inadequados, contaminação da água por despejos industriais, domésticos ou de serviços de saúde, com alteração da qualidade da mesma; emissões atmosféricas tóxicas e desmoronamentos em virtude da falta de planejamento urbano. Esses eventos são de difícil remediação e mitigação após suas ocorrências, o que reforça a necessidade de definir ações preventivas e de planejamento para minimizar os efeitos dessas variáveis sobre o bem-estar físico, mental e social do homem e dos demais organismos vivos.

Uma das formas de controle são estudos epidemiológicos observacionais que, segundo Lima-Costa e Barreto (2003), podem ser classificados como descritivos e analíticos (ecológicos), seccional (transversal), caso-controle (caso-referência) e de coorte (prospectivo). Os resultados desses estudos podem oferecer subsídios que elucidem as relações entre as variáveis presentes em determinada situação e podem

ser usados por gestores no estabelecimento de ações de prevenção e precaução de eventos, com redução, por exemplo, das taxas de morbidade e mortalidade.

Em relação ao risco, Freitas (2002) indica etapas para sua avaliação: identificação do perigo, avaliação da relação dose-resposta, avaliação da exposição e caracterização do risco.

Segundo Freitas,

> a etapa de identificação do perigo tem por objetivo obter e avaliar as informações relacionadas às propriedades tóxicas inerentes a cada substância, ou o potencial de causar dano biológico, doença ou óbito, sob certas condições de exposição. Também pode incluir a caracterização do comportamento de uma substância dentro do corpo a as interações que esta tem com órgãos, células ou componentes celulares. (Freitas, 2002, p. 231).

Ainda segundo o mesmo autor, a avaliação da relação dose-resposta refere-se à etapa de avaliação de cada nível de dose e a resposta ou efeito correspondente. Já a etapa de avaliação da exposição implica as medições e estimativas da exposição do homem a substâncias químicas, associadas com as apropriadas suposições acerca dos efeitos à saúde. Por fim, na fase de caracterização de riscos reúnem-se as informações obtidas nas etapas anteriores, para fazer estimativas do risco para os cenários de exposição de interesse. Esta análise do autor está direciona aos efeitos diretos sobre a saúde humana. Cabe destacar que há efeitos menos visíveis que afetam indiretamente o homem conforme já apontado anteriormente.

Os efeitos das substâncias químicas e/ou suas misturas sobre o ambiente são estudados pela ecotoxicologia. As interações das substâncias químicas com os elementos do meio, incluso o próprio metabolismo biológico, a dose, o tempo de exposição, a absorção e taxa de eliminação pelo indivíduo, resultam em respostas distintas, que podem ser estimadas por meio de estudos dessa natureza. Assim, quando determinados os efeitos adversos da presença de compostos no meio, podem-se estabelecer seus riscos e determinar medidas preventivas em caso de acidentes. Na elaboração de Avaliação de Risco é necessário que profissionais de diversas áreas de atuação trabalhem em conjunto, já que esses estudos são complexos em virtude do tipo e da diversidade de variáveis relacionadas.

Segundo Brasil (2002a), o gerenciamento de riscos consiste na seleção e implementação de estratégias mais apropriadas para o controle dos mesmos e prevenção de problemas, envolvendo a regulamentação, a utilização de tecnologias de controle e a remediação ambiental, a análise de custo/benefício, a aceitabilidade de riscos e a análise de seus impactos nas políticas públicas.

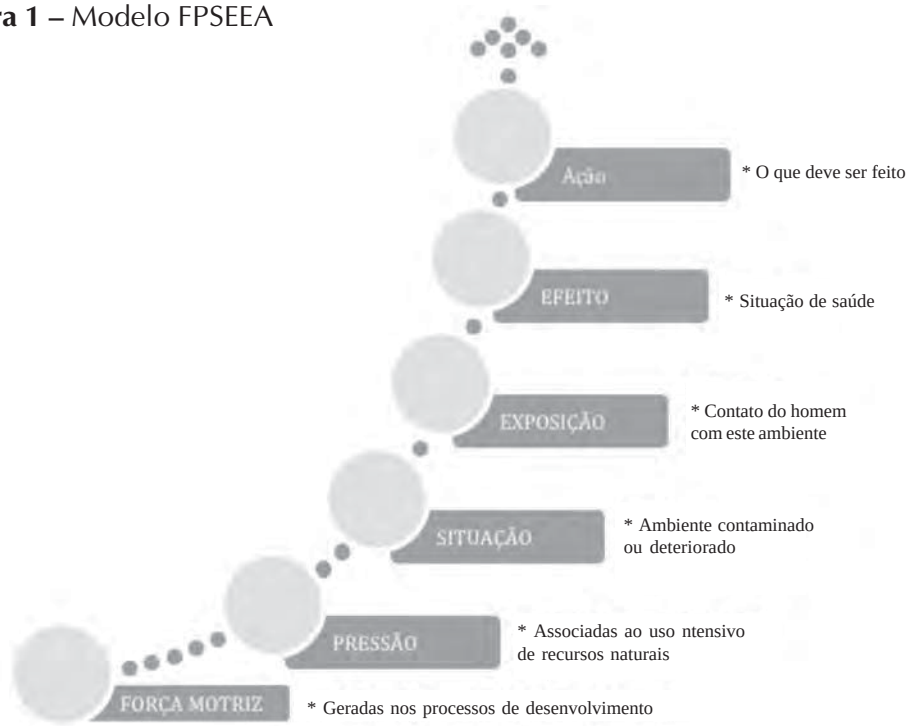
O uso de indicadores é outra das ferramentas importantes. Segundo Papini (2009), seu uso possibilita relacionar as condições ambientais com as condições de saúde da população, além de analisar as necessidades e as exigências para o estabelecimento da qualidade ambiental e de saúde nos vários setores do desenvolvimento, como agropecuária, urbanização, sistemas de transportes, atividades comerciais e industriais e condições de moradia.

O modelo adotado pela Vigilância Ambiental em Saúde é o FPEEEA (força motriz, pressão, estado, exposição, efeito e ação), o que permite estabelecer relações entre desenvolvimento, ambiente, e saúde. O modelo FPEEA foi proposto pela OMS em 1998 e permite perceber a complexidade dos problemas de saúde ambiental e hierarquização dos elementos que os contém (Brasil, 2002b) e a proposição, a partir desses elementos, de indicadores específicos as diferentes situações. Desta forma, eles podem ser indicadores de força motriz, pressão, situação, exposição, efeito e ações, permitindo organizar a vigilância dos problemas de saúde ambiental.

Para cada um desses elementos há indicadores que podem ser propostos, dependendo do fenômeno que se deseja monitorar. Segundo Barcellos e Quitério (2006), esse modelo objetiva fornecer um instrumento de entendimento das relações abrangentes e integradas entre saúde e meio ambiente que auxilie na adoção do conjunto das ações de promoção e prevenção a serem desenvolvidas. Para facilitar o entendimento, o modelo é apresentado na figura 1.

A seleção de indicadores deve ser feita de acordo com a situação específica, assim como com os objetivos que se pretende alcançar quanto à saúde e à qualidade ambiental. São exemplos: taxa de residências que recebem água tratada; taxa de residências abastecidas por rede de esgoto; percentual de população que destina adequadamente seu resíduo; percentual de RSS do cuidado domiciliar, que recebem destinação adequada.

Figura 1 – Modelo FPSEEA



Fonte: Elaborada pelos autores com base em OMS (1998).

Outro instrumento indispensável é um sistema de informação. Este, segundo Brasil (2002a), deverá dispor das seguintes informações:

- Sistema de Informação de Vigilância em Saúde de Contaminantes Ambientais;
- Sistema de Informação de Vigilância em Saúde Relacionado à Qualidade da Água de Consumo Humano (Siságua);
- Sistema de Informação de Vigilância em Saúde Relacionado à Qualidade do Ar;
- Sistema de Informação de Vigilância em Saúde Relacionado à Qualidade do Solo;
- Sistema de Informação de Vigilância em Saúde Relacionado a Desastres Naturais;
- Sistema de Informação de Vigilância em Saúde Relacionado a Acidentes com Produtos Perigosos;
- outros sistemas que se fizerem necessários.

Os dados inseridos no sistema são resultado de investigações utilizando métodos epidemiológicos, estudos ecológicos e estatísticos, bem como geoprocessamento. Esta última ferramenta é de grande importância, já que permite a visualização da distribuição espacial das informações por meio de mapas temáticos.

Para fortalecer a tomada de decisões e aumentar a eficiência e eficácia do Sistema de Informações em Resíduos de Serviços de Saúde, é importante que essas informações estejam integradas. Para a problemática dos resíduos, dever-se-ia ter à disposição um sistema de informação próprio, que relacione variáveis ambientais como um todo.

26.4 Relações saúde e meio ambiente e RSS

Os RSS podem ser considerados fatores de risco, e como tal fazem parte do sistema de vigilância, uma vez que podem trazer problemas relacionados com proliferação de vetores; modificações na qualidade de água; acidentes com produtos perigosos (aqui incluídos resíduos químicos, infectantes e perfurocortantes), contaminando água, ar e solo; e disposição de dejetos.

Inicialmente, é importante apresentar a estrutura organizacional em vigilância em saúde ambiental, de forma a entender como a questão dos resíduos sólidos é abordada. A estrutura é composta pela Coordenação Geral de Vigilância Ambiental em Saúde, que é subdividida em duas subcoordenações. (Brasil, 2002a):

1. *Coordenação de Vigilância e Controle dos Fatores de Risco Biológicos*: com atuação nas áreas de prevenção e controle de vetores, hospedeiros e reservatórios, e animais peçonhentos;
2. *Coordenação de Vigilância e Controle dos Fatores de Risco Não Biológicos*: com atuação nas áreas de contaminantes ambientais, qualidade da água para consumo humano, qualidade do ar, qualidade do solo, desastres naturais e acidentes com produtos perigosos.

Em relação aos riscos relacionados aos RSS, nas instituições de saúde, salienta-se que tanto os fatores de risco biológicos quanto os fatores de risco não biológicos encontram-se presentes. Além destes, pode-se destacar os riscos ocupacionais (intra e extramuros), ambientais e contingenciais, e cada categoria expõe faixas populacionais diversas ou a população como um todo. Assim, o manejo dos resíduos pode representar riscos tantos aos que os manipulam como ao ambiente e, nesse caso, expõe a população como um todo (figura 2). Outros aspectos sobre risco são abordados nesta obra, nos capítulos 4 e 9.

Figura 2 – Riscos associados ao manejo dos RSS

Fonte: Stedile et al. (2014).

A avaliação da qualidade do solo engloba o tema RSS, já que o principal destino final destes é a disposição no solo. Quando isso ocorre sem uso de tecnologias adequadas, resulta na contaminação da área, alterando as condições de sobrevivência da fauna e flora do local e expondo a população a riscos de contaminação por compostos perigosos e doenças. Além desses impactos, a disposição inadequada de resíduos resulta na emissão de gases gerados nas reações de estabilização da fração orgânica e na contaminação de recursos hídricos pelo líquido percolado, que tem, na sua composição, elevadas concentrações de matéria orgânica e metais. A presença de poluentes no meio aquoso pode se acumular em diferentes níveis tróficos, incluindo o homem. O cruzamento das informações obtidas no monitoramento de áreas contaminadas, com a incidência de enfermidades da população é importante para a definição das ações para mitigação dos impactos, tanto por parte dos órgãos de fiscalização ambiental, como da vigilância ambiental em saúde.

Outro aspecto relacionado à saúde pública é a presença de catadores em locais de disposição (lixões), pois entram em contato direto com os resíduos e ficam constantemente expostos às mais variadas situações de risco. Alguns desses riscos são decorrentes simplesmente da falta de conhecimento sobre uso de equipamentos de proteção individual (EPIs), que poderiam protegê-los do contato direto com resíduos e minimizar riscos de contaminação por agentes infecciosos e de acidentes por perfurocortantes (vidros, agulhas e demais objetos pontiagudos). Cabe destacar que este tipo de resíduo é encontrado não apenas nas instituições de saúde como também no resíduo domiciliar, e este último, mais frequentemente, alcança os *lixões a céu aberto*. Ferreira e Anjos (2001) afirmam que a população composta pelos catadores, que normalmente vive próxima aos depósitos de resíduos, serve de vetor para a propagação de doenças originadas nestes, uma vez que parte da mesma trabalha em outras localidades, podendo transmitir doenças para pessoas com quem mantém contato.

No caso dos RSS, que apresentam uma alta heterogeneidade e complexidade, assim como uma característica diferencial – patogenicidade –, é importante determinar rotinas de manejo que englobem desde a geração até o destino final, de forma a evitar que acabem sendo dispostos em locais inadequados, o que impacta não só o ambiente como também as condições de saúde da população. Essas rotinas devem estar estabelecidas e descritas em um PGRSS e devem buscar a minimização da geração de resíduos, a diminuição de erros na segregação e a prevenção de acidentes para cada unidade geradora. Günther (2008) afirma que, nos estabelecimentos de saúde, os RSS podem contribuir para agravar as condições sanitárias do ambiente, influindo nos índices de infecção hospitalar e de acidentes ocupacionais. O autor continua afirmando que, no ambiente externo à unidade de saúde, os RSS devem ser encaminhados para destino adequado, evitando a poluição ambiental e as situações de risco que representam sua disposição no solo sem controle.

Sobre a patogenicidade dos RSS, Takayanagui (2005) afirma que, no ambiente hospitalar ou em serviços de saúde, em geral, aumentam as possibilidades de se encontrar maior concentração e diversidade de agentes patogênicos, principalmente em países em desenvolvimento, em que os sistemas de saúde geralmente representam uma fonte de busca de assistência em situação de doença já instalada. Também deve-se considerar, ainda, a questão da resistência bacteriana, da qual resulta a dificuldade em combater infecções. Sendo assim, o estilo de vida da população é um condicionante das características dos resíduos, podendo mesmo acentuar a periculosidade, principalmente em estabelecimentos de atendimento especializado em saúde. Essas informações permitem ressaltar a importância da adoção de rotinas padrão para segregação, o que diminui a possibilidade de erros nesta etapa crítica do manejo. A diminuição dos erros de separação de RSS deve ser considerada uma meta, independentemente do destino final que será dado aos mesmos.

Considerando-se que a questão de saúde ambiental tem um foco direcionado para a prevenção e a precaução, um sistema de gerenciamento em que estão previstas capacitações aos profissionais, dando condições aos mesmos de esclarecer questões sobre segregação, adoção de rotinas padrão de manejo de resíduos, organização de

ambientes de trabalho, por meio da identificação de dispositivos de acondicionamento e locais de armazenamento, e a minimização dos riscos aos profissionais expostos aos RSS, torna-se imprescindível. Cabe destacar que todas as etapas e formas de lidar com os resíduos, em cada uma, devem estar explícitas no PGRSS.

Esses aspectos devem ser considerados, já que a questão dos RSS não se resume ao manejo de resíduos do Grupo A (infectantes); engloba também as particularidades do Grupo B (químicos), Grupo C (radioativos) e Grupo E (perfurocortantes).

Os resíduos químicos podem apresentar uma elevada persistência no ambiente, e seus efeitos na cadeia alimentar não são claros, devido aos estudos escassos ou à dificuldade de estabelecer seus efeitos nos ecossistemas. Neste sentido, a adoção de ferramentas, como o monitoramento ambiental, sistemas de informação e indicadores (ambientais e de saúde), a longo prazo, podem elucidar as relações ambiente/saúde, contribuindo para a definição de técnicas de minimização dos efeitos e, consequentemente, a melhora da qualidade de vida da população. A realização de pesquisas que busquem a substituição de substâncias por outras, que apresentem efeitos menos tóxicos, por outro lado, permite a minimização de riscos ao ambiente e à saúde individual e coletiva.

Nos serviços de saúde, em virtude do uso de equipamentos com radioisótopos, é necessária ainda a descrição de medidas para descarte e tratamento de resíduos radioativos. A adoção efetiva desses procedimentos garante que acidentes fatais, que afetem a população e o ambiente, não ocorram. Neste sentido, pode-se exemplificar citando o acidente que ocorreu em Goiânia, onde diversas pessoas, após quebrarem o invólucro de chumbo de um equipamento radioterápico, entraram em contato com o césio-137, levando à morte de indivíduos e à contaminação de outros com consequências irreversíveis. Os efeitos decorrentes de acidentes envolvendo substâncias radioativas resultam em sérios problemas à saúde ambiental e da população. Os riscos da contaminação de alimentos e água podem transpor fronteiras, atingindo um número considerável de indivíduos. Os efeitos dessa contaminação pode, ainda, afetar gerações, o que fornece uma dimensão da gravidade desses acidentes, envolvendo descarte inadequado de substâncias radioativas.

Os resíduos perfurocortantes apresentam riscos físicos, no caso de contato direto com indivíduos. Assim, o descarte indevido de materiais pertencentes ao Grupo E pode ocasionar acidentes a quem for manuseá-los. A adoção do procedimento de identificação dos recipientes, por parte dos geradores, e como descrito na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), contribui para diminuir a incidência de descartes indevidos desses resíduos.

26.5 Considerações finais

As questões que envolvem ambiente e saúde são objetos de estudo desde os primórdios da sociedade. O século XIX marcou o início dos estudos científicos em epidemiologia e, desde então, busca-se elucidar como os desequilíbrios ambientais

determinam e condicionam a saúde da população e como o comportamento das populações afeta o meio ambiente.

Entre as alterações ambientais, destaca-se a disposição inadequada de resíduos (domésticos, de serviços de saúde, industriais), que têm como consequência a contaminação de solo, água e ar. Os efeitos da poluição e da contaminação atingem os indivíduos por meio de diferentes vias de exposição (ingestão, absorção, respiração); daí a importância da avaliação de riscos nessas situações, por uma equipe multi e interdisciplinar de profissionais. Por tratar-se de uma questão que envolve setores importantes, como Saúde e Meio Ambiente, o eficiente e eficaz controle das variáveis que interferem nesta relação dependem de ações intersetoriais, fortalecedoras do desenvolvimento de uma consciência coletiva sobre a importância de preservar o ambiente como requisito para obter ou manter saúde. Dito de outra forma, o homem precisa dar-se conta de que sua ação interfere no ambiente, e que as alterações ambientais afetam a qualidade de vida. Como os RSS são gerados por profissionais que têm o dever de preservar a saúde, compete-lhes desenvolver comportamentos profissionais que diminuam riscos à saúde e ao meio ambiente. O correto manejo dos resíduos nas instituições é um comportamento que se espera desses profissionais.

Os riscos podem aumentar sua complexidade, quando envolvem manejo e disposição de resíduos de serviços de saúde, que apresentam características de patogenicidade e periculosidade. O manejo inadequado dos RSS, em especial infectantes e perfurocortantes, expõe profissionais da saúde a riscos de acidentes ocupacionais, resultando na ocorrência de enfermidades como hepatite, síndrome da imunodeficiência adquirida, entre outras. Os riscos de exposição a agentes infecciosos também está presente no caso de disposição de RSS em locais inadequados e/ou com a presença de catadores, sendo que esses ficam sujeitos a contrair diversas doenças, o que torna esse problema uma questão de saúde pública.

No caso de descarte inadequado de resíduos químicos e radioativos, a população fica exposta a contaminações que podem prejudicar a saúde a curto e longo prazos, em virtude de bioacumulação e biomagnificação.

Ações de vigilância em saúde e políticas disponíveis parecem ser suficientes como ferramentas de apoio à gestão. Falta, ainda, a perfeita interpretação e o estabelecimento das inter-relações entre as mesmas, de forma a tornar mais claras as relações entre as variáveis ambientais que compõem e determinam condições de saúde.

A identificação dos eventos com prejuízos à saúde e a ocorrência de acidentes ambientais (disposição inadequada, descarte de resíduos, contaminação de água e ar, entre outros), o registro desses dados em sistemas de informação e a elaboração de estatísticas sobre causas ambientais/efeitos são objeto de estudo em vigilância ambiental em saúde e caracterizam-se como instrumentos para a elucidação de variáveis presentes e determinantes deste fenômeno mundial. Também contribui para a tomada de decisões por parte do Poder Público e das instituições de representação da sociedade, com o objetivo de minimizar riscos e melhorar a qualidade de vida

(condições de saneamento, higiene, nutrição, habitação, segurança e aspectos sociais, culturais, econômicos e políticos). Também contribui para a comprovação epidemiológica das inter-relações saúde/ambiente, a qual é uma área que necessita de estudos em virtude da complexidade das interações entre as variáveis envolvidas nos processos saúde-ambiente-desenvolvimento.

Por fim, os conceitos de saúde e meio ambiente continuarão a evoluir e devem nortear mudanças de comportamento individual e coletivo e, principalmente, promover mudanças na legislação e na organização dos serviços de saúde, de forma a diminuir gradativa e continuamente os riscos, com o aumento progressivo da qualidade ambiental e da saúde.

REFERÊNCIAS

AGENDA 21. *Protecão da qualidade e do abastecimento dos recursos hidricos:* aplicação de critérios integrados no desenvolvimento, manejo e uso dos recursos hídricos. Água em Rev: Suplemento das Águas; 1996. p.14-33.

ASSUNÇÃO FILHO, J. K. M. et al. Relação Saúde Ambiental/Saúde Humana: (Re)conhecendo o cenário do Programa Nacional de Vigilância em Saúde Ambiental. *NEUROBIOLOGIA*, 73 (3) jul./set., 2010, p. 185-192.

BRASIL.Decreto Federal 3.450, de 9 de maio de 2000. Aprova o Estatuto e o Quadro Demonstrativo dos Cargos em Comissão e das Funções Gratificadas da Fundação Nacional de Saúde – FUNASA, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 2000a.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 07 de dezembro de 2004.* Dispõe sobre o Regulamento Técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Fundação Nacional de Saúde (Funasa). *Vigilância Ambiental em Saúde.* Brasília: Ministério da Saúde, Funasa, 2002a.

_____. Fundação Nacional de Saúde (Funasa). *Textos de epidemiologia para vigilância ambiental em saúde*. Brasília: Ministério da Saúde, Funasa, 2002b.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Portaria 399, de 22 de fevereiro de 2006.* Institui o pacto pela saúde, cujo objetivo é o fortalecimento do Sistema Único de Saúde no Brasil. Brasília, DF, 2006.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Portaria 410, de 10 de agosto de 2000*. Aprova o Regimento Interno da Fundação Nacional de Saúde – Funasa. Brasília, DF, 2000b.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Portaria 2.669, de 3 de novembro de 2009.* Estabelece prioridades, objetivos, metas e indicadores de monitoramento e avaliação para os Pactos pela Vida e de Gestão para o biênio 2010-2011. Brasília, DF, 2009.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Instrução normativa 1, de 7 de março de 2005*. Regulamenta a Portaria 1.172/2004/GM, no que se refere às competências da União,

estados, municípios e Distrito Federal na área de vigilância em saúde ambiental. Brasília, DF, 2005.

_____. Ministério da Saúde (MS). *8ª Conferência Nacional de Saúde*, 1986. Disponível em: <http://conselho.saude.gov.br/biblioteca/Relatorios/relatorio_8.pdf>. Acesso em: 18 de fevereiro de 2011.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Plano Nacional de Saúde e Ambiente no Desenvolvimento Sustentável*: Diretrizes para implementação. Brasília, DF, 1995. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/Planonac.pdf>. Acesso em: jul. 2012.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Subsídios para Construção da política Nacional de Saúde Ambiental.* Brasília, DF, 2007.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Planejamento Estratégico do Ministério da Saúde:* 2011 – 2015. Brasília, DF, 2013. Disponível em: <http://bvsms.saude.gov.br/bvs/publicacoes/planejamento_estrategico_ministerio_saude_resultados.pdf>. Acesso em: jul. 2012.

_____. Ministério da Saúde (MS). Secretaria de Vigilância à Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. *Diretrizes Nacionais de Vigilância em Saúde*. 1. ed., Série 3. Textos Básicos de Saúde, 2010.

BARCELLOS, C.; QUITÉRIO, L. A. D. Vigilância ambiental em saúde e sua implantação no Sistema Único de Saúde.*Revista Saúde Pública*, v. 40, n. 1, 2006. p. 170-7.

CARDOSO, M. R. A. Epidemiologia Ambiental. In: PHILIPPI JR., A. (Ed.) *Saneamento, Saúde e Ambiente – Fundamentos para o Desenvolvimento Sustentável.* Barueri, SP: Manole, 2005.

CARTA DE BANGCOQUE. *Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde.*Tailândia, 2005.

CARTA DE OTTAWA. *Primeira Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde*. Ottawa, 1986.

CONFERÊNCIA INTERNACIONAL SOBRE OS CUIDADOS DE SAÚDE PRIMÁRIOS. *Declaração de Alma-Ata*. Cazaquistão, 1978. Disponível em: <http://www.opas.org.br/coletiva/uploadArq/Alma-Ata.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2011.

DECLARAÇÃO DE ESTOCOLMO. ONU. Declaração Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano – 1972. Disponível em: http://www.apambiente.pt/_zdata/Politicas/DesenvolvimentoSustentavel/1972_Declaracao_Estocolmo.pdf. Acesso em: 4 ago. 2014.

DECLARAÇÃO DE ADELAIDE. *Segunda Conferência Internacional sobre Promoção da Saúde.* Austrália, 1988.

DECLARAÇÃO DE JACARTA. *Quarta Conferência Internacional de Promoção da Saúde*. Indonésia, 1997.

DECLARAÇÃO DO MÉXICO. *Quinta Conferência Internacional sobre Promoção da saúde Cidade do México.* México, 2000.

DECLARAÇÃO DE SUNDSVALL. *Terceira Conferência Internacional de Promoção da Saúde*. Suécia,1991.

DODE, A. C.; LEÃO, M. M. D.; DODE, D. C. *Poluição Ambiental e Exposição Humana em relação as Radiações Eletromagnéticas oriundas do Sistema de Telefonia Celular*. 2006. Disponível em: <http://www.mreantenas.eng.br>. Acesso em: jul. 2012.

FERNANDES, H. M.; VEIGA, L. H. S. Procedimentos integrados de risco e gerenciamento ambiental: processos e modelos. In BRILHANTE, O. M.; CALDAS, L.Q.A. (Coord.) *Gestão e Avaliação de Risco em Saúde Ambiental.* Rio de Janeiro, RJ: Editora Fiocruz, 1999.

FERREIRA, J. A.; ANJOS, L. A. dos Aspectos de saúde coletiva e ocupacional associados à gestão dos resíduos sólidos municipais. *Cad. Saúde Pública*, Rio de Janeiro, v.17, n. 3, 2001. 689-696 p.

FREITAS, C. M. Avaliação de riscos como ferramenta para a vigilância ambiental em saúde. *Informe Epidemiológico do SUS*, v.11, n.3/4, 2002. p.227-239.

GÜNTHER, W. M. R. *Resíduos sólidos no contexto da saúde ambiental.* Texto de sistematização crítica para obtenção do título de professor livre docente – USP. São Paulo, 2008.

JACOBI, P. Meio ambiente e sustentabilidade. *In:* O município no século XXI: cenários e perspectivas. Fundação Prefeito Faria Lima – CEPAM. Ed. Especial. São Paulo, p. 175-183, 1999.

JOHNSON, S. *O mapa fantasma:*como a luta de dois homens contra o cólera mudou o destino de nossas metrópoles. Rio de Janeiro: ZAHAR, 2006.

LAGO, A. A. C. Estocolmo, Rio, Joanesburgo: *o Brasil e as três Conferências Internacionais das Nações Unidas*. Fundação Alexandre de Gusmão (Funag) Ministerio das Relações Exteriores Esplanada dos Ministérios, Brasília, 2006.

LESSA, I. Doenças crônicas não-transmissíveis: bases epidemiológicas. In: ROUQUAYROL, M.Z.; ALMEIDA FILHO, N. *Epidemiologia e Saúde.* Rio de Janeiro: Medsi, 2009.

LIMA-COSTA, M. F.; BARRETO, S. M. Tipos de estudos epidemiológicos: conceitos básicos e aplicações na área do envelhecimento. *Epidemiologia e Serviços de Saúde*, v.12, n. 4, 2003. p.189-201.

MINAYO, M. C. S. Saúde e ambiente: uma relação necessária. *In:* CAMPOS, G. W. et al. Tratado de Saúde Coletiva. São Paulo, Rio de Janeiro: Ed. Hucitec e Fiocruz, 2009.

ONU. Organização das Nações Unidas. *Declaração de Estocolmo de* 1972. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/agenda21/_arquivos/estocolmo.doc>. Acesso em: jul. 2012.

OMS. Organização Mundial da Saúde. *Definition of Environmental Health developed at WHO consultation in Sofia, Bulgaria*. 1993. Disponível em: <http://health.gov/environment/DefinitionsofEnvHealth/ehdef2.htm>. Acesso em: jul. 2012.

OPAS. Organização Pan-Americana da Saúde. *Atenção Primária Ambiental*, 1999. Disponível em: <http://www.dominiopublico.gov.br/download/texto/op000007>. Acesso em: 18 de fev. de 2011.

PAPINI, S. *Vigilância em Saúde Ambiental:* uma nova área da ecologia. São Paulo: Atheneu Ed., 2009.

PHILIPPI JR., A.; MALHEIROS, T. F.; AGUIAR, A. O. Indicadores de desenvolvimento sustentável. In PHILIPPI JR., A. (Ed.) *Saneamento, Saúde e Ambiente – Fundamentos para o Desenvolvimento Sustentável*. Barueri, SP: Manole, 2005.

RADICCHI, A. L. A., LEMOS, A. F. *Saúde Ambiental*. Belo Horizonte: Nescon/UFMG, Coopmed, 2009.

STEDILE, N. L. R. et al. The application of Nightingale's graphs in the evaluation of healthcare waste heterogeneity in a Hospital. *Revista Latino-Americana de Enfermagem* (online), v. 22, p. 1-8, 2014.

SILVA JÚNIOR, J. H. et al. As Conferências Internacionais sobre Meio Ambiente e a RIO+201. In: Congresso Norte e Nordeste de Pesquisa e Inovação. Ciência, Tecnologia e Inovação: ações sustentáveis para o desenvolvimento regional. Tocantins, out. 2012.

TAKAYANAGUI, A. M. M. Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde. In: PHILIPPI JR., A. (Ed.) *Saneamento, Saúde e Ambiente – Fundamentos para o Desenvolvimento Sustentável.* Barueri, SP: Manole, 2005.

TAMBELLINI, A. T.; CÂMARA, V. M. A temática saúde e ambiente no processo de desenvolvimento do campo da saúde coletiva: aspectos históricos, conceituais, e metodológicos. *Revista Ciência & Saúde Coletiva* 3 (2): 47-59. 1998.

27

Aproveitamento da água de chuva em estabelecimentos de assistência à saúde

Ludmilson Abritta Mendes
Luís Felipe Gomes
Juliano Rodrigues Gimenez
Taison Anderson Bortolin
Lademir Luiz Beal
Vania Elisabete Schneider

A gestão ambiental de atividades de serviços de saúde pode envolver a minimização do consumo de água pelo uso das águas pluviais para fins não potáveis. Nos últimos anos, diversos setores da sociedade tiveram a percepção de que o uso da água pluvial pode ser economicamente atrativo. Indústrias, instituições de ensino e estabelecimentos comerciais implantaram sistemas de utilização da água da chuva, motivados não somente pela redução do consumo de água, como também por questão de *marketing*, associando o estabelecimento à imagem de ecoeficiência. (Gonçalves et al., 2006).

O uso da água da chuva é uma prática que remonta à Antiguidade, quando se mostrava uma fonte viável aos povos que habitavam regiões de clima semiárido. Vestígios de cisternas e instalações de coleta e distribuição de água da chuva de aproximadamente dois mil anos foram encontrados na Grécia, no Egito, na Turquia, no Irã, na China, na América Central e no Peru. Algumas sociedades mantiveram o uso da água da chuva, não obstante o advento de tecnologias mais avançadas para obtenção de água potável.

Atualmente, o aproveitamento das águas pluviais com a aplicação de técnicas de engenharia adequadas mostra-se uma prática bastante comum, tanto em países em desenvolvimento, como nos países desenvolvidos. A Alemanha é um dos países em

que o governo concede incentivos financeiros à utilização da água das chuvas. Nos Estados Unidos, mais precisamente no estado da Califórnia, são oferecidos financiamentos para a construção de sistemas de aproveitamento da água de chuva. Política similar também é praticada no Japão.

O uso das águas de chuva reduz a exploração dos mananciais, uma vez que propicia menor consumo, bem como redução dos gastos com tratamento e distribuição. Os benefícios serão tanto maiores quanto maior é a demanda de água pelo usuário.

Os estabelecimentos hospitalares demandam grandes quantidades de água, notadamente nos serviços de lavanderia e nas instalações sanitárias. A tabela 1 apresenta a distribuição do consumo medido de água em hospitais da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), segundo Tsutiya (2006). A utilização de água da chuva para estes usos é uma alternativa a ser considerada, tanto no que diz respeito aos aspectos ambientais de economia deste recurso, quanto no aspecto econômico propriamente dito.

Tabela 1 – Distribuição do consumo de água por setor hospitalar na RMSP

Setor	Participação no consumo
Consumo doméstico[1]	39,8%
Cozinha	24,6%
Lavanderia	23,5%
Retrolavagem de filtros	5,1%
Outros	7,0%
Total	100%

[1]: Consumo doméstico refere-se à água consumida em apartamentos, enfermarias, salas de cirurgia e salas de espera.
Fonte: Tsutiya (2006).

Ressalta-se que, além da vantagem individual da redução do consumo de água potável, o uso da água de chuva promove outros benefícios ambientais, de abrangência coletiva, como a diminuição da pressão de demanda sobre os mananciais e a redução da vazão de pico nos sistemas de drenagem urbana, o que diminui a tendência de cheias. Percebe-se, portanto, que se trata de uma prática que contribui para a sustentabilidade de edificações e ambientes urbanos.

27.1 Legislações acerca do uso da água de chuva no Brasil

A legislação brasileira considera a água da chuva como esgoto, por conta da contaminação a que ela está sujeita ao longo do seu escoamento sobre telhados, pisos e pela superfície dos terrenos. O Decreto Federal 24.643 (Brasil, 1934), conhecido como Código de Águas, trata das águas pluviais em seus art. 102 a 108, e incentiva o seu uso. Todavia, não são discriminados quais são os usos permitidos.

A Lei Federal 9.433 (Brasil, 1997), que instituiu a Política Nacional de Recursos Hídricos (PNRH), faz referência indireta às águas da chuva em seu art. 2º e 12. O art.

2º prevê o desenvolvimento sustentável, estabelecendo como objetivos da PNRH, assegurar a disponibilidade de água em qualidade adequada às gerações atuais e futuras, o uso racional do recurso hídrico e a defesa contra eventos hidrológicos críticos. Por constituir volume insignificante, o uso das águas de chuva, conforme art. 12, não é sujeito à outorga do Poder Público e, por consequência, está isento da cobrança pelo uso do recurso hídrico. (Brasil, 1997).

Alguns municípios brasileiros possuem legislação relacionada ao armazenamento de água de chuva, com vistas ao amortecimento dos picos de cheia e também ao uso racional do recurso hídrico. Em alguns municípios, a lei obriga a reservação e o aproveitamento da água de chuva para diversos fins, potáveis ou não, e especifica o volume a ser armazenado e outros requisitos de projeto. Em outros, a lei apenas institui um Programa de Uso Racional da Água, o qual inclui o aproveitamento da água de chuva, como um incentivo do Poder Público ao uso racional da água, por parte da população.

No quadro 1 estão alguns municípios brasileiros que já tratam do aproveitamento da água de chuva em sua legislação. A lista não é definitiva, uma vez que, em diversos municípios, há projetos de lei em tramitação acerca do tema.

Quadro 1 – Municípios que tratam do aproveitamento da água de chuva em sua legislação

UF	Cidade	Norma
Acre	Rio Branco	Lei Municipal 1.732/2008
Amazonas	Manaus	Lei Municipal 1.192/2007
Ceará	Fortaleza	Lei Municipal 10.051/2013
Distrito Federal	Brasília	Lei 4.671/2011
Espírito Santo	Vitória	Lei Municipal 7.079/2007
	Cariacica	Lei Municipal 4.755/2009
	Cachoeiro de Itapemirim	Lei Municipal 5.470/2003
	Vila Velha	Leis 4.237/2005, 4.503/2007 e 4.897/2010
Minas Gerais	Betim	Lei Municipal 4.076/2008
	Conselheiro Lafaiete	Lei Municipal 5.281/2011
	Divinópolis	Lei Municipal 6.827/2008
	Ipatinga	Lei Municipal 2.892/2011
	Itajubá	Lei Municipal 2.930/2012
	Juiz de Fora	Leis Municipais 11.657/2008 e 12.265/2011
	Poços de Caldas	Lei Municipal 8.678/2010
	Uberaba	Lei Municipal 10.972/2010
	Viçosa	Lei Municipal 14.401/2001
Paraíba	João Pessoa	Leis Municipais 10.479/2005 e 12.166/2011

Quadro 1 A – Municípios que tratam do aproveitamento da água de chuva em sua legislação

UF	Cidade	Norma
Paraná	Curitiba	Lei 10.785/2006 e Decreto 293/2006
	Foz do Iguaçu	Leis Municipais 2.896/2004 e 3.623/2009
	Londrina	Resolução Consemma 18/2009
	Maringá	Leis Municipais 6.345/2003 e 6.574/2004
	Paranaguá	Lei 405/2010
	Ponta Grossa	Lei Municipal 8.718/2006
Pernambuco	Recife	Leis Municipais 17.081/2005 e 17.606/2010
Rio de Janeiro	Rio de Janeiro	Lei Municipal 5.279/2011
	Niterói	Lei Municipal 2.630/2009
	Petrópolis	Leis Municipais 6.439/2007 e 6.801/2010
	São Gonçalo	Lei Municipal 348/2011
Rio Grande do Sul	Porto Alegre	Leis Municipais 15.371/2006 e 10.506/2008
	Canoas	Lei Municipal 5.434/2009
	Caxias do Sul	Lei Municipal 6.616/2006
	Passo Fundo	Lei Complementar nº 198/2008
	Pelotas	Lei Municipal 5.898/2012
	Santa Maria	Lei Municipal 5.064/2007
	Sapucaia do Sul	Lei Municipal 3.252/2010
Santa Catarina	Florianópolis	Lei Municipal 8.080/2009
	Blumenau	Lei Complementar 691/2008
	Chapecó	Lei Complementar 324/2008
	Itajaí	Lei Municipal 4.799/2007
	Jaraguá do Sul	Lei Municipal 4.675/2007
	Joinville	Lei Complementar 220/2006
São Paulo	São Paulo	Lei Municipal 13.276/2002
	Campinas	Lei Municipal 12.474/2006
	Diadema	Lei Municipal 2.451/2005
	Guarujá	Lei Municipal 3.668/2008
	Guarulhos	Lei Municipal 5.617/2000
	Itu	Lei Municipal 1.078/2009
	Osasco	Lei Municipal 4.382/2009
	Sorocaba	Lei Municipal 9.970/2012
	São José do Rio Preto	Leis Municipais 10.194/2008 e 10.578/2010
	Taubaté	Lei Municipal 3.938/2006

Fonte: Leis Municipais (2014).

Com relação à finalidade de uso das águas pluviais, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) estabelece os requisitos para o aproveitamento das águas de chuva, para fins não potáveis na NBR 15.527. (ABNT, 2007). Esta norma cita possíveis usos das águas pluviais após tratamento adequado, como, por exemplo, descargas de bacias sanitárias, irrigação de gramados e plantas ornamentais, lavagem de veículos, limpeza de calçada e de ruas, limpeza de pátios, espelhos d'água e usos industriais. Daí o entendimento geral no meio técnico brasileiro de que a água da chuva deve ser utilizada somente para fins não potáveis, não substituindo a água tratada para banhos, ingestão e preparo de alimentos. Por consequência, as águas pluviais não podem ser distribuídas pelos serviços públicos estaduais e municipais. (Tomaz, 2007). O autor recomenda, ainda, que as águas pluviais não sejam utilizadas para lavagem de roupas, por serem potencialmente contaminadas pelo parasita *Cryptosporidium parvum*. Trata-se do protozoário causador da criptosporidíase, que é transmitida pela ingestão de água contaminada ou pelo contato com objetos contaminados. A doença é uma das principais causas de diarreias em crianças portadoras do vírus HIV. O *Cryptosporiduim parvum* é um parasita intracelular intestinal de diversas espécies animais como, por exemplo, as aves, que, por circularem livremente por telhados, favorecem a transmissão da doença. (Tomaz, 2007).

Para o caso específico do processamento de roupas de serviços de saúde, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa) orienta que a água fornecida pelos serviços públicos, ou oriunda de fontes alternativas, atenda os padrões de potabilidade estabelecidos pelo Ministério da Saúde (MS). Em função disso, pode ser necessária a adequação dos parâmetros físico-químicos e biológicos das águas pluviais, por processos de pré-tratamento – filtração, coagulação e floculação, desinfecção, dentre outros.

No Brasil, não há instrumento legal que proíba diretamente o uso da água de chuva para consumo humano. O uso das águas pluviais com fins potáveis no País se restringe a regiões de severa escassez hídrica, como o Nordeste Semiárido, ou sem acesso aos serviços públicos de distribuição de água. Em nível global, a Organização Mundial de Saúde (OMS) estima que o número de pessoas que têm as águas pluviais como única alternativa para consumo duplicou no período de 1990 a 2010, quando alcançou a marca de 89 milhões de pessoas. (Who, 2012). Por conta disso, o aproveitamento da água de chuva, para abastecimento e consumo humano, faz parte da abordagem do Plano de Segurança da Água da OMS. (Who 2011).

27.2 Padrões de qualidade da água

A qualidade da água da chuva sofre influência de fatores diversos como, por exemplo, a localização geográfica, a presença de vegetação, as condições meteorológicas – intensidade, duração e tipo de chuva, regime dos ventos –, a estação do ano e a presença de carga poluidora.

A chuva atua na dispersão de poluentes, uma vez que, ao lavar a atmosfera, sedimenta o material particulado e auxilia na dissolução dos gases. Ao serem arrastados pela chuva, os contaminantes presentes na atmosfera, conforme sua concentração, podem afetar as caraterísticas naturais da água de chuva.

A água da chuva pode ser utilizada desde que haja controle de sua qualidade e verificação da necessidade de tratamento específico, de forma que não comprometa a saúde de seus usuários, nem a vida útil dos sistemas envolvidos. (Ana, 2005).

Em pesquisa realizada na Universidade de São Paulo (May, 2004), foram constatadas as seguintes características da água de chuva coletada e armazenada em reservatório:

- propriedades de água mole;
- pH entre 5,8 e 7,6;
- $DBO_{5,20}$ menor que 10 mg/L;
- presença de coliformes fecais em mais de 98% das amostras realizadas;
- presença de bactérias:
  - clostrídio sulfito redutor (91% das amostras), que pode causar intoxicação alimentar, entre outras doenças;
  - enterococos (98% das amostras), que podem causar ólosmo aguda; e
  - pseudomonas (17% das amostras), que podem ocasionar infecções urinárias.

Porém, a qualidade da água de chuva varia conforme as seguintes etapas: antes de atingir o solo; após escoar pelo telhado; dentro do reservatório; e no ponto de utilização.

27.2.1 Antes de atingir o solo

Em localidades próximas ao litoral, a água de chuva apresenta os seguintes elementos: sódio, potássio, magnésio, cloro e cálcio. Suas concentrações são proporcionais às encontradas na água do mar. Em pontos mais afastados do litoral, a água de chuva apresenta elementos de origem terrestre, como sílica, alumínio e ferro, além de elementos de origem biológica, tais como fósforo, nitrogênio e enxofre. Em grandes centros urbanos e em polos industriais, a poluição atmosférica decorrente das altas concentrações de dióxido de carbono, óxidos de nitrogênio, chumbo e zinco altera as características da água de chuva.

27.2.2 Após escoar pelo telhado

Os principais contaminantes das águas encontrados nos telhados são: fezes de aves, ratos e outros animais, poeira, folhas de árvores, revestimento do telhado, fibrocimento e tintas. Como regra prática, alguns autores sugerem que os primeiros 1 mm a 2 mm de chuva sejam descartados. (Tomaz, 2005). A recomendação de descarte de 2 mm da precipitação inicial também é feita pela ABNT NBR 15.527. (ABNT, 2007). Outros estudos apontam que a água a ser rejeitada é aquela acumulada nos primeiros 10 a 20 minutos de precipitação. (Tomaz, 2005).

27.2.3 Dentro do reservatório

Normalmente forma-se no fundo do reservatório uma camada de lama composta por materiais pesados presentes no ar. Alguns cuidados são recomendados:

- evitar a entrada de luz solar no reservatório, para evitar o crescimento de algas;
- manter a tampa de inspeção hermeticamente fechada;
- instalação de grade na saída do extravasador, para impedir a entrada de animais de pequeno porte;
- limpar o reservatório uma vez ao ano;
- manter o reservatório levemente inclinado, para facilitar a descarga do fundo.

27.2.4 No ponto de utilização

O Brasil não conta com uma legislação que estabeleça padrões de qualidade da água de chuva nos pontos de utilização. Alguns instrumentos legais podem ser tomados como referência, como a Portaria MS 2.914 (Brasil, 2011), que estabelece os padrões de potabilidade da água; a norma técnica NBR 13.969 (ABNT, 1997), que trata dos tanques sépticos e estabelece classes para o reuso de águas residuárias; e a NBR 15.527 (ABNT, 2007), que fornece os requisitos para aproveitamento da água de chuva de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis.

A NBR 15.527 deixa a cargo do projetista a definição dos padrões de qualidade, de acordo com a utilização prevista. Para os usos mais restritivos, devem ser obedecidos os limites previstos no quadro 2.

Quadro 2 – Padrões de qualidade da água de chuva para usos não potáveis mais restritivos

Parâmetro	Análise	Valor
Coliformes totais	Semestral	Ausência em 100 mL
Coliformes termotolerantes	Semestral	Ausência em 100 mL
Cloro residual livre	Mensal	0,5 a 3,0 mg/L
Turbidez	Mensal	< 2,0 UNT
Cor aparente	Mensal	< 15 mg Pt/L
pH	Mensal	6,0 a 8,0 no caso de tubulação de aço carbono ou galvanizado

Fonte: ABNT (2007).

Alguns dos padrões estabelecidos pela NBR 15.527, apresentados no quadro 2, são mais restritivos do que os previstos na Portaria MS 2.914 (Brasil, 2011), que define os padrões de potabilidade da água. É o caso do cloro residual (padrão de potabilidade de 5 mg/L), da turbidez (padrão de potabilidade de 5 mg Pt/L) e do pH (padrão de potabilidade de 6,0 a 9,5).

A Anvisa sugere que, no aproveitamento da água de chuva no processamento de roupas de serviços de saúde, seja adotado o padrão de potabilidade definido pelo Ministério da Saúde (MS), atualmente estabelecido pela Portaria MS 2.914 (Brasil, 2011), exceto para os parâmetros manganês, cobre e dureza. Para estes parâmetros, a Anvisa recomenda limites mais restritivos (Brasil, 2009). Os padrões de qualidade da água sugeridos pela Anvisa, para processamento de roupas de serviços de saúde são mostrados na quadro 3.

Quadro 3 – Padrão de qualidade da água para processamento de roupas em serviços de saúde

Parâmetro	Limite
Dureza	100 mg/L
Ferro	0,3 mg/L
Manganês	0,05 mg/L
pH	6,5 a 9,0
Cor aparente	15 mg Pt/L
Turbidez	5 UNT
Cloretos	250 mg/L
Sulfatos	250 mg/L
Cobre	1 mg/L
Alcalinidade total	150 a 200 mg/L
Alcalinidade livre	Nula
Demais parâmetros definidos na Portaria MS 2914/11.	

Fonte: Brasil (2009).

27.3 Dimensionamento de um sistema de captação de água da chuva

Para o dimensionamento de um sistema de aproveitamento das águas pluviais, o primeiro passo é estimar o consumo de água onde se planeja utilizar a água de chuva. Este consumo pode ser estimado com base em referencial bibliográfico, ou estudos de caso semelhantes. Tomaz (2005), Tsutya (2006), NBR 5.626 (ABNT, 1998) e NBR 15.527 (ABNT, 2007) são fontes de informações importantes neste sentido.

27.3.1 Área de captação

Para Gonçalves et al. (2006), o telhado é o meio mais comum para captação de água. Os telhados podem ser de diferentes materiais, como telha cerâmica, de fibrocimento, de zinco, de aço galvanizado, de plástico, de vidro, de acrílico, ou ainda de concreto armado ou manta asfáltica. Os telhados podem ser inclinados, pouco inclinados ou planos.

A partir da área do telhado é possível estimar o volume de água captada pelo mesmo. Para calcular esse volume, utiliza-se a equação a seguir:

$$V = P \times A \times C \qquad \text{Eq. 1}$$

Onde:

V – volume de água da chuva a ser captado (m^3);

P – precipitação anual na região (mm/ano);

A – área de captação (m^2);

C – coeficiente de escoamento.

O coeficiente de escoamento, ou coeficiente de *runoff*, segundo Tomaz (2005), é o quociente entre a água que escoa superficialmente e o total de água precipitada. Os valores do coeficiente de *runoff* variam de 0,7 para telhas de metal a 0,9 para telhas cerâmicas. Gonçalves et al. (2006) sugerem que, no Brasil, o melhor valor a ser adotado é 0,80.

27.3.2 Dimensionamento das calhas de coleta

A captação de água só acontece quando as edificações são dotadas de calhas condutoras horizontais e condutos verticais, para que a água coletada no telhado seja direcionada para o reservatório.

Segundo a NBR 10.844 (ABNT, 1989), a calha horizontal é um canal ou tubulação horizontal destinada a recolher e conduzir as águas pluviais até locais permitidos pelos dispositivos legais, e devem ser instaladas na parte inferior dos telhados. Já o conduto vertical é uma tubulação vertical que recolhe a água das calhas, coberturas, terraços e similares e conduz até a parte inferior do edifício.

27.3.3 Calhas condutoras horizontais

Calcula-se a vazão transportada pelas calhas, em função do telhado, pela equação apresentada a seguir, sugerida pela NBR 10.844 (ABNT, 1989), que não leva em consideração o coeficiente de *runoff*.

$$Q = \frac{(I \times A)}{60} \qquad \text{Eq. 2}$$

Onde:

Q – vazão do projeto (L/mim);

I – intensidade pluviométrica (mm/h);

A – área de contribuição do telhado (m^2).

Segundo a NBR 10.844 (ABNT, 1989), para o dimensionamento de calhas deverá ser considerado um período de retorno de 5 anos, fixando esse mesmo tempo para coberturas e telhados. Para telhados com mais de 100 m², deve-se consultar os dados de séries históricas da região, a fim de determinar a intensidade, o período de retorno e a duração das precipitações.

Porém, a NBR 10.844 (ABNT, 1989) recomenda que se utilize a fórmula de Manning no dimensionamento efetivo das calhas, para o cálculo da vazão máxima que as calhas horizontais poderão suportar:

$$Q = 60000 \times \frac{A}{n} \times R_h^{\frac{2}{3}} \times S^{\frac{1}{2}} \qquad \text{Eq. 3}$$

Onde:

Q – vazão do projeto (L/min);

A – área de secção molhada (m²);

n – coeficiente de rugosidade de Manning;

R_h – raio hidráulico (m) = A/P;

S – declividade (m/m).

Segundo a NBR 10.844 (ABNT, 1989), as calhas horizontais devem ser dimensionadas para uma lâmina de água com altura máxima de 2/3 da altura total da calha. Outro ponto importante a ser obedecido é a declividade mínima das calhas, estabelecida pela norma em 0,5%. Na tabela 2 são apresentados os coeficientes de rugosidade de Manning para diversos materiais.

Tabela 2 – Valores dos Coeficientes de Manning de acordo com o tipo de material em tubulações utilizadas como condutores horizontais

Material	Coeficiente de Manning
Plástico, fibrocimento, aço, metais não ferrosos	0,011
Ferro fundido, concreto alisado, alvenaria revestida	0,012
Cerâmica, concreto não alisado	0,013
Alvenaria não revestida	0,014

Fonte: NBR 10.844. (ABNT, 1989).

27.3.4 Calhas condutoras verticais

As calhas verticais transportam a água de chuva, coletada pelo telhado e escoada pelas calhas horizontais até o sistema de filtração. Esses coletores são fabricados com diversos materiais, os mais usados são liga de alumínio e PVC.

A NBR 10.844 (ABNT, 1989) determina que o diâmetro interno mínimo para os condutores verticais de secção circular seja 70 mm. Ainda para esta mesma norma, os condutores verticais devem ser projetados sem desvios, sempre que possível e, se

houver necessidade de fazê-lo, devem ser aplicadas curvas de 90º de raio longo ou de 45º, sendo previstas peças de inspeção.

Azevedo Netto et al. (1998) sugerem, para o dimensionamento das calhas, o uso de um diâmetro padrão e o cálculo do número de tubos de queda deve ser em função da área de telhado drenada. Para esse dimensionamento, utilizam-se as relações apresentadas na tabela 3.

Tabela 3 – Diâmetros das calhas em função da área de telhado

Diâmetro (mm)	Área máxima de telhado (m^2)
50	13,6
75	42
100	91
150	275

Fonte: Azevedo Netto et al. (1998).

27.3.5 Sistema de descarte (*bypass*) e sistema de filtração da água

Para Gonçalves et al. (2006), na literatura há muitos estudos que evidenciam que a chuva inicial é mais poluída, pois essa chuva lava aatmosfera e a superfície de captação. Esta água deve ser conduzida para um reservatório de descarte, também conhecido como *bypass*.

Existem várias proposições para fazer este sistema de desvio das primeiras águas da chuva. Uma delas é através da instalação de reservatório com volume dimensionado para acumular esta água do início das precipitações. Quando este reservatório estiver cheio, uma boia fecha a entrada do mesmo e automaticamente a água é encaminhada para o reservatório inferior de acumulação da água da chuva, denominado de cisterna. Um dispositivo eletrônico composto por uma válvula solenoide e sensores eletrônicos podem ser instalados para proceder ao esvaziamento automático do reservatório de descarte, após um tempo predeterminado.

Gonçalves et al. (2006) sugerem que a quantidade de água a ser descartada seja de 1,0 L/m^2, isto é, 1 mm de chuva. Assim o volume do reservatório de *bypass* é calculado pela seguinte fórmula:

$$V = C \times A \qquad \text{Eq. 4}$$

Onde:

V – volume do reservatório (litros);

C – Coeficiente de *runoff* – adotado 0,8;

A – área de captação (m^2).

27.3.6 Tratamento das águas pluviais

O descarte dos primeiros milímetros de precipitação já pode ser considerado como um pré-tratamento, pois evita o uso daquela água com maior quantidade de materiais particulados, originados tanto da própria atmosfera, quanto dos telhados. Entretanto, ainda estas águas contêm características que podem merecer algum tratamento, dependendo do uso a que serão destinadas.

Para usos diretos como a irrigação de hortaliças e jardins, pode-se considerar a possibilidade de não ser necessário nenhum outro tipo de tratamento, salvo em casos em que se deseja utilizar dispositivos específicos para a irrigação, que podem ser suscetíveis a entupimentos por materiais granulares. Alguns dispositivos de irrigação por aspersão ou gotejamento exigem que a água seja praticamente isenta de materiais particulados e, nestes casos, um tratamento das águas pluviais por unidades de filtração pode ser suficiente para reter estes materiais.

Para aplicações em sanitários, recomenda-se a aplicação de filtração e posterior desinfecção, o que pode ser realizado por sistemas compactos e comercialmente disponíveis. A cloração contribuirá para a não formação de limos e consequente redução de eventuais residuais de cor na água destinada a vasos sanitários. Para águas utilizadas na lavagem de estruturas, como pisos, também se recomenda uma filtração simples e cloração.

Normalmente estas unidades de tratamento são instaladas entre o reservatório inferior (cisterna) e o reservatório superior, ou seja, na cisterna haverá a reservação de água pluvial bruta, enquanto que no reservatório superior haverá a reservação de água pluvial tratada. Ainda assim, as condições de instalação e o uso destes reservatórios podem ser muito variadas, de acordo com as condições de desníveis entre os pontos de armazenamento e os pontos de uso destas águas. Pode também ser viável a instalação de duas ou mais unidades de cisternas, onde a primeira pode armazenar a água bruta, enquanto a segunda ou demais, água tratada.

Há que se ressalvar que os eventuais tratamentos a serem aplicados não são destinados a dar condições de potabilidade à água, e que isto deve ser bem-evidenciado nos pontos de uso, indicando esta condição por meio de sinalizações, tais como as apresentadas na figura 1.

Figura 1 – Exemplos de placas para evidenciar pontos de água de origem pluvial

27.3.7 Sistema de armazenamento e bombeamento

Após realizado o processo de desvio dos primeiros milímetros de chuva (*bypass*), a água é direcionada ao reservatório de armazenamento inferior, também conhecido como cisterna. As cisternas podem estar apoiadas no solo, enterradas, semienterradas ou elevadas. Podem ser construídas com diferentes materiais, entre eles: concreto armado, alvenaria, fibra de vidro, aço, polietileno e ter diversas formas. A escolha do local de instalação do reservatório, do modelo e do material a ser utilizado deve levar em consideração as condições do terreno e a disponibilidade de área. (Gonçalves et al., 2006).

Após a cisterna, a água pode ser conduzida diretamente ao seu uso, com ou sem tratamento, ou também pode ser elevada por um sistema de bombeamento e conduzida a um reservatório superior. A partir do reservatório superior, normalmente a distribuição da água é feita por gravidade até os pontos de consumo.

A NBR 15.527 (ABNT, 2007) apresenta seis métodos para o cálculo da cisterna, são eles:

- *Método de Rippl*, que usa as séries históricas mensais ou diárias de precipitação;
- *Método da simulação*, em que se aplica a equação da continuidade a um reservatório finito para um determinado mês, sem considerar a evaporação da água;
- *Método Azevedo Neto*, que considera o número de meses com escassez de chuvas;
- *Método prático alemão*, no qual se toma o menor valor do volume do reservatório, 6% do volume anual de consumo ou 6% do volume anual de precipitação aproveitável;
- *Método prático inglês*, que se baseia na precipitação média anual;
- *Método prático australiano*, que desconta da precipitação média mensal o valor da interceptação e das perdas por evaporação.

A aplicação de um ou outro método depende de questões como adequação, disponibilidade de informações e resultados viáveis técnica e economicamente. Um dos métodos mais utilizados tem sido o de Rippl, pois este maximiza o armazenamento de toda a água da chuva hidrologicamente prevista para as condições de precipitação da região. Todavia, por vezes pode acabar resultando em reservatórios demasiadamente grandes. Na determinação do volume de reservatório, os resultados obtidos pelos métodos devem ser cruzados com as reais potencialidades de demandas das edificações em estudo. Nesse cruzamento de informações, também deve ser considerado o risco que se deseja assumir, ou seja, situações em que o sistema deverá ser atendido com água oriunda do sistema público de abastecimento devido à escassez de chuva.

O reservatório superior, geralmente pré-moldado em fibra de vidro ou polietileno, tem como utilidade o armazenamento da água da chuva de modo que esta possa ser distribuída por gravidade. Entretanto, é necessária a utilização de um sistema de bombeamento para enviar a água até o reservatório elevado. Este sistema deve ser dimensionado de forma a garantir ao máximo que o reservatório superior se mantenha numa condição mínima de enchimento para resultar em pressão suficiente para abastecer os pontos de consumo. Normalmente, para este reservatório é prevista uma entrada de água também da rede pública de abastecimento de água potável, para que, em condições de falta de água de chuva, os suprimentos dos pontos de consumo não sejam descontinuados. É importante que esta entrada de água do sistema público de abastecimento, necessariamente, se dê para parte superior deste reservatório, ou seja, que não seja submerso, para evitar ao máximo a possibilidade de contaminação da água potável com as águas dos sistemas de aproveitamento de águas pluviais.

As dimensões do reservatório superior devem levar em conta a demanda do sistema e a disponibilidade de água de chuva. A totalidade da reservação (reservatório inferior mais reservatório superior) deve considerar as melhores condições de uso e aplicações destas águas. Também as dimensões destes reservatórios estarão relacionadas com o sistema de bombeamento a ser projetado entre um e outro, de forma a otimizar o consumo de energia elétrica, evitando que se tenha um sistema de bombeamento contínuo, o que poderia ser antieconômico ao sistema.

Preferencialmente o sistema de bombeamento deve ser automatizado, com controladores de níveis (mínimo e máximo) em ambos os reservatórios (inferior e superior). Normalmente são aplicadas bombas centrífugas horizontais de sucção positiva ou negativa, sendo também possível a aplicação de bombas submersas. O dimensionamento das tubulações de sucção e de recalque e, consequentemente, da potência da bomba a ser instalada, pode ser feito pelo método do dimensionamento econômico de Bresse, encontrado em livros técnicos da área de Hidráulica. Recomenda-se a instalação de pelo menos duas bombas em paralelo, sendo que cada uma sozinha atenda suficientemente o sistema. Assim, em caso de manutenção ou pane em uma das bombas, garante-se que a segunda consiga manter o sistema em pleno funcionamento.

27.4 Experiências relevantes em instituições hospitalares brasileiras

A seguir, citam-se alguns exemplos de estabelecimentos hospitalares que se utilizam de sistemas de aproveitamento de água da chuva. A maioria dessas instituições também possui programas de uso racional da água, com o objetivo de reduzir o volume consumido, por meio do reuso em lavanderias e vasos sanitários, da utilização de equipamentos hidráulico-sanitários de baixo consumo e da redução de perdas na rede.

- *Hospital Albert Einstein*, São Paulo/SP: realiza gerenciamento da descarga de águas pluviais, com utilização de reservatórios de retardo que reduzem em até 30% o volume de água da chuva enviado à rede pública, o que ajuda o combate a enchentes e ao desperdício. Possui ainda um reservatório de armazenamento da água da chuva para irrigação das áreas verdes. (Nupeha; Sociedade Beneficente Israelita Brasileira Albert Einstein, 2014);
- *Hospital Vitória*, São Paulo/SP: o edifício do Hospital Vitória, que apresenta 13 andares e 28.000 m² de área construída, tem parte de sua demanda hídrica atendida por um sistema de captação e reuso da água da chuva, o que permitiu uma considerável economia de água. (One Health, 2014);
- *Hospital das Clínicas da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto da Universidade de São Paulo* (HCFMRP-USP): o hospital possui um sistema de aproveitamento da água da chuva com reservação de 20 mil litros para higienização de contentores e das áreas físicas de armazenamento de resíduos. (HCRP, 2014);
- *Hospital São Vicente de Paulo*, Rio de Janeiro/RJ: possui um sistema de captação, armazenagem e aproveitamento da água da chuva, com reservatório de 20 mil litros, implantado há quatro anos. A água da chuva é utilizada nos jardins e na lavagem diária da área externa, o que representa uma economia de cerca de mil litros por dia. Em períodos de estiagem, o sistema proporciona uma autonomia de até 20 dias sem utilizar a rede de abastecimento público para os fins citados. (Hospitalar, 2014);
- *Hospital Memorial Arthur Ramos*, Maceió/AL: a fim de reduzir o consumo de água potável e de diminuir os custos associados ao consumo de água, o hospital implantou um sistema de aproveitamento de água pluvial que abastece a descarga de 44 bacias sanitárias do edifício. (Arthur ramos, 2014).

Além destes exemplos, outros hospitais brasileiros que também possuem sistemas para aproveitamento da água da chuva são o *Hospital Regional*, localizado em Juiz de Fora/MG; o *Hospital das Clínicas*, em Porto Alegre/RS; o *Hospital do Coração*, em São Paulo/SP, o *ISO Hospital Dia*, em Santos/SP, entre outros.

Algumas dessas instituições já se planejam para obtenção de certificação LEED (*Leadership in Energy and Environmental Design*), organizado pelo U.S. *Green Building Council* (USGBC). Trata-sede um sistema internacional de certificação e orientação ambiental para edificações, utilizado em 143 países, e que busca incentivar a transformação dos projetos, obra e operação das edificações, sempre com foco na sustentabilidade. A Certificação internacional LEED possui sete dimensões a serem avaliadas nas edificações, sendo uma delas o uso racional da água. (GbcBrasil, 2014).

27.5 Considerações finais

Ao se tratar do tema água, não há como separar sua relação direta com a saúde. É inegável a necessidade de água em quantidade e qualidade para promoção de vida, sendo este fator limitante para o desenvolvimento.

Porém, a escassez de água não pode mais ser considerada como atributo exclusivo de regiões áridas e semiáridas. Muitas áreas com recursos hídricos abundantes, mas insuficientes para atender a demandas excessivamente elevadas, também experimentam conflitos de usos e sofrem restrições de consumo que afetam o desenvolvimento econômico e a qualidade de vida.

Proporcionar práticas sustentáveis de gestão das águas, principalmente em estabelecimentos que são grandes consumidores de água, é um interessante desafio para os próximos anos. Nesse rol de estabelecimentos, as edificações associadas à assistência à saúde, como os hospitais, devem fazer sua parte no desenvolvimento de novos projetos que visem a gestão sustentável da água, como a implantação de sistemas de aproveitamento da água da chuva, factíveis de serem aplicados como apresentado neste capítulo.

Nesse sentido, o aproveitamento da água da chuva, o reuso, a reciclagem, a gestão da demanda, a redução de perdas e a minimização da geração de efluentes constituem, em associação às práticas conservacionistas, ações que devem ser recorrentes entre os gestores hospitalares, com fins à melhoria do desempenho ambiental destes estabelecimentos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 5.626 – Instalação predial de água fria*. Rio de Janeiro, ABNT, 1998.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 10.844 – Instalações prediais de águas pluviais.* Rio de Janeiro, ABNT, 1989.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 13.969 – Tanques sépticos: unidades de tratamento complementar e disposição final dos efluentes líquidos – Projeto, construção e operação*. Rio de Janeiro, ABNT, 1997.

_____. *Associação Brasileira de Normas Técnicas.NBR 15.527 – Água de chuva: Aproveitamento de coberturas em áreas urbanas para fins não potáveis – Requisitos.* Rio de Janeiro, ABNT, 2007.

ANA. Agência Nacional das Águas. *Conservação e reuso da água em edificações.* MMA/ANA/SINDUSCON/COMASP/FIESP/SESI/SENAI/IRS. São Paulo, 2005. 152 p.

ARTHUR RAMOS. *Responsabilidade Socioambiental.* Disponível em:http://www.arthurramos.com.br/noticia/23/responsabilidade_socioambiental#.VGPOhPnF-Jp. Acesso em: nov. 2014.

AZEVEDO NETTO, J. M. et al. *Manual de hidráulica.* 8. ed. São Paulo: Edgard Blücher, 1998. 669p.

BRASIL. Lei Federal 9.433, de 8 de janeiro de 1997. Institui a Política Nacional de Recursos Hídricos e cria o Sistema Nacional de Gerenciamento de Recursos Hídricos. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 1997. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l9433.htm> Acesso em: jun. 2014.

_____. Decreto Federal 24.643, de 10 de julho de 1934. Decreta o Código de Águas. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo.* Brasília, DF, 1934. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto/d24643.htm>. Acesso em: jun. 2014.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Processamento de roupas em serviços de saúde:* prevenção e controle de riscos. Brasília, DF, 2009. 109p.

_____. Ministério da Saúde (MS). *Portaria MS 2.914, de 12 de dezembro de 2011.* Dispõe sobre os procedimentos de controle e de vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.cvs.saude.sp.gov.br/zip/Portaria_MS_2914-11.pdf> Acesso em: jun. 2014.

HCRP. *HCFMRP-USP é premiado.* Disponível em: <http://www.hcrp.fmrp.usp.br/sitehc/informacao-galeri .aspx?id=623&ref=1&refV=12>. Acesso em: nov. 2014.

HOSPITALAR. *Hospital cria telhado verde para melhorar o ar.* Disponível em: <http://www.hospitalar.com/index.php?http://www.hospitalar.com/noticias/not4740.html>. Acesso em nov. 2014.

GONÇALVES, R. F. et al. *Consumo de água:* Uso Racional da Água em Edificações. 1 ed. Rio de Janeiro: ABES, 2006.

GBCBRASIL. *Certificação LEED*. Disponível em: <http://www.gbcbrasil.org.br/sobre-certificado.php>. Acesso em: nov. 2014.

LEIS MUNICIPAIS. *Base de dados*. Disponível em: <https://www.leismunicipais.com.br/>. Acesso em: ago. 2014.

MAY, S. *Estudo da viabilidade do aproveitamento da água de chuva para consumo não potável em edificações.*2004. 159 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004.

NUPEHA. Núcleo de Pesquisa e Estudos Hospital Arquitetura. *Novo pavilhão do Hospital Albert Einstein recebe certificação Leed Gold do Green Building.* Disponível em: <http://www.hospitalarquitetura.com.br/tendencias/19-novo-pavilhao-do-hospital-albert-einstein-recebe-certificacao-leed-gold-do-green-building.html>. Acesso em jun. 2014.

ONE HEALTH. *Projeto saúde.* Disponível em: <http://www.onehealthmag.com.br/index.php/projeto-saude/#>. Acesso em: jun. 2014.

SOCIEDADE BENEFICENTE ISRAELITA BRASILEIRA ALBERT EINSTEIN. *Einstein é certificado por prédio ecologicamente correto.* Disponível em: <http://www.einstein.br/trabalhe-conosco/paginas/einstein-e-certificado-por-predio-ecologicamente-correto.aspx>. Acesso em: jun. 2014.

TOMAZ, P. *Aproveitamento de água de chuva:* para áreas urbanas e fins não potáveis. 2. ed. São Paulo: Navegar, 2005. 180p. (Série Tecnologia).

_____. Aproveitamento de água de chuva de telhados em áreas urbanas para fins não potáveis. In: Simpósio Brasileiro de Captação e Manejo de Água de Chuva, 6., 2007, Belo Horizonte. *Anais eletrônicos.* Belo Horizonte: ABMAC, 2007. Disponível em: <http://abcmac.org.br/files/simposio/6simp_plinio_agua.pdf>. Acesso em: ago. 2014.

TSUTIYA, M.T. *Abastecimento de água***.** 3. ed. São Paulo: Departamento de Engenharia Hidráulica e Sanitária da Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2005. 643p.

WHO. World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality.* 4. ed. Geneva: WHO, 2011. 564p.

_____. World Health Organization. *Progress on Drinking Water and Sanitation:* 2012 Update. New York: UNICEF; Geneva: WHO, 2012. 66p.

28

Indicadores de monitoramento, avaliação e controle de planos de gerenciamento de resíduos de serviços de saúde

Maeli Estrela Borges

Com a vigência da Resolução Conama 5 (Brasil, 1993), coube à administração dos estabelecimentos geradores de resíduos de serviços de saúde (RSS) tanto a elaboração e a aprovação do Plano de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (PGRSS) quanto o gerenciamento dos resíduos, desde a sua geração até a sua disposição final, de forma a atender os requisitos ambientais e de saúde pública.

Em outubro de 2001, a Resolução Conama 283 (Brasil, 2001) previu que o tratamento dos RSS deve ser realizado em sistemas, instalações e equipamentos devidamente licenciados pelos órgãos ambientais, e submetidos a monitoramento periódico,de acordo com parâmetros e periodicidade definida no licenciamento ambiental.

A Resolução Conama 358 (Brasil, 2005) dispõe, em seu art. 6º, que os geradores de RSS deverão apresentar aos órgãos competentes, até o dia 31 de março de cada ano, uma declaração, referente ao ano civil anterior, subscrita pelo administrador principal da empresa e pelo responsável técnico devidamente habilitado, acompanhada da respectiva ART, relatando o cumprimento das exigências previstas na referida Resolução.

A mesma Resolução dispõe, no art. 18, que a equipe envolvida diretamente com o gerenciamento de resíduos deve ser capacitada na ocasião de sua admissão, e mantida sob educação continuada para as atividades de manejo de resíduos, incluindo sua responsabilidade com a higiene pessoal, a de materiais e a de ambientes.

A Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa), ao publicar a Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), em substituição à Resolução RDC 33 (Brasil, 2003), determina, em seu item 4.2, que compete ao gerador de RSS monitorar e avaliar seu PGRSS, considerando:

- o desenvolvimento de instrumentos de avaliação e controle, incluindo a construção de indicadores claros, objetivos, autoexplicativos e confiáveis, que permitam acompanhar a eficácia do PGRSS implantado;
- que a avaliação deve ser realizada levando-se em conta, no mínimo, os seguintes indicadores compulsórios: taxa de acidentes com resíduos perfurocortantes; variação da geração de resíduos; variação da proporção de resíduos do Grupo A; variação da proporção de resíduos do Grupo B; variação da proporção de resíduos do Grupo D; variação da proporção de resíduos do Grupo E; variação do percentual de reciclagem;
- que os indicadores devem ser produzidos no momento da implantação do PGRSS e posteriormente com frequência anual.

O art. 3º da Resolução RDC 306 (Brasil, 2004) estabelece que a vigilância sanitária dos estados, dos municípios e do Distrito Federal, visando o cumprimento do Regulamento Técnico, poderá estabelecer normas de caráter supletivo ou complementar, a fim de adequá-lo às especificidades locais.

Com a vigência da Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a), que estabelece a Política Nacional de Resíduos Sólidos, foram criados:

- os inventários e o sistema declaratório anual de resíduos sólidos (art. 8º, item II);
- o Sistema Nacional sobre a Gestão dos Resíduos Sólidos (Sinir) (art. 8º, item XI).

O Decreto Federal 7.404 (Brasil, 2010b), que regulamenta a Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a):

- criou o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a implantação dos sistemas de logística reversa;
- tornou obrigatória a sistematização de dados, disponibilização de estatísticas e indicadores referentes à gestão e ao gerenciamento de resíduos sólidos;
- estabeleceu a coleta e sistematização de dados, a disponibilização de estatísticas e indicadores, o monitoramento e a avaliação da eficiência da prestação dos serviços públicos de limpeza urbana e manejo de resíduos sólidos.

Finalmente, a Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a), por meio de seu art. 2º, determina que se apliquem aos resíduos sólidos, entre outros dispositivos, as normas estabelecidas pelos órgãos do Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e pelo Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS), prevalecendo, portanto, as disposições das Resoluções vigentes relativas aos resíduos de serviços de saúde citadas anteriormente.

28.1 A atuação em Belo Horizonte

Está em atividade em Belo Horizonte, desde 13 de agosto de 1998, a Comissão Permanente de Apoio ao Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (Copagress), criada pelo prefeito Dr. Célio de Castro – por meio da Portaria 3.602 (Belo Horizonte, 1998), com o objetivo de implantar, implementar e acompanhar o desenvolvimento da Política de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde no Município de Belo Horizonte.

A Copagress tem como principais atribuições acompanhar e apoiar tecnicamente a implantação, a implementação, a avaliação e a atualização do desenvolvimento da Política de Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde em Belo Horizonte. Estas atribuições são concretizadas por meio das seguintes ações:

a. elaboração e divulgação de material didático;

b. coordenação de campanhas educativas;

c. promoção de cursos de capacitação;

d. divulgação de publicações científicas, normas técnicas, legais e regulamentares;

e. apreciação e encaminhamento de sugestões técnicas.

A Copagress, sentindo necessidade de um regulamento orientador para a construção de indicadores sobre RSS, priorizou, em seu Plano de Trabalho relativo à Gestão 2010-2012 a produção de um Manual de Regulamento Orientador para a Construção dos Indicadores de Monitoramento, Avaliação e Controle de PGRSS e, assim sendo, para o cumprimento de seus objetivos, criou o Grupo de Trabalho GT-002/2010 para elaborar o citado Manual.

São autores do Manual os membros titulares da Copagress: Maeli Estrela Borges, representante da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Seção Minas Gerais (Coord.); Renata Torres Miari Cunha, representante da Associação de Hospitais de Minas Gerais; Nilce da Silva Santana Moura, representante da Associação Mineira de Farmacêuticos; Evandro Freitas Bouzada, representante do Conselho Regional de Biologia – Seção 04; e Marcos Paulo Gomes Mol, representante da Fundação Ezequiel Dias.

O Manual, parcialmente transcrito a seguir, contempla os indicadores compulsórios previstos na Resolução RDC 306 (Brasil, 2004), e a construção de indicadores facultativos, recomendados pela Copagress, os quais possibilitam uma avaliação mais criteriosa das estratégias para o alcance das metas pretendidas.

Este Manual não se aplica aos rejeitos radioativos, que são regulados por legislação específica.

ANEXO 1

MANUAL DE REGULAMENTO ORIENTADOR PARA A CONSTRUÇÃO DOS INDICADORES DE MONITORAMENTO, AVALIAÇÃO E CONTROLE DE PLANO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE (PGRSS) EM BELO HORIZONTE – MG.

1 INDICADORES COMPULSÓRIOS DE AVALIAÇÃO DO PGRSS

1.1 Indicadores compulsórios de acidentes do trabalho com resíduos perfurocortantes

1.1.1 Quadro de cadastro de acidentes do trabalho

NOME DO ESTABELECIMENTO:

_____

PERÍODO:_____

Para compreensão das informações abaixo.

a. Fontes de Informações: dados obtidos na Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT/MTE), na Ficha de Investigação de Acidentes de Trabalho com Exposição à Material Biológico do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN/MS) do Ministério da Saúde e/ou do setor responsável pelas capacitações;

b. Quadro de Cadastro de Acidentes do Trabalho: formado usando-se as informações obtidas na Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT/MTE) do Instituto Nacional do Seguro Social da Previdência Social do Ministério de Trabalho e Emprego (INSS) e, se necessário, complementado com dados da Ficha de Investigação de Acidentes de Trabalho com Exposição à Material Biológico do Sistema de Informação de Agravos de Notificação (SINAN/MS) do Ministério da Saúde e/ou do setor responsável pelas capacitações;

c. Instruções para preenchimento do *Quadro de Cadastro de Acidentes do Trabalho*:

- *Dia/mês da ocorrência do acidente*: data da ocorrência do acidente;
- *Identificação do acidentado*: número da matrícula ou código de identificação do acidentado;
- [25] *Tipo de ocupação do acidentado*: dados do Campo 25 da Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT);

- [36]*Local de ocorrência do acidente*: dados do Campo 36 da Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT);
- [41]*Parte(s) do corpo atingida(s)*: dados do Campo 41 da Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT);
- [42]*Agente causador do acidente*: dados do Campo 42 da Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT);
- [60]*Descrição e natureza da lesão*: dados do Campo 60 da Comunicação de Acidente do Trabalho (CAT);
- [45], [58], [59] *Tempo computado*: dias perdidos – duração provável do tratamento – sem e com afastamento afastamento do trabalho; dias debitados – por morte ou incapacidade permanente total ou parcial, conforme NBR n. 14.280 (ABNT, 2001) e NR n. 5 doMinistério do Trabalho e Emprego (MTE) (Brasil, 1978);
- *Unidade funcional*: unidade de lotação do acidentado;

d. O *Quadro de Cadastro de Acidentes do Trabalho* terá aplicabilidade como instrumento de gestão, com o objetivo de identificar as situações dos acidentes ou acidentados e as estratégias de ação necessárias para o alcance das metas propostas;

e. Os dados do *Quadro de Cadastro de Acidentes do Trabalho* podem, facultativamente, ser apresentados em gráficos comparativos anuais, tendo como referência de comparação o ano anterior.

Quadro1 Anexo 1 – Modelo de Quadro de Cadastro de Acidentes do Trabalho

a.	b.	c.[25]	d.[36]	e.[41]	f.[42]	g.[60]	h. 45,[58] e[59]			i.
DIA/MÊS DA OCORRÊNCIA DO ACIDENTE	IDENTIFICAÇÃO DO ACIDENTADO	TIPO DE OCUPAÇÃO DO ACIDENTADO	LOCAL DE OCORRÊNCIA DO ACIDENTE	PARTE(S) DO CORPO ATINGIDA(S)	AGENTE CAUSADOR DO ACIDENTE	DESCRIÇÃO E NATUREZA DA LESÃO	TEMPO COMPUTADO			UNIDADE FUNCIONAL
							DIAS PERDIDOS		DIAS DEBITADOS	
							Sem Afastamento	Com Afastamento	Morte ou Incapacidade Permanente	
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

1.1.2 Taxa de requência de acidentes do trabalho tendo como agente causador os resíduos perfurocortantes do grupo e de resíduos de serviços de saúde

NOME DO ESTABELECIMENTO:

_____

PERÍODO: _____

a. *Nome do indicador*: taxa de frequência de acidentes com resíduo perfurocortante do Grupo E;
b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a frequência de acidentes do trabalho tendo como agente causador os resíduos perfurocortantesde RSS, considerando todos os acidentes do trabalho relacionados aos RSS;
c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a frequência dos acidentes do trabalho tendo como agente causador os resíduos perfurocortantes e a flutuação desta taxa com o impacto das medidas de proteção e de capacitação dos trabalhadores no manuseio dos RSS;
d. *Fórmula para memória de cálculo*: é a maneira de expressão, dependendo do tipo (taxa, coeficiente, índice, percentual, número absoluto, evento, entre outros). Adotou-se a taxa de frequência.

Taxa de frequência de acidentes do trabalho com perfurocortantes (Grupo E) = Tf

$$T_f = \frac{\text{nº de acidentes do trabalho por perfurocortantes de RSS}}{\text{nº total de acidentes do trabalho relacionados aos RSS}} \times 100$$

e. *Fontes de informação/dados*: Fichas de Comunicação de Acidentes do Trabalho (CAT) registradas no Departamento de Pessoal, por determinação do Instituto Nacional de Seguridade Social da Previdência Social do Ministério de Trabalho e Emprego(INSS) e Acidentes Notificados no Sinan/MS e/ou do setor responsável pelas capacitações. O cadastro de acidentes deverá ser apresentado no *Quadro de Cadastro de Acidentes do Trabalho*;
f. *Método*: retrospectivo anual;
g. *Amostra/unidade de medida*: acidentes ocorridos, sendo total de acidentes relacionados aos RSS ocorridos durante cada mês e o total de acidentes por perfurocortante do Grupo E no mesmo período;
h. *Frequência de coleta de dados*: número de acidentes ocorridos trimestralmente;
i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Exemplo: a primeira avaliação realizada demonstrou que ___% das Comunicações de Acidente de Trabalho (CAT) entre os trabalhadores de saúde estão relacionadas

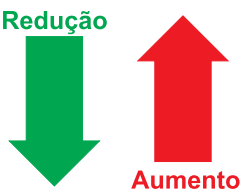
aos RSS, especificamente tendo como agente causador os perfurocortantes do Grupo E (explicitar as situações adversas, caso haja, no período);

j. Meta: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: reduzir em ___% o número de acidentes do trabalho provocados por perfurocortantes de RSS no ano de _____;

k. Estratégia: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: plano de ações de capacitação, implantação de equipamentos de segurança, de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e de condições de segurança na estrutura física e operacional, entre outros;

l. Relatório de avaliação: anual;

m. Tendência: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. Responsável pela elaboração do indicador: gestor dos RSS, RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS;

o. Modelo de gráfico: exemplo com dados simulados.

Acidentes

1.2 INDICADORES COMPULSÓRIOS DE VARIAÇÃO DA GERAÇÃO E DA PROPORÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

1.2.1 Variação da geração de resíduos de serviços de saúde

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO:_____

a. *Nome do indicador*: variação anual da geração de RSS;
b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a variação anual da geração dos RSS considerando a geração média, em peso, de RSS no período em avaliação, bem como o peso total médio de RSS gerados no período anterior. Permite a avaliação do cumprimento das metas e das estratégias adotadas desegregação e de minimização dos resíduos;
c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a variação anual da geração dos RSS em função da efetividade das estratégias de segregação e de minimização dos resíduos e dos impactos ambientais, econômicos e sociais;
d. *Fórmula para memória de cálculo*:

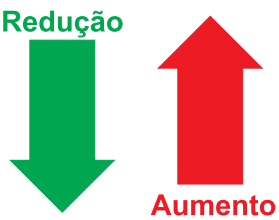
Obs.: Caso o resultado da equação seja negativo a tendência é de redução, se positivo a tendência é de aumento.

$$\text{Variação da geração de RSS (\%)} = \left(\frac{\textit{Peso total médio dos RSS no período atual}}{\textit{Peso total médio dos RSS no período anterior}} - 1{,}0 \right) \times 100$$

e. *Fontes de informação/dados*: planilhas de medições com resultados médios trimestrais;
f. *Método*: retrospectivo anual;
g. *Amostra/unidade de medida*:peso médio de todos os resíduos gerados no período de 07 dias, mensurados em quilos (kg/dia);
h. *Frequência de coleta de dados*: trimestral;
i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Para os estabelecimentos que estão iniciando o monitoramento, deve-se levar em consideração os dados de referência do PGRSS;
j. *Meta*: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: redução do peso dos RSS em ___% no ano de _____;
k. *Estratégia*: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e das metas. Exemplo: avaliação das estratégias de gestão objetivando melhorias com redução de risco, de custos e de impactos;

l. *Relatório de avaliação*: frequência anual com justificativas das variações;

m. Tendência: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. Responsável pela elaboração do indicador: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS;

o. Modelo de gráfico: exemplo com dados simulados.

Peso médio (kg/dia)

1.2.2 VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DO GRUPO A

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO: _____

a. Nome do indicador: variação da proporção de resíduos de serviços de saúde do Grupo A;

b. Descrição do indicador: este indicador avalia a variação da proporção de geração dos RSS do Grupo A, considerando o peso total médio de RSS gerados no período avaliado e após a implantação do PGRSS, com frequência anual. Permite a avaliação do cumprimento das metas e das estratégias adotadas de segregação e de minimização dos resíduos;

c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a efetividade das estratégias de segregação e de minimização dos RSS do Grupo A e dos impactos ambientais, econômicos e sociais;

d. *Fórmula para memória de cálculo*:

$$\text{Variação Grupo A (\%)} = \frac{\text{Peso médio do Grupo A}}{\text{Peso médio gerado}} \times 100$$

e. *Fonte de informação/dados*: planilhas de medições com resultados médios trimestrais;

f. *Método*: retrospectivo anual;

g. *Amostra/unidade de medida*: peso médio dos resíduos gerados do Grupo A e peso total médio gerado dos RSS, no período de 07 dias, mensurados em quilos (kg/dia);

h. *Frequência de coleta de dados*: trimestral;

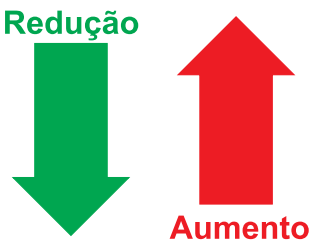
i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Para os estabelecimentos que estão iniciando o monitoramento, deve-se levar em consideração os dados de referência do PGRSS;

j. *Meta*:é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: redução do peso dos resíduos do Grupo A em ___% no ano de ____;

k. *Estratégia*: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: aumento da capacitação e conscientização dos trabalhadores para a segregação correta dos RSS do Grupo A;

l. *Relatório de avaliação*: frequência anual com justificativas das variações da proporção;

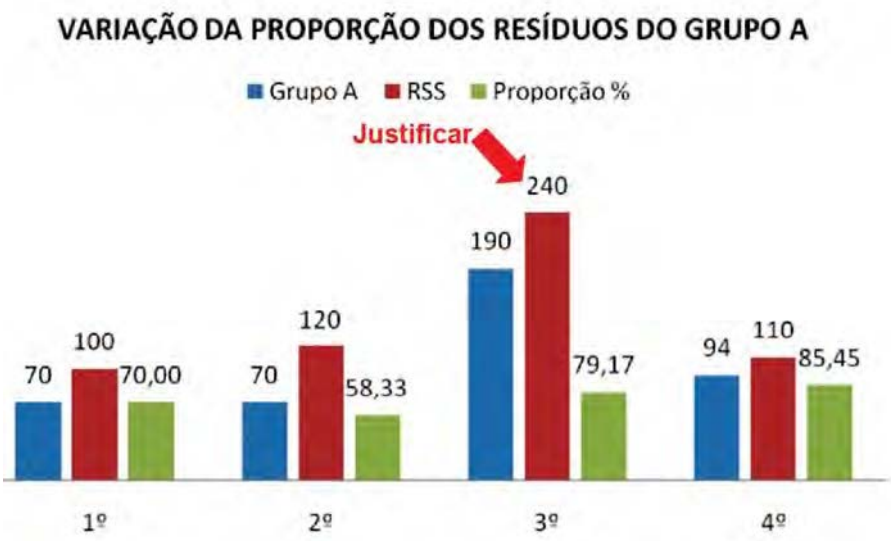
m. *Tendência*: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. *Responsável pela elaboração do indicador*: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS;

o. Modelo de gráfico: exemplocom dados simulados.

Peso médio (kg/dia)



1.2.3 VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DO GRUPO B

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO:_____

a. *Nome do indicador*: variação da proporção de resíduos serviços de saúde do Grupo B;
b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a variação da proporção de geração dos RSS do Grupo B, considerando o volume ou peso total médio de RSS gerado no período avaliado e após a implantação do PGRSS, com frequência anual. Permite a avaliação do cumprimento das metas e das estratégias adotadas desegregação e de minimização dos resíduos;
c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a efetividade das estratégias de segregação, de tratamento prévio e de minimização dos resíduos de serviços de saúde do Grupo B e dos impactos ambientais, econômicos e sociais;
d. *Fórmulas para memória de cálculo*:

$$\text{Variação Grupo B (\%)} = \frac{\text{Volume médio do Grupo B}}{\text{Volume total médio gerado}} \times 100$$

ou

$$\text{Variação Grupo B(\%)} = \frac{\text{Peso médio do Grupo B}}{\text{Peso total médio gerado}} \times 100$$

e. *Fonte de informação/dados*: planilhas de medições com resultados médios trimestrais;

f. *Método*: retrospectivo anual;

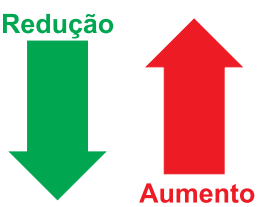
g. *Amostra/unidade de medida*: volume ou peso médio dos resíduos gerados do Grupo B e volume ou peso total médio gerado dos RSS, no período de 07 dias, mensurados em quilos ou litros (kg/dia ou L/dia);

h. *Frequência de coleta de dados*: trimestral;

i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Para os estabelecimentos que estão iniciando o monitoramento, deve-se levar em consideração os dados de referência do PGRSS;

j. *Meta*: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: redução do volume ou peso dos resíduos do Grupo B em ___% no ano de _____;

k. *Estratégia*: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: aumento de ações que possibilitem a redução de volume ou peso, de riscos e de impactos dos resíduos;



l. *Relatório de avaliação*: frequência anual com justificativas das variações da proporção;

m. *Tendência*: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;

n. *Responsável pela elaboração do indicador*: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS;

o. *Modelo de gráfico*: exemplo com dados simulados.

Peso médio (kg/dia)

1.2.4 VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DO GRUPO D

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO:_____

a. *Nome do indicador*: variação da proporção de resíduos do Grupo D;

b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a variação da proporção de geração dos RSS do Grupo D, considerando o peso total médio de RSS gerado no período avaliado e após a implantação do PGRSS, com frequência anual. Permite a avaliação do cumprimento das metas e das estratégias adotadas de segregação e de minimização dos resíduos;

c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a variação da proporção de geração dos RSS do Grupo D, considerando o peso total médio gerado de RSS, a efetividade das estratégias de segregação, de minimização e dos impactos ambientais, econômicos, sociais e o alcance da meta proposta;

d. *Fórmula para memória de cálculo*:

$$\text{Variação Grupo D}(\%) = \frac{\text{Peso médio do Grupo D}}{\text{Peso total médio gerado}} \times 100$$

e. *Fonte de informação/dados*: planilhas de medições com resultados médios, no mínimo, trimestral;

f. *Método*: retrospectivo anual;

g. *Amostra/unidade de medida*: peso médio dos resíduos gerados do Grupo D e peso total médio gerado dos RSS, no período de 07 dias, mensurados em quilos (kg/dia);

h. *Frequência de coleta de dados*: trimestral;

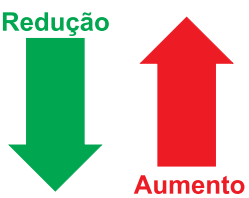
i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Para os estabelecimentos que estão iniciando o monitoramento, deve-se levar em consideração os dados de referência do PGRSS;

j. *Meta*: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: redução do peso dos resíduos do Grupo D em ___% no ano de _____;

k. *Estratégia*: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: aumento das ações que possibilitem a redução, a reciclagem e o reuso dos resíduos; aumento da capacitação e conscientização dos trabalhadores para atingir as metas;

l. *Relatório de avaliação*: frequência anual com justificativas das variações da proporção;

m. *Tendência*: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. *Responsável pela elaboração do indicador*: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS.

o. *Modelo de gráfico*: exemplo com dados simulados.

Peso médio (kg/dia)

1.2.5 Variação do percentual de reciclagem

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____
PERÍODO:_____

a. *Nome do indicador*: variação do percentual de reciclagem do Grupo D e do Grupo B;
b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a variação do percentual de geração dos resíduos recicláveis do Grupo D e do Grupo B, considerando o peso total médio de recicláveis gerados no período avaliado e após a implantação do PGRSS, com frequência anual. Permite a avaliação do cumprimento das metas e das estratégias adotadas de segregação e de minimização dos resíduos;
c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a variação do percentual de reciclagem, considerando o peso total médio gerado de resíduos do Grupo D e do Grupo B e a efetividade da segregação;
d. *Fórmula para memória de cálculo:*

$$\text{Variação de recicláveis (\%)} = \frac{\text{Peso médio de recicláveis}}{\text{Peso total médio Grupo D}} \times 100$$

$$\text{Variação de recicláveis}_{\text{Grupo B}}(\%) = \frac{\text{Peso médio do Grupo B reciclado}}{\text{Peso total médio do Grupo B}} \times 100$$

ou

$$\text{Variação de recicláveis}_{\text{Grupo B}}(\%) = \frac{\text{Volume médio do Grupo B reciclado}}{\text{Volume total médio do Grupo B}} \times 100$$

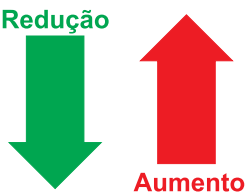
e. *Fonte de informação/dados*: planilhas de medições com resultados médios trimestrais;
f. *Método*: retrospectivo anual;
g. *Amostra/unidade de medida*: peso médio ou volume médio dos recicláveis e peso total médio ou volume total médio dos resíduos gerados do Grupo D e do Grupo B, respectivamente, no período de 7 dias, mensurados em quilos ou litros (kg/dia ou L/dia);
h. *Frequência de coleta de dados*: trimestral;
i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Para os estabelecimentos que estão iniciando o monitoramento, deve-se levar em consideração os dados de referência do PGRSS;

j. *Meta*: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: aumento do peso dos Recicláveis do Grupo D em___% no ano de _____; aumento do peso e ou volume dos resíduos Recicláveis do Grupo B em ____% no ano de _____.

k. *Estratégia*: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: capacitação, projeto social;

l. *Relatório de avaliação*: frequência anual com justificativas das variações da proporção;

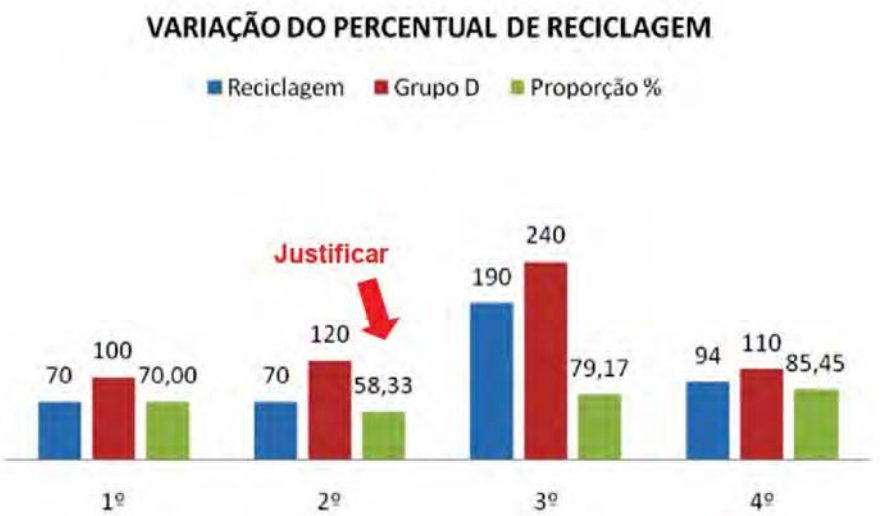
m. *Tendência*: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. *Responsável pela elaboração do indicador*: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS;

o. *Modelo de gráfico*: exemplo com dados simulados;

Peso médio (kg/dia)



1.2.6 VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DO GRUPO E

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO:_____

a. *Nome do indicador*: variação da proporção de RSS do Grupo E;

b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a variação da proporção de geração dos RSS do Grupo E, considerando o peso total médio de RSS gerado no período avaliado e após a implantação do PGRSS. Permite a avaliação do cumprimento das metas e das estratégias adotadas de segregação e de minimização dos resíduos;

c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a variação da geração dos RSS do Grupo E, considerando o peso total médio gerado de RSS, a efetividade das estratégias de segregação, de minimização e dos impactos ambientais, econômicos e sociais;

d. *Fórmula para memória de cálculo*:

$$\text{Variação Grupo E}(\%) = \frac{\text{Peso médio do Grupo E}}{\text{Peso total médio gerado}} \times 100$$

e. *Fonte de informação/dados*: planilhas de medições com resultados médios trimestrais;

f. *Método*: retrospectivo anual;

g. *Amostra/unidade de medida*: peso médio dos resíduos gerados do Grupo E e peso total médio gerado dos RSS, no período de 07 dias, mensurados em quilos (kg/dia);

h. *Frequência de coleta de dados*: trimestral;

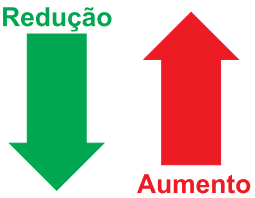
i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Para os estabelecimentos que estão iniciando o monitoramento, deve-se levar em consideração os dados de referência do PGRSS;

j. *Meta*: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: redução do peso dos resíduos do Grupo E em ____% no ano de _____;

k. *Estratégia*: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: redução de peso e de risco;

l. *Relatório de avaliação*: frequência anual com justificativas das variações da proporção;

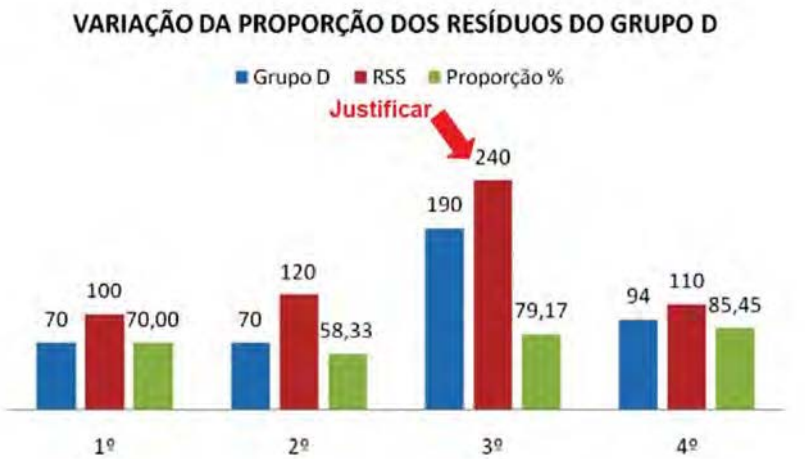
m. *Tendência*: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. Responsável pela elaboração do indicador: o gestor dos RSS, RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS;

o. Modelo de gráfico: exemplo com dados simulados.

Peso médio (kg/dia)



1.3 VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DA CAPACITAÇÃO DOS TRABALHADORES EM GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO:_____

a. Nome do indicador: variação percentual de trabalhadores capacitados em gerenciamento de RSS;

b. Descrição do indicador: este indicador avalia o percentual de trabalhadores capacitados em relação ao número total de trabalhadores em atividade no estabelecimento, incluindo os terceirizados, na fase intraestabelecimento;

c. Objetivo do indicador: avaliar a quantidade de trabalhadores capacitados para o gerenciamento dos RSS no período avaliado;

d. Fórmula para memória de cálculo:

$$\text{Capacitação em gerenciamento de RSS}(\%) = \frac{\text{média de trabalhadores capacitados no trimestre}}{\text{média trimestral de trabalhadores do EAS}} \times 100$$

e. Fontes de informação/dados: Departamento de Pessoal e/ou no setor responsável pelas capacitações.

f. Método: retrospectivo anual;

g. Amostra/unidade de medida: número de trabalhadores capacitados do estabelecimento e o total de trabalhadores do estabelecimento, em atividade, incluindo os terceirizados;

h. Frequência de coleta de dados: trimestral;

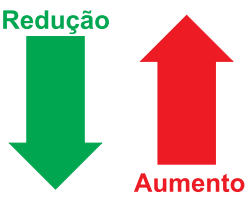
i. Medição de referência: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Para os estabelecimentos que estão iniciando o monitoramento, deve-se levar em consideração os dados de referência do PGRSS;

j. Meta: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: universalização da capacitação dos trabalhadores do estabelecimento em GRSS ou aumento da capacitação em ____% no ano de_____;

k. Estratégia: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: capacitação para o gerenciamento de RSS visando a otimização do sistema de gestão ambiental;

l. Relatório de avaliação: frequência anual com justificativas das variações recorrentes da rotatividade de pessoal;

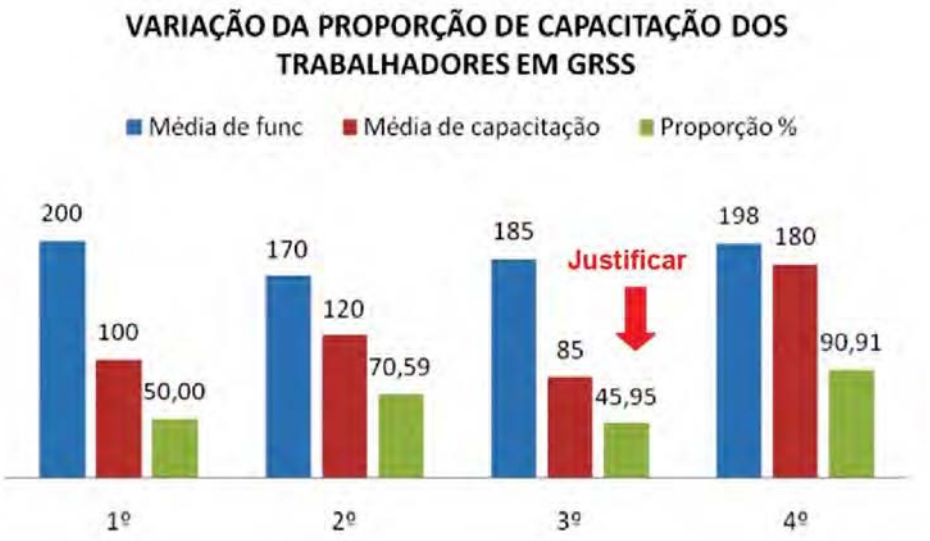
m. Tendência: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: aumento;



n. *Responsável pela elaboração do indicador*: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS;

o. *Modelo de gráfico*: exemplo com dados simulados.

Trabalhadores capacitados



1.4 Quadro-resumo dos indicadores compulsórios

PERÍODO: _____

Itens Avaliados	Indicadores	Resultados
1.1.1 Quadro de Cadastro de Acidentes de Trabalho	–	Ano anterior: Ano atual:
1.1.2 Acidentes com Perfurocortantes (Grupo E)	Taxa de frequência de acidentes com resíduos perfurocortantes	
1.2.1 Geração de RSS	Variação anual da geração de RSS (%)	
1.2.2 Resíduos do Grupo A	Variação da proporção de resíduos do Grupo A (%)	
1.2.3 Resíduos do Grupo B	Variação da proporção de resíduos do Grupo B (%)	
1.2.4 Resíduos do Grupo D	Variação da proporção de resíduos do Grupo D (%)	
1.2.5 Resíduos Recicláveis	Variação da proporção de reciclagem (%) – Grupo D Variação da proporção de reciclagem (%) – Grupo B (peso) Variação da proporção de reciclagem (%) – Grupo B (volume)	
1.2.6 Resíduos do Grupo E	Variação da proporção de resíduos do Grupo E (%)	
1.3 Capacitação dos trabalhadores em gerenciamento de RSS	Variação percentual de trabalhadores capacitados em gerenciamento de RSS	

2 INDICADORES FACULTATIVOS DE AVALIAÇÃO DO PGRSS

2.1 INDICADORES FACULTATIVOS DE ACIDENTES DO TRABALHO COM RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

2.1.1 TAXA DE FREQUÊNCIA DE ACIDENTES DO TRABALHO RELACIONADOS AOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE E O TOTAL DOS ACIDENTES DO TRABALHO

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO:_____

a. *Nome do indicador*: taxa de frequência de acidentes do trabalho relacionados aos RSS e total dos acidentes do trabalho com os trabalhadores da saúde;
b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a frequência de acidentes do trabalho relacionados aos RSS, considerando todos os acidentes do trabalho com os trabalhadores de saúde. São acidentes que ocorrem pela falta de Equipamento de Proteção Individual (EPI), falta de capacitação dos trabalhadores ou pelas condições inseguras do ambiente de trabalho, entre outras;
c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a frequência dos acidentes do trabalho relacionados aos RSS com o total de acidentes do trabalho com os profissionais da saúde, e avaliar a flutuação desta taxa com o impacto das medidas de proteção e/ou de capacitação dos trabalhadores no manuseio dos RSS;
d. *Fórmula para memória de cálculo*:

Taxa de frequência de acidentes do trabalho com resíduos de serviços de saúde = Tf

$$T_f = \frac{\text{Nº de acidentes de trabalho relacionados aos RSS}}{\text{Nº total de acidentes do trabalho com profissionais da saúde}} \times 100$$

e. *Fontes de informação/dados*: Fichas de Comunicação de Acidentes do Trabalho (CAT) registradas no Departamento de Pessoal, por determinação do Instituto Nacional de Seguridade Social da Previdência Social do Ministério de Trabalho e Emprego (INSS), e Acidentes Notificados no SINAN/MS e/ou no setor responsável pelas capacitações. O cadastro de acidentes deverá ser apresentado no*Quadro de Cadastro de Acidentes do Trabalho*;
f. *Método*: retrospectivo anual;
g. *Amostra/unidade de medida*: acidentes ocorridos, sendo total de acidentes relacionados aos RSS ocorridos durante cada trimestre e o número total de acidentes com os profissionais da saúde no mesmo período;

h. Frequência de coleta de dados: número de acidentes ocorridos trimestralmente;

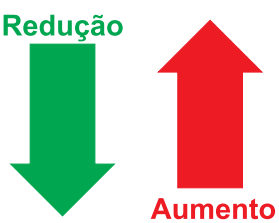
i. Medição de referência: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Exemplo: avaliação realizada no último período demonstrou que ___% das Comunicações de Acidente do Trabalho (CAT), entre os profissionais de saúde, estão relacionadas ao RSS;

j. Meta: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: reduzir o número de acidentes do trabalho relacionados aos RSS em ___% no ano de _____;

k. Estratégia: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: plano de ações de capacitação, implantação de equipamentos de segurança, de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e de condições de segurança na estrutura física e operacional, entre outros;

l. Relatório de avaliação: anual;

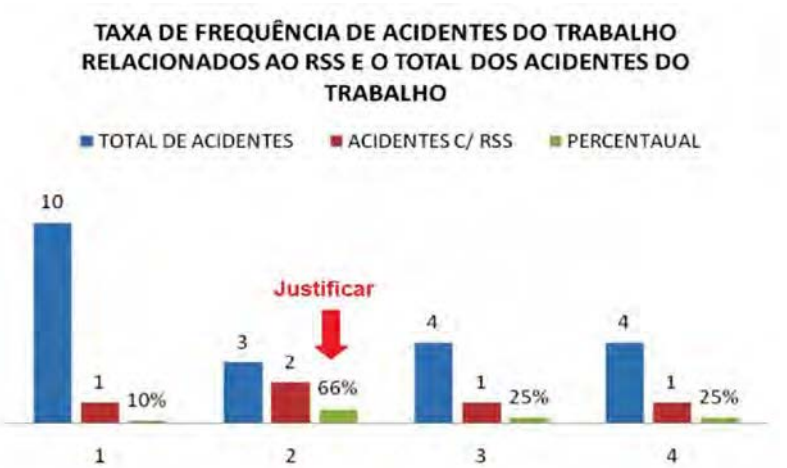
m. Tendência: é averificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. Responsável pela elaboração do indicador: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS;

o. Modelo de gráfico: exemplo com dados simulados.

Nº de acidentes



2.1.2 TAXA DE FREQUÊNCIA DE ACIDENTES DO TRABALHO RELACIONADOS AOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE POR HORAS-HOMEM DE EXPOSIÇÃO AO RISCO OU HORAS TRABALHADAS

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO:_____

a. *Nome do indicador*: taxa de frequência de acidentes do trabalho por horas-homem de exposição ao risco ou horas trabalhadas;

b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a frequência de acidentes do trabalho (ou acidentados) relacionados aos RSS, considerando as horas-homem de exposição ao risco. Esta taxa de frequência deve ser expressa com aproximação de centésimo;

c. *Objetivo do indicador*: avaliar a frequência dos acidentes do trabalho em relação a um milhão de horas-homem de exposição ao risco;

d. *Fórmula para memória de cálculo*: adotou-se a taxa de frequência;

Taxa de frequência de acidentes do trabalho por horas-homem de exposição ao risco = Tf

$$T_f = \frac{\text{Nº de acidentes do trabalho relacionados aos RSS}}{\text{Nº de horas-homem de exposição com os profissionais da saúde}} \times 1.000.000$$

e. *Fontes de informação/dados*: Fichas de Comunicação de Acidentes do Trabalho (CAT) registradas no Departamento de Pessoal, por determinação do Instituto Nacional de Seguridade Social da Previdência Social do Ministério de Trabalho e Emprego (INSS) e Acidentes Notificados no SINAN/MS e/ou do setor responsável pelas capacitações. O cadastro de acidentes deverá ser apresentado no *Quadro de Cadastro de Acidentes do Trabalho*;

f. *Método*: retrospectivo anual;

g. *Amostra/unidade de medida*: acidentes ocorridos, sendo total de acidentes relacionados aos RSS ocorridos durante cada mês e o total de horas-homem de exposição ao risco;

h. *Frequência de coleta de dados*: número de acidentes ocorridos trimestralmente;

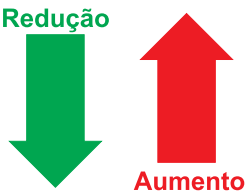
i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Exemplo: avaliação realizada durante o último período demonstrou que a relação entre o número de acidentes do trabalho relacionados aos resíduos de serviços de saúde e o número de horas-homem de exposição aos riscos foi de ___;

j. *Meta*: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: reduzir o número de acidentes de trabalho por horas-homem de exposição ao risco provocado por resíduos de serviços de saúde em ___% no ano de _____;

k. *Estratégia*: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: plano de ações de capacitação, implantação de equipamentos de segurança, de Equipamentos de Proteção Individual (EPI) e de condições de segurança na estrutura física e operacional, entre outros;

l. *Relatório de avaliação*: anual;

m. *Tendência*: é a verificaçãodo crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. *Responsável pela elaboração do indicador*: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS.

2.1.3 TAXA DE GRAVIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO RELACIONADOS AOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO:_____

a. *Nome do indicador*: taxa de gravidade de acidentes do trabalho;

b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a gravidade dos acidentes de trabalho relacionados aos RSS, considerando o tempo computado por milhão de horas-homem de exposição aos riscos. Obs: A taxa deve ser expressa em números inteiros. Nos casos de morte ou incapacidade permanente não devem ser considerados os dias perdidos, mas apenas os debitados, a não ser no caso do acidentado perder número de dias superior ao a debitar pela lesão permanente sofrida;

c. *Objetivo do indicador*: permitir avaliar os dias perdidos por todos os acidentados vítimas de incapacidade temporária total, mais os dias debitados

relativos aos casos de morte ou incapacidade permanente em relação a um milhão de horas-homem de exposição ao risco;

d. Fórmula para memória de cálculo:

Taxa de gravidade de acidentes = Tg

$$T_g = \frac{\text{Tempo computado (dias perdidos + dias debitados)}}{\text{Nº de horas-homem de exposição ao risco}} \times 1.000.000$$

o. Fontes de informação/dados: Fichas de Comunicação de Acidentes do Trabalho (CAT) registradas no Departamento de Pessoal, por determinação do Instituto Nacional de Seguridade Social da Previdência Social do Ministério de Trabalho e Emprego (INSS), e Acidentes Notificados no SINAN/MS e/ou do setor responsável pelas capacitações. O cadastro de acidentes deverá ser apresentado no *Quadro de Cadastro de Acidentes do Trabalho*;

Para se calcular o tempo computado:

- *dias perdidos*: o número de horas é obtido multiplicando-se os dias perdidos pelo número de horas trabalhadas por funcionário;
- *dias debitados*: os valores são estabelecidos em tabelas da NBR nº 14.280 (ABNT, 2001) e na NR nº 5 do Ministério do Trabalho e Emprego (MTE) (Brasil, 1978).

p. Método: retrospectivo anual;

q. Amostra/Unidade de medida: tempo computado, sendo total de dias perdidos mais dias debitados dos acidentes relacionados aos RSS ocorridos durante cada mês, e o número total de horas-homem de exposição aos riscos com os profissionais da saúde no mesmo período;

r. Frequência de coleta de dados: tempo computado do número de acidentes ocorridos mensalmente;

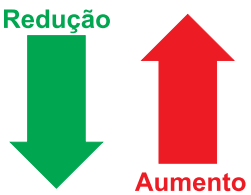
s. Medição de referência: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestres, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo. Exemplo: avaliação realizada durante o último período demonstrou que a relação entre tempo computado com acidentes do trabalho e horas-homem de exposição aos riscos foi de ___;

t. Meta: o que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: reduzir o número de acidentes do trabalho com gravidade relacionado aos RSS em ___% no ano de _____;

u. Estratégia: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: análise da gravidade dos acidentes, plano de ações de capacitação, implantação de equipamentos de segurança, de

Equipamentos de Proteção Individual (EPIs) e de condições de segurança na estrutura física e operacional, entre outros;

v. Relatório de avaliação: anual;



w. Tendência: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;

x. Responsável pela elaboração do indicador: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS.

2.1.4 PROPOSTA DE GRÁFICOS FACULTATIVOS

a. Acidentes por tipo de ocupação do acidentado;
b. Acidentes por local de ocorrência do acidente;
c. Distribuição anatômica dos acidentes;
d. Acidentes por tipo de agente causador;
e. Acidentes por natureza de lesão;
f. Afastamento dos acidentados por dias perdidos e debitados;
g. Acidentes por unidade funcional.

2.2 VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DO SUBGRUPO A4 EM RELAÇÃO AO GRUPO A

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____
PERÍODO:_____

a. Nome do indicador: variação do percentual dos resíduos de serviços de saúde do Subgrupo A4;

b. Descrição do indicador: este indicador avalia a variação do percentual da geração dos resíduos de serviços de saúde do Subgrupo A4, considerando o

peso total médio de resíduos gerados do Grupo A no período avaliado e após a implantação do PGRSS, com frequência anual. Permite a avaliação do cumprimento das metas e das estratégias adotadas desegregação e de minimização dos resíduos;

c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a variação do percentual dos RSS do subgrupo A4, considerando o peso total médio gerado de resíduos do Grupo A e a efetividade da segregação;

d. *Fórmula para memória de cálculo*:

$$\text{Variação do subgrupo } A_4\,(\%) = \frac{\text{Peso médio subgrupo } A_4}{\text{Peso total médio Grupo A}} \times 100$$

e. *Fonte de informação/dados*: planilhas de medições com resultados médios trimestrais;

f. *Método*: retrospectivo anual;

g. *Amostra/unidade de medida*: peso médio do subgrupo A4 e peso total médio gerado dos resíduos do Grupo A, no período de 7 dias, mensurados em quilos (kg/dia);

h. *Frequência de coleta de dados*: trimestral;

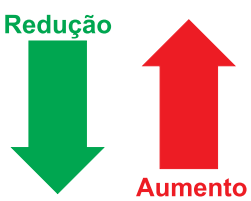
i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo;

j. *Meta*: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: aumento do peso dos resíduos do subgrupo A4 (e redução dos resíduos do Grupo A) em___% no ano de _____;

k. *Estratégia*: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: capacitação, projeto social;

l. Relatório de avaliação: frequência anual com justificativas das variações da proporção;

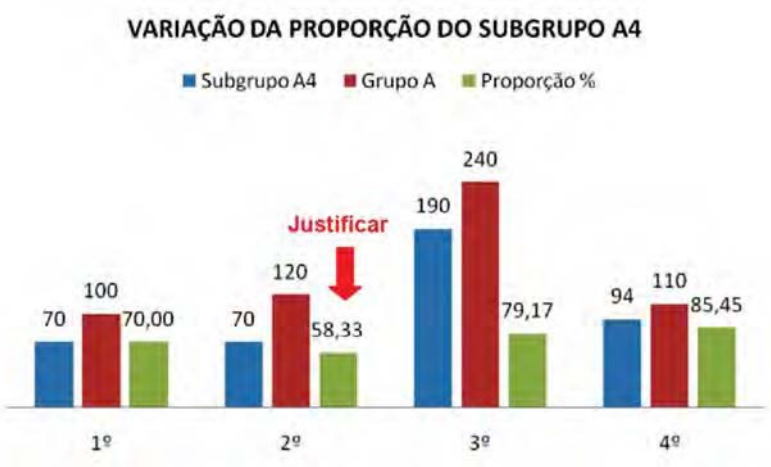
m. *Tendência*: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. *Responsável pela elaboração do indicador*: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do gestor dos RSS;

o. Modelo de gráfico: exemplo com dados simulados.

Peso médio (kg/dia)



2.3 VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DOS RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE DO GRUPO B A SEREM TRATADOS EM RELAÇÃO AO GRUPO B

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____

PERÍODO:_____

a. *Nome do indicador*: variação da proporção de RSS do Grupo B a serem tratados;
b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a variação da proporção de geração dos RSS do Grupo B a serem tratados, considerando o peso ou volume total médio de resíduos gerados do Grupo B no período avaliado e após a implantação do PGRSS, com frequência anual. Permite a avaliação do cumprimento das metas e das estratégias adotadas de segregação e de minimização dos resíduos;
c. *Objetivo do indicador*: é avaliar a efetividade das estratégias de segregação e de minimização dos RSS do Grupo B a serem tratados e dos impactos ambientais, econômicos e socais;
d. *Fórmulas para memória de cálculo*:

$$\text{Variação Grupo B (\%)} = \frac{\text{Peso médio dos resíduos do Grupo B tratados}}{\text{Peso total médio gerado de resíduos do Grupo B}} \times 100$$

ou

$$\text{Variação Grupo B(\%)} = \frac{\text{Volume médio dos resíduos do Grupo B tratados}}{\text{Volume total médio gerado de resíduos do Grupo B}} \times 100$$

e. Fonte de informação/dados: planilhas de medições com resultados médios trimestrais;

f. Método: retrospectivo anual;

g. Amostra/unidade de medida: volume oupeso médio dos resíduos do Grupo B tratados e volume ou peso total médio dos RSS do Grupo B, no período de 7 dias, mensurados em quilos ou litros (kg/dia ou L/dia);

h. Frequência de coleta de dados: trimestral;

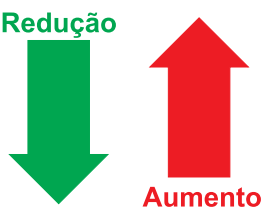
i. Medição de referência: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo;

j. Meta: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: redução do volume ou peso dos resíduos do Grupo B em ___% no ano de ____;

k. Estratégia: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: redução de volume ou peso, de riscos e impactos;

l. Relatório de avaliação: frequência anual com justificativas das variações da proporção;

m. Tendência: é a verificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução.



n. Responsável pela elaboração do indicador: o gestor dos RSS, o RT ou cada setorsob supervisão do gestor dos RSS;

o. Modelo de gráfico: exemplo com dados simulados.

Peso médio (kg/dia)

2.4 VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DE CUSTOS DIRETOS DE TRATAMENTO E DISPOSIÇÃO AMBIENTALMENTE ADEQUADA DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE

NOME DO ESTABELECIMENTO:_____
PERÍODO: _____

a. *Nome do indicador*: variação da proporção de custos diretos de tratamento e de disposição ambientalmente adequada (aterramento) dos RSS;
b. *Descrição do indicador*: este indicador avalia a variação do percentual de custos diretos de tratamento e de custos diretos de disposição ambientalmente adequada dos RSS, considerando o custo direto total dos serviços citados no período avaliado e após a implantação do PGRSS, com frequência anual. Permite a avaliação do cumprimento das metas e das estratégias adotadas de segregação e de minimização dos resíduos;
c. *Objetivo do indicador*: é avaliar os custos diretos de tratamento e de disposição ambientalmente adequada (aterramento) dos RSS, comparando-os com os custos da medição de referência;
d. *Fórmula para memória de cálculo*: Obs.: Custo total é composto pelo custo direto do tratamento (R$/kg) mais o custo direto da disposição ambientalmente adequada – aterramento (R$/kg).

$$\text{Variação de custos diretos com tratamento}(\%) = \frac{\text{custo direto do tratamento}}{\text{custo total}} \times 100$$

$$\text{Variação de custos diretos com disposição}(\%) = \frac{\text{custo direto da disposição}}{\text{custo total}} \times 100$$

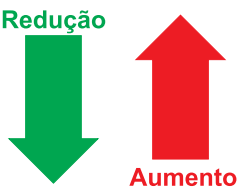
e. *Fontes de informação/dados*: planilhas de medições de geração dos resíduos e de custos dos serviços de coleta, de tratamento e de disposição ambientalmente adequada;
f. *Método*: retrospectivo anual;
g. *Amostra/unidade de medida*: planilhas e/ou faturas de custos, com resultados trimestrais;
h. *Frequência de coleta de dados*: trimestral;
i. *Medição de referência*: é a primeira avaliação do último período anual ou trimestrais, realizada utilizando-se a fórmula para memória de cálculo;

j. Meta: é o resultado que se pretende alcançar no período de tempo. Exemplo: redução de custos diretos com tratamento de RSS comparando-os com os custos diretos de disposição ambientalmente adequada;

k. Estratégia: é a aplicação dos meios disponíveis com vistas à consecução dos objetivos e metas. Exemplo: redução de custos diretos com tratamento e disposição ambientalmente adequada; redução de custos pelo uso correto de Equipamentos de Proteção Individual (EPIs); condições seguras do ambiente de trabalho e práticas adequadas de segregação e de minimização dos resíduos de serviços de saúde;

l. Relatório de avaliação: frequência anual, com justificativas das variações da proporção;

m. Tendência: é averificação do crescimento ou redução do indicador. Sentido desejável: redução;



n. Responsável pela elaboração do indicador: o gestor dos RSS, o RT ou cada setor sob supervisão do Gestor dos RSS.

2.4.1 PROPOSTA DE INDICADORES FACULTATIVOS DE CUSTOS

a. Custos de materiais utilizados no gerenciamento de RSS (média/mês);

b. Custos de serviços prestados por terceiros no gerenciamento de RSS;

c. Gastos com acidentes ocorridos com manuseio do RSS;

d. Investimentos para Implantação do gerenciamento de RSS.

PERÍODO: _____

Itens Avaliados	Indicadores	Resultados
2.1.1 Acidentes	Taxa de frequência de acidentes do trabalho relacionados aos RSS e o total de acidentes de trabalho	
2.1.2 Acidentes	Taxa de frequência de acidentes do trabalho por horas-homem de exposição ao risco ou horas trabalhadas	
2.1.3 Acidentes	Taxa de gravidade de acidentes do trabalho	
2.1.4 Gráficos	Gráficos facultativos	
2.2 Resíduos do subgrupo A4	Variação da proporção de resíduos do subgrupo A4	
2.3 Resíduos do Grupo B tratados	Variação da proporção de resíduos do Grupo B (%) tratados	
2.4 Custos diretos com RSS	Variação da proporção de custos diretos com tratamento e disposição ambientalmente adequada de RSS	

3 MODELOS DE FORMULÁRIOS PARA APRESENTAÇÃO DE INDICADORES

3.1 Modelo de formulário para quadro de Cadastro de Acidentes de Trabalho

a.	b.	c.[25]	d.[36]	e.[41]	f.[42]	g.[60]	h. 45,[58] e[59]			i.
DIA/MÊS DA OCORRÊNCIA DO ACIDENTE	IDENTIFICAÇÃO DO ACIDENTADO	TIPO DE OCUPAÇÃO DO ACIDENTADO	LOCAL DE OCORRÊNCIA DO ACIDENTE	PARTE(S) DO CORPO ATINGIDA(S)	AGENTE CAUSADOR DO ACIDENTE	DESCRIÇÃO E NATUREZA DA LESÃO	TEMPO COMPUTADO			UNIDADE FUNCIONAL
							DIAS PERDIDOS		DIAS DEBITADOS	
							Sem Afastamento	Com Afastamento	Morte ou Incapacidade Permanente	
TOTAL	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

3.2 Modelo de formulário para apresentação de indicadores de acidentes do trabalho e justificativa

PLANILHA PARA MONITORAMENTO DOS INDICADORES COMPULSÓRIOS E FACULTATIVOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE – ACIDENTES DO TRABALHO.

ESTABELECIMENTO DE SAÚDE: _____

ATIVIDADE PRINCIPAL: _____

PERÍODO DE AVALIAÇÃO: _____

DATA DE FECHAMENTO DA AVALIAÇÃO: ____/____/____

ESTRUTURAÇÃO DO INDICADOR

Nome do indicador:	Tipo do indicador: ☐ Compulsório ☐ Facultativo
Descrição do indicador:	
Objetivo do indicador:	

Fórmula para memória de cálculo:	Fonte de informação / dados:	Método:
Amostra/Unidade de medida:	Sequência da coleta de dados:	
Situação atual:		
Meta:		
Estratégia:		Sentido desejável:
Tendência:		

Relatório de avaliação:

Justificativa: Deve ser preenchida quando não se alcançou a meta. Considerar se houve variações significativas de atividades, do número de atendimentos, de pacientes, de trabalhadores, entre outras.

RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES (DADOS): _____

RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO INDICADOR: _____

RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO: _____ DATA: ____/____/____

GRÁFICO: _____

3.3 Modelo de formulário para apresentação de indicadores de acidentes do trabalho e de justificativa

PLANILHA PARA MONITORAMENTO DOS INDICADORES COMPULSÓRIOS E FACULTATIVOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE – ACIDENTES DO TRABALHO.

ESTABELECIMENTO DE SAÚDE: _____

ATIVIDADE PRINCIPAL: _____

PERÍODO DE AVALIAÇÃO: _____

DATA DE FECHAMENTO DA AVALIAÇÃO: __/__/__

Justificativa: Deve ser preenchida quando não se alcançou a meta. Considerar se houve variações significativas de atividades, do número de atendimentos, de pacientes, de trabalhadores, entre outras.

Item	Indicador	Medição de referência (valor obtido) Período	Meta e Período	Resultado alcançado no período
INDICADORES COMPULSÓRIOS				
1.1.2	TAXA DE FREQUÊNCIA DE ACIDENTES DO TRABALHO TENDO COMO AGENTE CAUSADOR OS RESÍDUOS PERFUROCORTANTES DE RSS DO GRUPO E. Justificativa:			
INDICADORES FACULTATIVOS				
2.1.1	TAXA DE FREQUÊNCIA DE ACIDENTES DO TRABALHO RELACIONADOS AOS RSS E O TOTAL DOS ACIDENTES DO TRABALHO.			
	Justificativa:			
2.1.2	TAXA DE FREQUÊNCIA DE ACIDENTES DO TRABALHO RELACIONADOS AOS RSS POR HORAS-HOMEM DE EXPOSIÇÃO AO RISCO OU HORAS TRABALHADAS.			
	Justificativa:			
2.1.3	TAXA DE GRAVIDADE DE ACIDENTES DO TRABALHO.			
	Justificativa:			

RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES / DADOS: _____

RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO INDICADOR: _____

RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO: _____ DATA: ____/____/____

3.4 Modelo de formulário para apresentação de indicadores de variação da geração e da proporção dos resíduos

PLANILHA PARA MONITORAMENTO DOS INDICADORES COMPULSÓRIOS E FACULTATIVOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE – GERAÇÃO E PROPORÇÃO DOS RESÍDUOS.

ESTABELECIMENTO DE SAÚDE: _____

ATIVIDADE PRINCIPAL: _____

PERÍODO DE AVALIAÇÃO: _____

DATA DE FECHAMENTO DA AVALIAÇÃO: _____/_____/_____

ESTRUTURAÇÃO DO INDICADOR

Nome do indicador:	Tipo do indicador: ☐ Compulsório ☐ Facultativo

Descrição do indicador:

Objetivo do indicador:

Fórmula para memória de cálculo:	Fonte de informação / dados:	Método:
Amostra/Unidade de medida:	Frequência da coleta de dados:	

Situação atual:

Meta:

Estratégia:	Sentido desejável:

Tendência:

Relatório de avaliação:

Justificativa: Deve ser preenchida quando não se alcançou a meta. Considerar se houve variações significativas de atividades, do número de atendimentos, de pacientes, de trabalhadores, entre outras.

RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES (DADOS): _____

RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO INDICADOR: _____

RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO: _____ DATA: ___/___/___

GRÁFICO:

3.5 Modelo de formulário para quadro de resultados e de justificativas quando não se alcançou a meta

PLANILHA PARA MONITORAMENTO DOS INDICADORES COMPULSÓRIOS DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DE SERVIÇOS DE SAÚDE – GERAÇÃO E PROPORÇÃO DOS RESÍDUOS.

ESTABELECIMENTO DE SAÚDE: _____

ATIVIDADE PRINCIPAL: _____

PERÍODO DE AVALIAÇÃO: _____

DATA DE FECHAMENTO DA AVALIAÇÃO: ____/____/____

Justificativa: Deve ser preenchida quando não se alcançou a meta. Considerar se houve variações significativas de atividades, do número de atendimentos, de pacientes, de trabalhadores, entre outras.

Item	Indicador *COMPULSÓRIO*	Medição de referência (valor obtido) Período	Meta e Período	Resultado alcançado no período
INDICADORES COMPULSÓRIOS				
1.2.1	VARIAÇÃO DA GERAÇÃO DE RSS. Justificativa:			
INDICADORES FACULTATIVOS				
1.2.2	VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DOS RSS DO GRUPO A. Justificativa:			
1.2.3	VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DOS RSS DO GRUPO B. Justificativa:			
1.2.4	VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DOS RSS DO GRUPO D. Justificativa:			
1.2.5	VARIAÇÃO DO PERCENTUAL DE RECICLAGEM – GRUPO D. Justificativa:			
1.2.5	VARIAÇÃO DO PERCENTUAL DE RECICLAGEM – GRUPO B. Justificativa:			
1.2.6	VARIAÇÃO DA PROPORÇÃO DOS RSS DO GRUPO E. Justificativa:			
Item	**Indicador** *FACULTATIVO*			

RESPONSÁVEL PELAS INFORMAÇÕES / DADOS: _____

RESPONSÁVEL PELA ELABORAÇÃO DO INDICADOR: _____

RESPONSÁVEL PELA AVALIAÇÃO: _____ DATA: ____/____/____

4 MODELO DE FORMULÁRIO PARA COMUNICAÇÃO DE ACIDENTES DO TRABALHO (CAT)

4.1 Manual de instruções para seu preenchimento (http://www.previdencia.gov.br)

I – Morte	6.000
II – Incapacidade permanente total	6.000
III – Perda de membro	

a. Membro superior:	
Acima do punho até o cotovelo, exclusive	3.600
Do cotovelo até a articulação do ombro, inclusive	4.500

b. Mão:					
Amputação atingindo todo o osso ou parte[1]	Quirodátilos (dedos da mão)				
	1/ (Polegar)	2/ (Indicador)	3/ (Médio)	4 / (Anular)	5 / (Mínimo)
3ª falange – distal	-	100	75	60	50
2ª falange – medial (distal para o polegar)	300	200	150	120	100
1ª falange – proximal	600	400	300	240	200
Metacarpianos	900	600	500	450	400
Mão, no punho (carpo)			3.000		

c. Membro inferior:	
Acima do joelho	4.500
Acima do tornozelo até a articulação do joelho, exclusive	3.000

d. Pé:		
Amputação atingindo todo o osso ou parte[1]	Pododátilos (dedos do pé)	
	1 /	Cada um dos demais
3ª falange – distal	-	35
2ª falange – medial (distal para o 1º pododáctilo)	150	75
1ª falange – proximal metatarsianos	300	150
	600	350
Pé, no tornozelo (tarso)	2.400	

IV – Perturbação funcional	
a. Perda de visão de um olho, haja ou não visão no outro	1.800
b. Perda de visão em ambos os olhos em um só acidente	6.000
c. Perda de audição de um ouvido, haja ou não audição no outro	600
d. Perda de audição de ambos os ouvidos em um só acidente	3.000

[1]Se o osso não é atingido, usar somente os dias perdidos e classificar como incapacidade temporária.

5 PESO ESPECÍFICO DE RESÍDUOS SÓLIDOS E EXEMPLO DE APLICAÇÃO PARA GRANDES GERADORES DE RSS

5.1 Conceito

Peso específico é o resultado da divisão do peso líquido dos resíduos sólidos pelo seu volume nas condições em que se apresenta para a coleta (resíduo sólido solto, sem compactação).

5.1.1 Base de cálculo

$$P_e = \frac{P}{V} \left({}^{kg}/_{m^3} \right)$$

Sendo:

P_e – Peso específico (kg/m³);

P – Peso líquido: peso do recipiente com os resíduos menos o peso do recipiente (kg);

V – Volume: volume do recipiente (m³).

5.1.2 Caracteríticas do peso específico

O peso específico de resíduos sólidos é parâmetro determinante do grau de industrialização e do padrão socioeconômico e cultural de uma comunidade.

5.1.3 Variações do peso específico

O peso específico de resíduos sólidos varia em função de vários elementos, mas depende principalmente:

- do nível socioeconômico da população;
- da estação do ano;
- dos hábitos e estilo de vida da população (tipo de habitação, etc.);
- do potencial da região (turística ou não) e da vocação econômica da cidade;
- do clima;
- do dia da semana;
- da categoria do estabelecimento gerado (comercial, residencial, de serviços de saúde e outros).

5.1.4 Uso do peso específico

O peso específico de resíduos sólidos é usado no dimensionamento da frota de veículos compactadores de coleta de lixo; e nos projetos de aterros sanitários.

Peso específico usado no PGRSS do Campus Saúde/UFMG aprovado e exemplo de aplicação para grandes geradores de RSS:

Foram considerados os pesos específicos com valores arredondados:

- *Grupo A*: 100 kg/m³;
- *Grupo B*: 13 kg/m³ para lâmpadas fluorescentes e 100 kg/m³ para

os demais resíduos;

- *Grupo D*: 150 kg/m³;
- *Grupo E*: 200 kg/m³.

Exemplo:

Se forem 1,4 m³ de geração de resíduos do Grupo D (1.400 litros), pode-se calcular o peso dos resíduos usando o peso específico.

Por exemplo, para o Grupo D o peso específico obtido no HC/UFMGfoi: Pe = 150 kg/m³.

$$150\ {}^{kg}/_{m^3} - - - - - 1{,}0m^3$$

$$x \qquad\quad - - - - - 1{,}4m^3$$

$$x = \frac{150 \times 1{,}4}{1{,}0}$$

$$x = 210{,}00kg$$

Para transformar 1,0 m³ em litro é só multiplicar por 1.000, pois 1 m³ equivale a 1.000 L. Para transformar litros em m³ é só dividir por 1.000, pois 1.000 L equivale a 1 m³.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DE ACIDENTE DO TRABALHO. *Informações Estatísticas da Previdência Social*. AEAT 2004.

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 14.280:2001 – Cadastro de acidente do trabalho – Procedimento e classificação*. ABNT, 2001.

BELO HORIZONTE. Prefeitura Municipal de Belo Horizonte. *Portaria 3.602, de 13 de agosto de 1998*. Criação da Comissão Permanente de Apoio ao Gerenciamento de Resíduos de Serviço de saúde – COPAGRESS, órgão opinativo, educativo e de treinamento. Belo Horizonte, MG, 1998.

BRASIL. Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo*. Brasília, DF, 2010a.

_____. Decreto Federal 7.404, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para a Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. *Diário Oficial [da] União, Poder Executivo*. Brasília, DF, 2010b.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 33, de 25 de fevereiro de 2003*. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2003.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Resolução RDC 306, de 7 de dezembro de 2004*. Dispõe sobre o regulamento técnico para o gerenciamento de resíduos de serviços de saúde. Brasília, DF, 2004.

_____. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). *Como elaborar e implementar o PGRSS:* Passo a passo. Brasília: Manual, Séries Temáticas Anvisa, Tecnologias em Serviços de Saúde. 2006.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 5, de 5 de agosto de 1993*. Dispõe sobre o gerenciamento de resíduos sólidos gerados nos portos, aeroportos, terminais ferroviários e rodoviários e estabelecimentos prestadores de serviços de saúde. Brasília, DF, 1993.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 283, de 12 de julho de 2001*. Dispõe sobre o tratamento e a destinação final dos resíduos dos serviços de saúde. Brasília, DF, 2001.

_____. Conselho Nacional do Meio Ambiente (Conama). *Resolução Conama 358, de 29 de abril de 2005*. Dispõe sobre o tratamento e a disposição final dos resíduos dos serviços de saúde e dá outras providências. Brasília, DF, 2005.

_____. Ministério do Trabalho e Emprego (MTE). *NR 5, de 8 de junho de 1978*. Brasília, DF, 1978.

FRANCIS, C.; ALVES, S. *Indicadores:* teoria e prática. Local: Caderno Informativo de Prevenção de Acidentes, n. 363, Ano XXXI, 2010. p. 32 – 46.

MOREIRA, P.; MOURA, N. S. S. *Estudo de análise de indicadores ao gerenciamento dos resíduos do Grupo A e do Grupo E.*Belo Horizonte, Fundação Hospitalar do Estado de Minas Gerais, Hospital Alberto Cavalcante, Núcleo de Gestão Ambiental, 2010.

VENTURA, K. S.*Modelo de Avaliação do Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde (RSS) com uso de indicadores de desempenho; Estudo de caso.*São Carlos: Santa Casa de São Carlos, 2009.

RAPPARINI, C.; REINHARDT, É. L. *Manual de implementação:* programa de prevenção de acidentes com materiais perfurocortantes em serviços de saúde. Adaptado de "Workbook for designing, implementing,and evaluating a sharps injury prevention program.Centers for Disease Control and Prevention. 2008.". Local: Ministério do Trabalho e Emprego, Fundacentro -Projeto Risco Biológico, 2008.

GAMA, A. N.; SALSA,C. M. P. (*in memorian*); BOUZADA, E. F.; NOLASCO,G. M. M. M.; TÓFANI, L. E. M.; SOARES, P. C. (*in memorian*). *Plano de Gerenciamento de Resíduos dos Serviços de Saúde do Município de Santa Luzia.* Monografia (MBA-GEO). Fundação Pedro Leopoldo, Santa Luzia,2006.

SUPERINTENDÊNCIA DE LIMPEZA URBANA DE BELO HORIZONTE.*Relatórios de Acidentes Ocorridos na Coleta dos Resíduos de Serviços de Saúde.* 1997 - 2002.

BITTAR, O.J.N.V. *Indicadores de qualidade e quantidade em saúde* – Local: Revista de Acreditação em Saúde, RAS, n. 12. 2001. v. 3.

CABRAL, L. S.; BORGES, M. E. *Segurança do Trabalho na Limpeza Urbana*–Local: Revista Limpeza Pública, Associação Brasileira de Limpeza Pública, a. v, n. 13. 1978.

29

Perspectivas para a gestão de resíduos de serviços de saúde no Brasil

Jussara Kalil Pires

O Brasil passa atualmente por um período de regulamentação da gestão de resíduos sólidos. A recente promulgação da Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a) e do Decreto Federal 7.404 (Brasil, 2010c) deflagrou o processo de ajuste de normas e procedimentos em todos os segmentos geradores de resíduos sólidos. Neste contexto, há expectativa de grandes mudanças e solução de antigos problemas. O processo de mudança, no entanto, é lento e está sujeito a avanços e retrocessos.

A aprovação da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) foi fruto de discussões demoradas. Ao longo dos 20 anos em que o Projeto de Lei foi construído, uma série de transformações foram se consolidando a partir de normas infralegais, como Resoluções do Conama e da Diretoria Colegiada da Anvisa. Alguns estados implantaram suas Políticas Estaduais de Resíduos Sólidos. Atualmente, estas políticas passam por um processo de integração e revisão. As normas nacionais, por sua vez, também precisam ser revistas para adequar-se à PNRS. Os resíduos sólidos gerados nos serviços de saúde não são exceção. Este capítulo destina-se a apresentar as novidades trazidas pela PNRS e seus reflexos nos serviços de saúde.

29.1 As definições da PNRS e os RSS

Fazer um breve resumo da PNRS e de sua aplicação nos RSS não é tarefa fácil. A Lei é complexa e bastante abrangente. Por esta razão, foram escolhidos alguns aspectos essenciais para seu entendimento.

A primeira questão que se coloca é a definição de resíduos sólidos adotada pela PNRS:

> Art. 3º, XVI – resíduos sólidos: material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólidos ou semissólidos, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviável em face da melhor tecnologia disponível. (Brasil, 2010a).

Esta definição é bastante ampla. Para compreendê-la é preciso ter em mente que a PNRS distingue destinação final de disposição final. Por destinação final entende-se a reutilização, a reciclagem, a compostagem, a recuperação, o aproveitamento energético e outras destinações. Assim, todo o material ou bem de que se pretender desfazer está enquadrado na categoria resíduo sólido e deverá seguir os ordenamentos da PNRS.

Complementando esta definição inicial, que é básica para o entendimento da PNRS, está a criação da categoria rejeitos. Esta categoria foi criada para estimular o aproveitamento máximo dos resíduos sólidos. Assim, segundo o art. 3º, XV, os rejeitos são:

> [...] resíduos sólidos que, depois de **esgotadas todas as possibilidades de tratamento e recuperação** por processos tecnológicos disponíveis e economicamente viáveis, não apresentem outra possibilidade que não a disposição final ambientalmente adequada. (Brasil, 2010a).

A nova categoria *rejeito* dá tônica ao entendimento dos regramentos já instituídos e estabelece a busca contínua no melhoramento do sistema de gerenciamento de resíduos de qualquer empreendimento. Sempre novas tecnologias poderão ser acionadas para evitar o aterramento de resíduos. Dependendo da localização do estabelecimento, do custo da adoção das tecnologias e de sua aceitação pelos órgãos gestores da saúde e do meio ambiente, sempre poderão ser exigidas melhorias.

Outro ponto que merece destaque na definição de resíduos sólidos é a inclusão de líquidos e gases. Embora na norma técnica brasileira tais pontos já estivessem contidos, a incorporação no texto da lei amplia sua repercussão.

29.2 Os princípios da PNRS e os RSS

Uma segunda questão a ser analisada é o conjunto de princípios norteadores. Alguns podem ser destacados para auxiliar no entendimento das normativas.

Além da inclusão, no texto da lei, dos princípios da prevenção, da precaução, do poluidor-pagador e do protetor-recebedor, os quais se aplicam a diferentes objetos relacionados à qualidade ambiental, outros três permeiam o conjunto dos artigos:

> Art. 6º - [...]
>
> VI – a cooperação entre as diferentes esferas do poder público, o setor empresarial e demais segmentos da sociedade:
>
> VII – a responsabilidade compartilhada pelo ciclo de vida dos produtos;
>
> VIII – o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania. (Brasil, 2010a).

Estes três princípios resumem o espírito de cooperação e a abrangência da Lei. Poder Público e setor empresarial, bem como o restante da sociedade, têm responsabilidades na alteração da realidade atual, tanto no que diz respeito às quantidades de resíduos geradas quanto no que diz respeito às características dos resíduos gerados e seu destino. Em diversos artigos, a Lei lembra as ações que poderão ser desencadeadas pelos diferentes atores no sentido de diminuir a geração e a periculosidade dos resíduos, facilitar seu reaproveitamento e sua reciclagem, dispô-los adequadamente para a coleta e dar um destino adequado.

O ciclo de vida dos produtos, que passa a ser de responsabilidade de todos os atores, se traduz pelo processo de concepção do produto, antes mesmo de seu desenho; a escolha das matérias-primas a serem utilizadas, a procedência das mesmas; até seu consumo final, descarte, encaminhamento para reaproveitamento/reciclagem ou, finalmente, aterramento. Entendendo um serviço como um produto, também é possível avaliar o ciclo de vida do serviço. Em um dado momento, são identificadas necessidades a serem satisfeitas e definidas alternativas de solução. Neste momento, é dado início à prestação do serviço. Cada escolha resulta em um *quantum* de resíduos a ser gerado. A forma como um serviço será prestado resulta, também, na maior ou menor facilidade de aproveitamento futuro.

Os geradores de RSS, assim como todos os outros atores, a partir da PNRS, são desafiados a repensar seu padrão de geração de resíduos sólidos. É necessária a revisão dos procedimentos de prestação de serviço, de compra de bens e serviços, da logística interna de distribuição de materiais e de seu descarte e recolhimento.

29.3 Os RSS na PNRS

Um terceiro elemento a destacar é que, reconhecendo a complexidade dos resíduos provenientes de serviços de saúde, a PNRS os diferencia daqueles provenientes de outros estabelecimentos prestadores de serviços. Os geradores de RSS foram enquadrados entre aqueles que são obrigados a elaborar e seguir um Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos, que deverá seguir as orientações emanadas dos órgãos do Sistema Nacional de Meio Ambiente (Sisnama) e do Sistema Nacional de Vigilância Sanitária (SNVS).

A Lei, no entanto, não se limita a classificar os resíduos segundo sua origem. Há uma segunda classificação que orienta a formulação de regramentos, inclusive para os resíduos provenientes de serviços de saúde: suas características de periculosidade. Assim, os órgãos do Sisnama e do SNVS devem observar, em primeira medida, as características de periculosidade dos resíduos que são gerados nos estabelecimentos. Pode-se dizer, então, que não existem resíduos de serviços de saúde: existem resíduos provenientes de atividades realizadas em estabelecimentos prestadores de serviços de saúde.

Os resíduos não perigosos devem atender àquele princípio inicial que destaca o valor social, econômico, de geração de emprego e renda e de promoção da cidadania. Na medida do possível, deverão ser encaminhados para reciclagem, reaproveitamento, compostagem ou outras formas de processamento, desde que seguras.

Sendo a obrigação pelos RSS de seu gerador, toda a logística e todo custo do encaminhamento para os diferentes destinos finais é de responsabilidade do gerador. Tal não impede, porém, o estabelecimento de acordos com o Poder Público municipal ou com outros agentes.

29.4 O apoio aos catadores de materiais recicláveis

O reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania, também dá um norte para o entendimento das alternativas desejáveis. O espírito da lei é simultaneamente de proteção ao meio ambiente e, por consequência, da saúde pública, e de favorecimento dos catadores, reconhecidos como agentes ambientais e atores preferenciais na reincorporação de materiais recicláveis ao ciclo produtivo. Note-se o art. 40 do Decreto Federal 7.404 (Brasil, 2010c):

> o sistema de coleta seletiva de resíduos sólidos e a logística reversa priorizarão a participação de cooperativas ou de outras formas de associação de catadores de materiais reutilizáveis e recicláveis constituídas por pessoas físicas de baixa renda. (Brasil, 2010c).

A participação dos catadores na coleta seletiva, no entanto, está limitada pela característica dos resíduos. Não há justificativa para encaminhamento às Associações de Catadores materiais com características de periculosidade, que possam oferecer riscos que estes trabalhadores não teriam condições de compreender e de se proteger. Quanto a isto, notem-se as determinações do art. 37 da Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a):

> a instalação e o funcionamento de empreendimento ou atividade que gere ou opere com resíduos perigosos somente podem ser autorizados ou licenciados pelas autoridades competentes se o responsável comprovar, no mínimo, capacidade técnica e econômica, além de condições para prover os cuidados necessários ao gerenciamento desses resíduos.

29.5 Os RSS e a Lei de Saneamento Básico

A PNRS complementa um conjunto de Leis que forma o marco regulatório do saneamento básico. Por este motivo, antes de examinar os princípios e as diretrizes desta política, é conveniente dedicar um tempo à análise dos aspectos da Lei de Saneamento Básico, que se aplicam aos resíduos de serviços de saúde.

A Lei Federal 11.445 (Brasil, 2007) estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico, incluindo os serviços públicos de abastecimento de água, esgotamento sanitário, resíduos sólidos e drenagem urbana. Ela estabelece:

> Art. 6º. O lixo originário de atividades comerciais, industriais e de serviços **cuja responsabilidade pelo manejo não seja atribuída ao gerador** pode, por decisão do poder público, ser considerado resíduo sólido urbano (Brasil, 2007).

O entendimento deste artigo é complementado pelo regulamento da Lei. O Decreto Federal 7.217 (Brasil, 2010b) estabelece:

> Art. 12. Consideram-se serviços públicos de manejo de resíduos sólidos as atividades de coleta,transbordo e transporte, triagem para fins de reutilização ou reciclagem, tratamento, inclusive por compostagem, e disposição final dos: [...]
>
> II – resíduos originários de atividades comerciais, industriais e de serviços, em quantidade e qualidade similares às dos resíduos domésticos, que, por decisão do titular, sejam considerados resíduos sólidos urbanos, desde que tais resíduos não sejam de responsabilidade de seu gerador nos termos da norma legal ou administrativa, de decisão judicial ou de termo de ajustamento de conduta. (Brasil, 2010b).

O Decreto ressalta, ainda:

> Art. 13. Os planos de saneamento básico deverão conter prescrições para manejo dos resíduos sólidos urbanos, em especial dos originários de construção e demolição e dos serviços de saúde, além dos resíduos referidos no art. 12. (Brasil, 2010b).

A Lei do Saneamento, portanto, deixou clara a responsabilidade do Poder Público municipal no que se refere aos resíduos oriundos de construções e demolições, além dos serviços de saúde. Tal fato explica-se, certamente, porque além de ser o *locus* da

realização das diferentes atividades humanas, o município é, também, responsável pela manutenção e gestão de um grupo significativo de estabelecimentos geradores de resíduos sólidos de serviços de saúde. Não há como, portanto, furtar-se de, em seu Plano Municipal de Saneamento Básico, pensar nos Resíduos de Serviços de Saúde.

Dado que a Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a) afirma que caberá aos municípios, em seus Planos de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, identificar quais resíduos e geradores estarão sujeitos à Plano de Gerenciamento Específico, deve-se questionar se os resíduos oriundos de serviços de saúde, mas com características similares aos domiciliares (em quantidade e periculosidade), poderiam ser objeto da Lei Municipal de Saneamento Básico. É possível que sim. Os municípios poderiam, então, regular o descarte dos resíduos recicláveis de pequenos prestadores de serviços de saúde.

Independentemente das quantidades, o município pode oferecer coletas especiais destinadas ao recolhimento dos resíduos recicláveis e compostáveis dos serviços de saúde. É preciso ter em mente, no entanto, que as coletas especiais poderão ter seu custo cobrado à parte da coleta regular, visto que um dos princípios da Lei do Saneamento Básicoé a eficiência e sustentabilidade econômica, e que os RSS são de responsabilidade do gerador e, portanto, não estão incluídos no rol de serviços essenciais do saneamento básico. É obrigação do Poder Público buscar remuneração compatível com o custo dos serviços de coleta e destino final. A Lei Federal 11.445 (Brasil, 2007) prevê que os serviços de limpeza pública e o manejo de resíduos sólidos poderão se utilizar de "taxas ou tarifas e outros preços públicos, em conformidade com o regime de prestação do serviço ou de suas atividades".

29.6 Os esforços do governo federal para a implantação da PNRS

O governo federal, por meio do seu Ministério de Meio Ambiente (MMA), já desencadeou ações garantidoras da efetiva implantação da PNRS. Exemplo disto é o processo de elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos, cuja versão preliminar, discutida em audiências públicas e aprovada pelo Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos foi levada à avaliação dos Conselhos Nacionais de Saúde e do Meio Ambiente. O Plano Nacional trará diretrizes e metas que induzirão os diferentes geradores de resíduos sólidos a ajustarem-se aos princípios e objetivos da Lei Federal 12.305 (Brasil, 2010a).

A proposta do Plano encaminhada aos Conselhos alerta para as deficiências de locais de tratamento dos RSS, mas, principalmente, para a importância da

> capacitação de colaboradores e funcionários, adaptação de procedimentos e implantação de indicadores de monitoramento para avaliar a gestão dos resíduos de serviços de saúde, de modo a contemplar as estratégias apontadas pela Política Nacional de Resíduos Sólidos para sustentabilidade no país. (Brasil, 2012).

O Plano propõe algumas metas para o tratamento dos RSS, a disposição final adequada, a adequação do lançamento de efluentes às Resoluções Conama

pertinentes, e a inserção de informações sobre RSS no Cadastro Técnico Federal. Estas metas foram escalonadas segundo o porte dos municípios e seu pertencimento a regiões metropolitanas, regiões interestaduais de desenvolvimento ou aglomerações urbanas.

Outro exemplo de ação para a implantação da PNRS, desencadeada pelo governo federal, é a atuação dos Grupos Técnicos Temáticos, subordinados ao Comitê Orientador para Implantação de Sistemas de Logística Reversa. Alguns segmentos também já estruturam seus sistemas de recolhimento. É o caso do setor de medicamentos, que já apresentou proposta de acordo setorial para recolhimento de medicamentos vencidos e embalagens. Diferentes cadeias produtivas serão chamadas a montar sistemas de logística reversa, as quais viabilizem o equacionamento de dificuldades de encaminhamento de substâncias, equipamentos e materiais de amplo uso na sociedade e, por extensão, nos serviços de saúde. Finalmente, o Sistema Nacional de Informações sobre Resíduos Sólidos já foi implantado em primeira versão.

29.7 As Normas da ABNT, Resoluções Anvisa e Conama

Operacionalmente, o manejo de RSS é afetado muito diretamente pelo ordenamento infralegal e pelas normas técnicas. Este conjunto de normas e resoluções, seguindo a tendência de maior rigor com a prevenção de riscos e o cuidado com a realidade socioeconômica, ambiental e de desenvolvimento técnico de nosso País, vem passando por um processo de ajuste.

A promulgação da PNRS e de seu Decreto regulamentador definiu o norte a ser seguido. Alguns de seus preceitos favorecem a implantação de novas tecnologias. Com isto, é possível que exigências antes não passíveis de atendimento passem a sê-lo. É, portanto, previsível o surgimento de novas normas técnicas e eventuais ajustes nas Resoluções Anvisa e Conama[1]. Independentemente dos desdobramentos futuros da legislação, a ABNT constituiu um grupo técnico especial para avaliação das normas referentes aos RSS.

O grupo técnico especial ABNT/CEE-129 deverá atuar na normalização no campo de RSS, no que concerne à terminologia, classificação, aos requisitos, métodos de ensaio, procedimentos de coleta, ao armazenamento e às generalidades. Com isto, está em processo de revisão a NBR 12.808 (ABNT, 1993a); NBR 12.810 (ABNT, 1993b); NBR 13.853 (ABNT, 1997). Já foi atualizada a NBR 12.807 (ABNT, 2013a) e a NBR 12.809 (ABNT, 2013b).

29.8 Considerações finais

São esperadas mudanças importantes no gerenciamento de resíduos sólidos, e por extensão no gerenciamento de RSS, a partir da implementação da PNRS. No que

[1] No momento em que este livro é editado, a RDC 306 da Anvisa encontra-se em processo de revisão, tendo sido sua versão preliminar conduzida à consulta pública. Para maiores informações acesse: <http://portal.anvisa.gov.br>

se refere aos resíduos urbanos, o novo regramento do saneamento básico e a injeção de recursos financeiros no setor devem evoluir, se não para a erradicação completa dos lixões (conforme determinado na lei) ao menos para sua redução significativa.

Em relação aos RSS, alguns fatores devem impulsionar mudanças e melhorias na gestão. O primeiro deles será a mudança de postura das administrações municipais frente à disposição final de rejeitos. Mesmo que os lixões já fossem enquadrados na categoria de crime ambiental desde a Lei de Crimes Ambientais (BRASIL, 1998), o reforço da PNRS, a maior mobilização social em torno da temática resíduos sólidos e as políticas federais que conduzem à observância da Lei devem promover a negativa dos municípios em receber os RSS em seus aterros. Com isto, os gestores de serviços de saúde serão forçados a enfrentar suas dificuldades e adequar seu gerenciamento de resíduos.

Adicionalmente, a efetiva criação de cadeias de retorno de materiais, como os medicamentos vencidos, as lâmpadas fluorescentes e outros, deve contribuir para o rompimento de alguns dos gargalos que dificultam a mudança de conduta. Por um lado, a sociedade passa a ficar menos aberta à postergação de soluções. Por outro, o sucesso da implantação de sistemas de logística reversa, em algumas cadeias, deve promover o surgimento de outros sistemas, rompendo antigas barreiras e viabilizando a revalorização dos resíduos sólidos.

A sociedade brasileira vem amadurecendo nas questões referentes ao meio ambiente e à saúde pública. Espera-se que o avanço dos últimos vinte anos seja potencializado nos próximos 20 anos.

REFERÊNCIAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.807:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Terminologia.* Rio de Janeiro: ABNT, 2013a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.808:1993 – Resíduos de Serviço de Saúde – Classificação.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993a.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.809:2013 – Resíduos de serviço de saúde – Gerenciamento de resíduos de serviços de saúde intraestabelecimento.* Rio de Janeiro: ABNT, 2013b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 12.810:1993 – Resíduos de serviço de saúde – Coleta.* Rio de Janeiro: ABNT, 1993b.

_____. Associação Brasileira de Normas Técnicas. *NBR 13.853 – Coletores para resíduos de serviços de saúde perfurantes ou cortantes – Requisitos e métodos de ensaio.* Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

BRASIL. *Lei Federal 9.605*, de 12 de fevereiro de 1998. Dispõe sobre as sanções penais e administrativas derivadas de condutas e atividades lesivas ao meio ambiente, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Poder Executivo. Brasília, DF, 1998.

_____. *Lei Federal 11.445*, de 5 de janeiro de 2007. Estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico; altera as Leis 6.766, de 19 de dezembro de 1979, 8.036, de 11 de maio de 1990, 8.666, de 21 de junho de 1993, 8.987, de 13 de fevereiro de 1995; revoga a Lei 6.528, de 11 de maio de 1978 e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Poder Executivo. Brasília, DF, 2007.

_____. *Lei Federal 12.305*, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n. 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Poder Executivo. Brasília, DF, 2010a.

_____. *Decreto Federal 7.217*, de 21 de junho de 2010. Regulamenta a Lei 11.445, de 5 de janeiro de 2007, que estabelece diretrizes nacionais para o saneamento básico, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Poder Executivo. Brasília, DF, 2010b.

_____. *Decreto Federal 7.704*, de 23 de dezembro de 2010. Regulamenta a Lei Federal 12.305, de 2 de agosto de 2010, que institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos, cria o Comitê Interministerial da Política Nacional de Resíduos Sólidos e o Comitê Orientador para Implantação dos Sistemas de Logística Reversa, e dá outras providências. Diário Oficial [da] União, Poder Executivo. Brasília, DF, 2010c.

_____. *Plano Nacional de Resíduos Sólidos:* versão pós-audiência e consultas públicas para Conselhos. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/processo.cfm?processo=02000.000511/2012-07>. Acesso em: 9 abr. 2012.

BIODATA

Adriane Carine Kappes
Graduanda em Enfermagem pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Atua como monitora de pesquisa no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Airton Guilherme Berger Filho
Bacharel em Direito pela Universidade de Santa Cruz do Sul (Unisc). Mestre em Direito pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Doutorando em Direito pela Universidade do Vale do Rio do Sinos (Unisinos). Professor na Universidade de Caxias do Sul.

Alexandra Rodrigues Finotti
Engenheira civil pela Universidade Federal de Goiás (UFG). Mestra em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Doutora em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Pós-doutora pela Insa de Lyon. Professora adjunta na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

Almir José Henkes
Odontólogo pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Especialista em Dentística pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Especialista em Implantodontia pela São Leopoldo Mandic-Campinas-SP. Mestre em Odontologia – Materiais Dentários pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Doutorando em Dentística Restauradora pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Professor na Faculdade da Serra Gaúcha (FSG).

Ana Cláudia Picolo de Souza Maldotti
Bacharela em Comunicação Social – habilitação em Relações Públicas pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Bacharela em Enfermagem pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Atuou como monitora de pesquisa no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Ana Paula Steffens
Bacharela em Enfermagem pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestra em Enfermagem pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Doutoranda em Saúde Pública pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora assistente I na Universidade Federal da Bahia (UFBA). Atuou como monitora de pesquisa no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Andreia Cristina Trentin
Engenheira ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Atuou como monitora de pesquisa no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS). Engenheira ambiental na Ambiativa Consultoria Ambiental, em Caxias do Sul.

Bianca Peruchin
Graduanda em Engenharia Sanitária e Ambiental pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Atuou como monitora de pesquisa.

Camila Lazzaretti
Engenheira ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Atuou como monitora de pesquisa no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Cláudia Echevenguá Teixeira
Bacharela e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Doutora em Engenharia Civil e Ambiental pela Universidade de Sherbooke, Canadá. Pós-doutorado pela Universidade do Estado do Arizona (ASU). Professora no Programa de Pós-Graduação em Administração e no mestrado profissional em Gestão Ambiental e Sustentabilidade da Universidade Nove de Julho (Uninove). Pesquisadora no Instituto de Pesquisas Tecnológicas de São Paulo (IPT).

Cláudio Dilda
Bacharel em História pela Universidade Federal do Paraná (UFPR). Atuou como assessor técnico de meio ambiente no Serviço Municipal Autônomo de Água e Esgoto (Samae), em Caxias do Sul, e como presidente da Fundação Estadual de Proteção Ambiental Henrique Luís Roessler (Fepam), e como Secretário do Meio Ambiente de Porto Alegre.

Denise Peresin
Graduada em licenciatura plena em Ciências / Habilitação em Biologia pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Pós-graduada *Lato Sensu* – Especialização em Meio Ambiente e Desenvolvimento Regional pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS). Mestra em Biologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Técnica no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Eduardo Pierozan
Engenheiro ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). MBA em Gestão de Projetos pela Fundação Getúlio Vargas (FGV). Engenheiro Ambiental na Napeia Consultoria e Projetos Ltda., em Caxias do Sul.

Elis Marina Tonet
Engenheira ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). MBA em Engenharia de Produção em andamento pela Faculdade da Serra Gaúcha (FSG). Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Técnica no Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM/UCS).

Geraldo Antônio Reichert
Engenheiro civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS). Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental (IPH/UFRGS). Engenheiro no Departamento Municipal de Limpeza Urbana de Porto Alegre. Professor no curso de Engenharia Ambiental e no Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciências Ambientais da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Coordenador Nacional da Câmara Temática de Resíduos Sólidos da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (Abes).

Gisele Bacarim
Graduada em licenciatura plena em Química pela Universidade de Santa Cruz do Sul (Unisc). Especialista em Ensino de Química pela Universidade de Santa Cruz do Sul (Unisc). Mestra em Tecnologia Ambiental pela Universidade de Santa Cruz do Sul (Unisc). Mestra em Ensino de Ciências e Matemática pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Atuou como técnica no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS). Professora substituta no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul.

Gisele Cemin
Bacharela em Ciências Biológicas pela Universidade do Vale do Taquari (Univates). Mestra em Sensoriamento Remoto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutora em Sensoriamento Remoto pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora assistente e pesquisadora no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Ilpo Penttinen
Foi pesquisador e conferencista na Universidade de Turku de Ciências Aplicadas (TUAS), na Finlândia. Sua tese de doutorado foi desenvolvida em parte na Universidade de Caxias do Sul (UCS) e finalizada na Universidade Tecnológica de Tampere, na Finlândia.

Irajá do Nascimento Filho
Graduado em licenciatura plena em Química pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC). Especialista em Ensino de Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Mestre em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutor em Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor adjunto na Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Isalmar Brustolin
Engenheira química pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialista em Projeto de Tratamento de Resíduos Industriais Sólidos Líquidos e Gasosos pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC). Técnica no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Janini Cristina Paiz
Bacharela em Enfermagem pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialização em andamento em Formação Docente para o Ensino Superior na Universidade de Caxias do Sul. Especialização em andamento em Formação Multiprofissional em Educação Permanente em Saúde na Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Residente em Enfermagem no Serviço de Saúde Comunitária do Grupo Hospitalar Conceição. Atuou como monitora de pesquisa no Instituto de Saneamento Ambiental (ISAM/UCS).

Joice Cagliari
Engenheira ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestre em Geologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Doutora em Geologia pela Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos). Professora assistente no Programa de Pós-Graduação em Geologia da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (Unisinos).

Juliano Rodrigues Gimenez
Engenheiro civil pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (Ufrgs). Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor titular e pesquisador no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Jussara Kalil Pires
Bacharela em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul (PUC-RS). Especialista em Saúde Pública pela ESP/RS-ENSP. Técnica da Fundação Estadual de Planejamento Metropolitano e Regional (Metroplan) desde 1983. Coordenadora da Câmara Temática de Resíduos Sólidos da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambienta (Abes), de 2009 a 2013. Primeira-secretária da Seção Rio Grande do Sul da Abes.

Kira Lusa Manfredini
Bacharela e licenciada em Ciências Biológicas pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialista em Gestão Ambiental e Desenvolvimento Sustentável pelo Senac-RS. Especialista em Educação a Distância pelo Senac-RS. Mestra em Engenharia e Ciências Ambientais pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Técnica no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Lademir Luiz Beal
Engenheiro químico pela Universidade Federal do Rio Grande (Furg). Mestre e Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor adjunto II na Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Luciara Bilhalva Corrêa
Bacharela e licenciada em Ciências Domésticas pela Universidade Federal de Pelotas (UFPel). Mestra e Doutora em Educação Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande (FURG). Professora adjunta na Universidade Federal de Pelotas (UFPel).

Ludmilson Abritta Mendes
Engenheiro civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Epusp). Mestre e Doutor em Engenharia Civil pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (Epusp). Professor no Departamento de Engenharia Civil da Universidade Federal de Sergipe.

Luis Felipe Gomes
Engenheiro ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Pós-graduado *Lato Sensu* – Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Maeli Estrela Borges
Arquiteta e urbanista pela Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Graduação em Engenheiros Arquitetos pela Escola de Arquitetura da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Especialização em Engenharia Sanitária pela Escola de Engenharia da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professora e consultora na área de resíduos sólidos e limpeza urbana. Presidente da Comissão Permanente de Apoio ao Gerenciamento de Resíduos de Serviços de Saúde de Belo Horizonte (Copagress). Professora no curso de Direito Ambiental do Centro de Atualização em Direito (CAD) da Universidade Gama Filho. Diretora da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Seção Minas Gerais.

Marcio Bigolin
Bacharel em Ciências da Computação pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialização, em andamento, em Formação Docente para o Ensino Superior, na UCS. Mestre em Ciências da Computação pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professor titular no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do RS. Atuou como técnico no Instituto de Saneamento Ambiental da UCS.

Matheus Poletto
Engenheiro químico pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestre em Engenharia e Ciência dos Materiais pela Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Doutor em Engenharia de Minas, Materiais e Metalurgia pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (PPGEM-UFRGS).

Mauricio D'Agostini Silva
Engenheiro ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Extensão em Engenharia de Campo-SMS Prominp (UFRGS).

Nathália Cristine Vieceli
Engenheira ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Doutoranda em Engenharia do Ambiente da Universidade de Lisboa. Atuou como monitora de pesquisa no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Nilva Lúcia Rech Stedile
Bacharela e licenciada em Enfermagem pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialista em Saúde Pública e em Gestão e Liderança Universitária (Iglu). Mestra em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Doutora em Enfermagem pela Universidade Federal de São Paulo (USP). Professora e pesquisadora no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Odacir Deonisio Graciolli
Graduado em Ciências da Computação pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Mestre em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Doutor em Engenharia de Produção pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – *Institut National des Sciences Appliquées* Insa-Rouen, França. Professor adjunto II na Universidade de Caxias do Sul (UCS). Vice-reitor e pró-reitor de Inovação e Desenvolvimento Tecnológico da Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Raquel Finkler
Bióloga pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestra em Engenharia Ambiental pela Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC). Aperfeiçoamento em Manejo e Tratamento de Resíduos – Governo de Shiga – Japão. Sócia da Ambiativa Consultoria Ambiental Ltda. Professora na Faculdade da Serra Gaúcha (FSG). Coordenadora do curso de Engenharia Ambiental na Faculdade da Serra Gaúcha (FSG).

Rita de Cássia Paranhos Emmerich
Bacharela e licenciada em Química Industrial pela Escola Superior de Química Oswaldo Cruz. Especialista em Gerenciamento de Áreas Impactadas pela Universidade Monte Serrat (Unimonte), Santos – São Paulo.

Roberta Florian Santa Catharina
Graduanda em Medicina pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Foi monitora de pesquisa no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Samuel Lovison
Engenheiro ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Pós-graduado *Lato Sensu* – Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Sandra Maria Orlandin
Engenheira química pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialista em Gestão do Meio Ambiente pela Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Saulo Varela Della Giustina
Engenheiro Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS). Doutor em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo IPH – Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS).

Sofia Helena Zanella Carra
Engenheira ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). MBA, em andamento, em Perícia, Auditoria e Gestão Ambiental no Instituto de Pós-Graduação (Ipog). Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais na Universidade de Caxias do Sul (UCS). É diretora do Departamento de Meio Ambiente de Antônio Prado. É monitora de pesquisa no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Suzana Maria de Conto
Engenheira química pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestra em Engenharia Civil pela Escola de Engenharia de São Carlos (EESC/USP). Doutora em Educação pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar). Professora adjunta III na Universidade de Caxias do Sul. Avaliadora Institucional e de Área do Inep/MEC.

Taison Anderson Bortolin
Engenheiro ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialista em Educação a Distância pelo Senac-RS. Mestre em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela Universidade Federal do Rio Grande do Sul (IPH/UFRGS). Doutorando em Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pela UFRGS. Professor e pesquisador no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Tiago Panizzon
Engenheiro ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestre em Engenharia e Ciências Ambientais pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Professor na Universidade de Caxias do Sul (UCS).

Vania Elisabete Schneider
Bacharel e licenciada em Biologia pela Universidade de Caxias do Sul. Especialista em Educação Ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestra em Engenharia Civil pela Universidade Estadual de Campinas (Unicamp). Doutora em Engenharia de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental pelo Instituto de Pesquisas Hidráulicas (IPH) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS). Professora titular e diretora do Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (UCS). Membro do Comitê de Gerenciamento da Bacia Hidrográfica do rio Taquari Antas. Integra o Conselho Consultivo da Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental – Secção RS. Integra os conselhos municipais de Defesa do Meio Ambiente de Caxias do Sul e Bento Gonçalves (suplente). Coordenadora do Congresso Internacional de Tecnologias Ambientais e diretora da Fiema Brasil – Feira Internacional de Tecnologia para o Meio Ambiente.

Verônica Casagrande
Engenheira ambiental pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Mestranda em Engenharia e Ciências Ambientais pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Técnica no Instituto de Saneamento Ambiental da Universidade de Caxias do Sul (ISAM/UCS).

Viviane Caldart Duarte
Engenheira química pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Especialista em Gestão do Meio Ambiente pela Universidade de Caxias do Sul (UCS). Sócia e consultora da empresa Global Engenharia S/C Ltda., de Caxias do Sul.

EDUCS

ISBN 978-85-7061-790-3