



REPÚBLICA FEDERATIVA DO BRASIL
MINISTÉRIO DA ECONOMIA
INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL

CARTA PATENTE Nº BR 102014013765-3

O INSTITUTO NACIONAL DA PROPRIEDADE INDUSTRIAL concede a presente PATENTE DE INVENÇÃO, que outorga ao seu titular a propriedade da invenção caracterizada neste título, em todo o território nacional, garantindo os direitos dela decorrentes, previstos na legislação em vigor.

(21) Número do Depósito: BR 102014013765-3

(22) Data do Depósito: 06/06/2014

(43) Data da Publicação Nacional: 15/03/2016

(51) Classificação Internacional: C08J 11/08; C08J 11/00; C08J 11/04; C09D 5/03.

(54) Título: REPROCESSAMENTO DE RESÍDUOS FINOS E TINTA EM PÓ A FRIO, RESÍDUOS FINOS REPROCESSADOS, USOS DE RESÍDUOS FINOS REPROCESSADOS, TINTA E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TINTA

(73) Titular: FUNDAÇÃO UNIVERSIDADE DE CAXIAS DO SUL, Pessoa Jurídica. CGC/CPF: 88648761000103. Endereço: R. Francisco Getúlio Vargas 1130, Bloco A, Sala 301, Caxias do Sul, RS, BRASIL(BR), 95070-560, Brasileira

(72) Inventor: TOMÁS AUGUSTO POLIDORO; DANIELA DE CONTO.

Prazo de Validade: 20 (vinte) anos contados a partir de 06/06/2014, observadas as condições legais

Expedida em: 31/08/2021

Assinado digitalmente por:

Liane Elizabeth Caldeira Lage

Diretora de Patentes, Programas de Computador e Topografias de Circuitos Integrados



Relatório Descritivo de Patente de Invenção

REPROCESSAMENTO DE RESÍDUOS FINOS E TINTA EM PÓ A FRIO,
RESÍDUOS FINOS REPROCESSADOS, USOS DE RESÍDUOS FINOS
REPROCESSADOS, TINTA E PROCESSO DE FABRICAÇÃO DE TINTA

Campo da Invenção

[0001] A presente invenção descreve uma tecnologia de reprocessamento a frio de resíduos de tinta em pó, bem como a tintas contendo resíduos finos reprocessados. A presente invenção se situa nos campos da Engenharia Química de Tintas e Revestimentos.

Antecedentes da Invenção

[0002] Desde seu surgimento, há mais de quarenta mil anos, o processo de fabricação de tintas líquidas vem sendo aprimorado e novas formulações e tecnologias são apresentadas até os dias atuais. Em 1773, Watin descreveu tecnicamente a indústria de tintas e vernizes como é conhecida atualmente. Com o início da introdução de dióxido de titânio (TiO_2) na sua formulação em 1918 houve um melhoramento de algumas propriedades químicas da tinta.

[0003] Nos primeiros processos de fabricação eram utilizados moinhos arcaicos e métodos de misturas manuais e trabalhosos, acarretando com isso, um custo elevado e sendo disponível apenas para uma pequena parcela da sociedade. Entretanto, a partir da Revolução Industrial, houve o surgimento das primeiras fábricas com o uso de tecnologias mais sofisticadas e com isso, a indústria de tintas alcançou seu maior avanço, diminuindo custos e aumentando o volume de produção para atingir um número elevado de pessoas.

[0004] A utilização de revestimentos orgânicos na forma de tintas e vernizes tem como principais objetivos a proteção da superfície onde são aplicados e também para fins estéticos, estando presente em praticamente quase tudo como, por exemplo, em casas (paredes, prateleiras,

eletrodomésticos, móveis, etc.) (SZEWKIIES, 2003).

[0005] Tintas podem ser definidas de um modo geral como um produto sólido ou líquido, formado pela dispersão de pigmentos em um meio aglomerante que, ao ser aplicado sobre uma superfície ou substrato, seca-se, formando uma camada termoplástica ou termorrígida.

[0006] As tintas líquidas são compostas basicamente por resinas, pigmentos, solventes e aditivos ao passo que as tintas em pó não utilizam solventes na sua fabricação.

[0007] As tintas em pó apareceram nos Estados Unidos no final da década de 1950. Eram produtos relativamente simples fornecidos na forma de pó finamente dividido de polímero orgânico, constituindo uma mistura seca de resina sólida, pigmentos e endurecedores (FAZENDA, 1995). Era utilizada basicamente para revestimentos de proteção com elevada espessura, como no caso do isolamento de fios elétricos e revestimento de tubos, com espessura acima de 200 micrometros (BRUN; GOLINI; GEREFFI, 2010; DE CAMARGO, 2002; SZEWKIES, 2003; FAZENDA, 2005).

[0008] No início a tinta em pó era constituída basicamente por misturas secas de resina epóxi sólidas, pigmentos (cargas) e endurecedores. Para conseguir misturas homogêneas a dispersão era feita através de um moinho de bolas.

[0009] Devido à tinta apresentar natureza heterogênea, no processo de aplicação havia uma separação natural por peso e tamanho, alterando a composição à medida que a aplicação era efetuada. Esse processo de aplicação é denominado de “leito fluidizado”, sendo as peças quentes imergidas em um tanque com a tinta em pó que se apresentava em constante movimento devido à passagem de ar entre as suas partículas. Como havia variação na aplicação devido à inexistência de um controle de qualidade de aplicação, conseqüentemente havia uma inconsistência nos resultados do revestimento quanto ao aspecto visual e a não-reprodutibilidade de lote para lote. Sendo assim, as tintas em pó não eram adequadas para efeitos

decorativos (FAZENDA, 2005).

[0010] A extrusora foi introduzida em 1964 a fim de solucionar os problemas com falta de homogeneização da tinta em pó, como máquina de produção contínua e vem sendo utilizada até hoje. Em 1962 foi iniciada a aplicação da tinta em pó por “pistola” eletrostática pela Sames. Esse equipamento passou por aperfeiçoamentos, resultando nos equipamentos atualmente disponíveis (FAZENDA, 2005; DE CAMARGO, 2002; PAUL, 1996; DE LANGE, 2004).

[0011] No início, o sistema de resina predominante, responsável por quase 90% da produção na década de 70, eram os sistemas epóxi. Com o passar do tempo foram desenvolvidos outros sistemas de resinas, como: híbrido (epóxi/poliéster), poliéster e poliuretano (FAZENDA, 2005; DE CAMARGO, 2002).

[0012] As tintas líquidas a base de resina epóxi apresentavam calcinação e um amarelamento quando submetidas à luz solar, característica já muito conhecida da tinta líquida, observado também na tinta em pó a base de resina epóxi. Com o desenvolvimento de sistemas mistos (híbridos), observou-se que para sistemas híbridos esses problemas eram minimizados. Posteriormente, foi introduzido o sistema de tinta em pó a base de poliéster puro (poliéster saturado), combinado com um agente de reticulação adequado. Observou-se que o mesmo apresentava calcinação e amarelamento praticamente desprezível quando comparados aos demais sistemas até então utilizados.

[0013] Com o aparecimento das tintas a base de resinas acrílicas, que surgiram na Alemanha e apresentaram uma boa aceitação no Japão para uso em revestimentos resistentes ao intemperismo. Para as tintas à base de resinas poliuretanas, sua aceitação para o mercado ocorreu na década de 80, na América do Norte e no Japão, também para uso em revestimentos externos. Os resultados se apresentaram de forma satisfatória sendo considerados produtos altamente competitivos e de excepcional qualidade, até a atualidade

(FAZENDA, 2005).

[0014] A eficiência do revestimento de tinta em pó é definida como a quantidade de material que adere ao alvo, em comparação com a quantidade aplicada. Esta eficiência por vezes não é muito elevada. Além da perda de eficiência, há custos adicionais de limpeza nas cabines de pintura, e as questões de segurança.

[0015] A despeito da questão da eficiência do revestimento da tinta em pó, o processo de aplicação de tinta em pó possui o vantajoso potencial de recolher praticamente todo o pó que não aderiu ao material e incorporá-lo novamente ao sistema (BOCCHI, 2006). Esses processos de reutilização de materiais na indústrias vêm sendo estudados desde a década de setenta. Este termo é conhecido como ecologia industrial que tem como objetivo copiar um ecossistema natural a fim de obter o máximo da reciclagem dentro do ecossistema industrial, minimizando entradas e saídas, o que significa economizar recursos e prevenir a poluição (GASI; FERREIRA, 2006).

[0016] Em contrapartida, as propriedades da tinta em pó tendem a deteriorar-se quando o pó é re-incorporado ao processo, tanto de aplicação quanto ao de fabricação, o que torna mais difícil o reaproveitamento da mesma.

[0017] Atualmente, as soluções empregadas a fim de melhorar as propriedades da tinta recuperada consistem, em sua maioria, na adição a tinta virgem aos resíduos finos. No entanto, este método só é eficaz se a tinta em pó recuperada for incorporada em baixa concentração. Como resultado, muitos fabricantes e consumidores de tinta em pó tem um acúmulo de pó fino pois as suas propriedades não são adequadas para sua reutilização pura e o mesmo não pode ser misturado a um teor suficiente para total consumo (MENG; HUI; JINGXU, 2009).

Reutilização de finos de tinta em pó

[0018] Durante a produção de tinta em pó, o tamanho das partículas do pó a ser produzido é definido no processo de moagem, onde peneiras são empregadas para controlar o tamanho das partículas. Classificadores de ar ou

ciclones ajudam a separar as partículas de pó maiores das partículas de pó de menor dimensão.

[0019] O movimento das partículas menores é dominado por forças centrífugas e essas partículas são recolhidas no interior ou na periferia do rotor. Este pó fino não está apto para aplicação e a reformulação em pó utilizável é um processo caro e complicado.

[0020] Em uma instalação particular (pequena), normalmente possui-se apenas uma extrusora e um moinho para produção de todos tipos (cor e química) de tinta em pó, gerando uma composição mista de pó. Estes, mesmo que considerados de mesma cor, não devem ser misturados, ocorrendo à necessidade de limpeza dos equipamentos para cada tipo diferente de tinta em pó a ser produzido. Portanto, há contínua geração de um resíduo de pó fino que não pode ser incorporado no processo, devido à falta de continuidade de produção da tinta em pó com a mesma cor e composição química.

[0021] É estimado que cerca de 5% da tinta em pó fabricada não é adequada para o uso devido ao seu tamanho de partícula ser muito pequeno.

[0022] Atualmente, estes finos são embalados em caixas de papelão, moderadamente aquecido de modo a fundir o pó para formar uma massa sólida que é enviada para os aterros industriais, gerando custos para o fabricante. Alguns desses custos são reembolsáveis se os finos forem re-incorporados em novos lotes de tinta em pó (E. I. DU PONT DE NEMOURS AND COMPANY WILMINGTON, 2013).

[0023] Este processo de incorporar os finos na primeira fase de produção de tinta em pó, ou seja, na etapa de mistura das matérias primas, pode ser considerada uma abordagem desvantajosa devido ao fato que o material é fundido e novamente exposto a temperaturas elevadas, na extrusora.

[0024] Uma vez que, em muitos casos, os revestimentos em pó são termicamente sistemas de reticulação, a extrusão repetida degrada a qualidade do revestimento em pó, especialmente se uma grande proporção de finos é

usada. Outro fator importante a ser considerado é que pode haver problemas na homogeneização da mistura devido ao pequeno tamanho das partículas de tinta, podendo gerar problemas na alimentação da extrusora e no seu funcionamento, devido ao fato que este pó fino gera excesso de calor por atrito ocasionando o superaquecimento do material (FAZENDA, 2005).

[0025] A reutilização de partículas finas de tinta em pó, resultantes do processo de aplicação, podem apresentar problemas devido ao fato de que esta tinta em pó tem tamanhos significativamente diferentes e estes estão expostos a umidade dentro da cabine de pintura. Isso pode afetar as propriedades no processo de aplicação de tinta em pó, alterando as suas propriedades por meio da absorção de água pela mesma (FU et al., 2011).

[0026] A umidade e outros fatores do processo de aplicação de tinta em pó tiveram menor influência. Em geral, a redução no tamanho de partícula devido ao fato de acrescentar tinta em pó reutilizada à tinta em pó virgem, demonstrou ter grande influência nas suas propriedades de fluxo (FU et al., 2011). Reduzir o tamanho da partícula será aumentar de forma significativa a coesão da tinta em pó devido ao aumento das forças interações principalmente a de van der Waals vigor (VISSER, 1989). Para superar este desafio, os aditivos de fluxo nano são introduzidos. Estes aditivos são revestidos sobre as superfícies das partículas de pó aumentar as distâncias de interpartículas, de modo a reduzir a força de van der Waals.

[0027] Incorporar à tinta em pó virgem uma tinta em pó fina com nanopartículas na forma de aditivos, como assessores de fluxo, pode mudar a concentração durante a fluidização da tinta em pó ou então durante a pulverização eletrostática, apresentando propriedades muito semelhantes as da tinta em pó virgem.

[0028] Atualmente, o tamanho do pó num processo de revestimento em pó varia principalmente numa gama de 30 a 60 micrômetros. Tem havido uma forte tendência nos últimos anos para reduzir o tamanho do pó para melhorar a qualidade da superfície do produto final e reduzir ainda mais o custo do

material (MENG; HUI; JINGXU, 2009).

[0029] Apesar de existirem diversos tipos de aditivos para melhorar o processo de aplicação de tinta em pó, é um desafio diminuir o tamanho do pó a menos de 20 microns (diâmetro médio), devido às suas propriedades de fluxo baixo conduzindo dificuldades no processo de aplicação de tinta em pó, tais como pouca fluidização e transporte irregular (ZHU; ZHANG, 2005).

[0030] Pesquisas desenvolvidas por Zhu e Zhang (2005), utilizaram uma série de critérios para avaliar o comportamento da tinta em pó no processo de aplicação de tinta em pó, foram realizados estudos para escolher e combinar aditivos para controlar as propriedades de escoamento (processo de aplicação de tinta em pó). Como resultado, uma tecnologia de revestimento em pó ultrafino que usa pintar pó com diâmetro de partícula médio inferior a 20 micrometros. Entretanto, o uso de aditivos pode acabar gerando uma tinta com coloração chamada comumente de “carijó”, pois se poderiam ver todas as cores do resíduo fino utilizado. Assim, restam problemas a serem resolvidos no que diz respeito a uniformidade da cor dos resíduos finos reprocessados.

[0031] Como aditivos de escoamento, as nanopartículas têm sido amplamente utilizados para ajustar propriedades de fluxo no processo de aplicação de tinta em pó, no entanto, o mecanismo ainda não é muito claro (DUTTA; DULLEA, 1990). Tem sido sugerido que as nanopartículas atuam como um neutralizador de carga eletrostática ou como lubrificantes, reduzindo o atrito interno do pó fino (HOLLENBACH; PELEG; RUFNER; 1983). No entanto, a explicação mais aceita é que ocorre a redução das forças de interação de van der Waals entre as partículas finas devido as nanopartículas.

[0032] É bem conhecido que os problemas de pouca fluidização e transporte irregular do pó fino ocorrem devido à sua natureza coesiva resultante das suas forças e interações relativamente maiores (VISSER, 1989).

[0033] Portanto, as nanopartículas, aderidas à superfície de uma partícula fina, depois de ter sido suficientemente misturados, diminui as forças de interação de van der Waals força entre as partículas, pelo fato de aumentar

a sua distância entre as partículas ou diminuindo o raio de curvatura do local e aumentando a dureza no contato de duas partículas finas desde que a força de van der Waals seja considerada como um dominante entre as várias forças de interação que atuam sobre o pó fino quando em uma condição seca (CASTELLANOS, 2005).

[0034] Na busca pelo estado da técnica em literaturas científica e patentária, foram encontrados os seguintes documentos que tratam sobre o tema:

[0035] O documento KR100949379, intitulado “Method For Recycling Waste Powdery Paints, Reclaimed Powdery Paints And Manufacturing Method Of The Same”, revela um método de reciclagem de resíduos de tinta em pó. O método compreende utilizar moinho de três rolos para fundir os resíduos, com auxílio do catalisador, para posterior incorporação durante a fabricação de tinta em pó virgem, pelo método convencional de extrusão. Os catalisadores empregados são metanol e fenol, que representam um risco à saúde do trabalhador que venha a entrar em contato com o reprocessamento, além de serem prejudiciais ao meio ambiente.

[0036] O documento US6433030, intitulado “Method for processing coating powder waste and coating powders thus obtained”, revela um processo para reaproveitar resíduos de verniz em pó, sem fundir completamente os resíduos, originando um produto sinterizado, sem tratamento de extrusão. O documento não emprega a dissolução de dos resíduos em solvente orgânico.

[0037] O documento US5565164, intitulado “Method and apparatus for densifying a thermoplastic polymer”, revela um método e um dispositivo para densificação de um polímero termoplástico. O documento emprega aquecimento das partículas de polímero termoplástico, de modo a densificar tais partículas, que ficam suspensas em um fluxo numa câmara.

[0038] Assim, do que se depreende da literatura pesquisada, não foram encontrados documentos antecipando ou sugerindo os ensinamentos da presente invenção, de forma que a solução aqui proposta possui novidade e

atividade inventiva frente ao estado da técnica.

[0039] Em suma, a produção de tinta em pó gera resíduos de pó fino, que não estão aptos à aplicação como tinta em pó e as tecnologias atualmente disponíveis para reformulação deste pó fino em um pó utilizável se mostram processos caros e demasiadamente complicados. Uma possibilidade atualmente explorada no estado da técnica é incorporar os resíduos finos na primeira fase de produção de tinta em pó, ou seja, na etapa de mistura das matérias primas, mas esta pode ser considerada uma abordagem desvantajosa devido ao fato que o material é fundido e novamente exposto a temperaturas elevadas, na extrusora. A extrusão repetida degrada a qualidade do revestimento em pó, especialmente se uma grande proporção de finos é usada. Além disso, pode-se gerar problemas na alimentação da extrusora e no seu funcionamento, devido ao fato que este pó fino gera excesso de calor por atrito ocasionando o superaquecimento do material. A tinta em pó com partículas de diferentes tamanhos apresenta desvantagens no momento de sua aplicação, devido a diferente absorção de água pelas partículas.

[0040] Além disso, instalações de pequeno porte não podem incorporar os resíduos finos no processo devido à falta de continuidade de produção da tinta em pó com a mesma cor e composição química.

[0041] Outra opção atualmente disponível é destinar o resíduo de pó fino a aterros industriais, gerando custos para o fabricante e eterna responsabilidade pelo material ali depositado.

[0042] Portanto, resta na técnica a necessidade de uma tecnologia que proveja o reaproveitamento de resíduos finos de tinta em pó de maneira simples e barata, capaz de uniformizar o tamanho de partícula destes, mantendo-se a qualidade do revestimento em pó resultante, e que não apresente restrições à coloração do pó, sendo aplicável tanto em indústrias de grande como de pequeno porte

Sumário da Invenção

[0043] Dessa forma, a presente invenção tem por objetivo resolver os problemas constantes no estado da técnica a partir de um reprocessamento dos resíduos finos de tinta em pó, que consiste em uma técnica de dissolução a frio dos resíduos finos, que proporciona homogeneização colorimétrica do resíduo e culmina com a formação de um único material sólido e homogêneo. Este material pode ser aplicado novamente como revestimento em pó, possuindo propriedades físico-químicas e qualidade necessárias.

[0044] Em um primeiro aspecto, a presente invenção apresenta um reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó a frio que compreende as etapas de:

- a) dissolução dos resíduos finos em solvente orgânico numa proporção [resíduo:solvente] que varia entre [95:5 em peso] e [5:95 em peso];
- b) remoção do solvente orgânico do produto obtido em a);
- c) moagem do produto obtido em b);
- d) ajuste de granulometria do produto obtido em c).

[0045] Em outro aspecto, a presente invenção apresenta resíduos finos reprocessados que são obtidos por reprocessamento conforme definido anteriormente.

[0046] Em outro aspecto, a presente invenção apresenta o uso de resíduos finos reprocessados, conforme definidos anteriormente, para fabricação de tintas líquidas ou tintas em pó.

[0047] Em outro aspecto, a presente invenção apresenta uma tinta que compreende os resíduos finos reprocessados conforme definido anteriormente.

[0048] Em outro aspecto, a presente invenção apresenta um processo de fabricação de tinta, conforme definida anteriormente, que compreende: reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó a frio, conforme definidos anteriormente.

[0049] Ainda, o conceito inventivo comum a todos os contextos de proteção reivindicados está no reaproveitamento de resíduos finos de tinta em pó. O reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó origina um produto de

tamanho e cor homogêneos, sendo este o resíduo fino reprocessado, que pode então ser incorporado em uma tinta em pó com qualidade equiparável às tintas em pó virgens que não contém o resíduo fino reprocessado, e qualidade superior às tintas em pó que incorporam resíduos finos sem qualquer tratamento.

[0050] Estes e outros objetos da invenção serão imediatamente valorizados pelos versados na arte e pelas empresas com interesses no segmento, e serão descritos em detalhes suficientes para sua reprodução na descrição a seguir.

Breve Descrição das Figuras

[0051] Com o intuito de melhor definir e esclarecer o conteúdo do presente pedido de patente, é apresentada as presente figuras:

[0052] A figura 1 mostra etapas de um processo preferencial de recuperação de finos da tinta em pó.

[0053] A figura 2 mostra a ilustração do gabarito utilizado para as medidas de espessura média do revestimento.

[0054] A figura 3 mostra padrões de classificação dos resultados do teste de adesão. 3(a) equivale a 0% de área removida; 3(b) equivale a 5% de área removida; 3(c) equivale a 15% de área removida; 3(d) equivale a 35% de área removida; 3(e) equivale a 65% de área removida.

[0055] A figura 4 mostra resíduo de tinta em pó com etanol. (a) Resultado imediato após a mistura; (b) Após 24 horas.

[0056] A figura 5 mostra resíduo de tinta em pó com éter etílico. (a) Resultado imediato após a mistura; (b) Após 24 horas.

[0057] A figura 6 mostra resíduo de tinta em pó com tolueno. (a) Resultado imediato após a mistura; (b) Após 24 horas.

[0058] A figura 7 mostra resíduo de tinta em pó com ciclohexano. (a) Resultado imediato após a mistura; (b) Após 24 horas.

[0059] A figura 8 mostra resíduo de tinta em pó com acetona. (a)

Resultado imediato após a mistura; (b) Após 24 horas

[0060] A figura 9 mostra resíduo de tinta em pó com acetona, após 48 horas em temperatura ambiente

[0061] A figura 10 mostra um moinho em facas.

[0062] A figura 11 mostra o resultado do teste de aderência

[0063] A figura 12 mostra aspecto da amostra após ser submetida a ensaio de flexibilidade com tinta em pó comercial.

[0064] A figura 13 mostra o aspecto da amostra após ensaio de flexibilidade com tinta em pó oriunda dos resíduos finos da fabricação.

[0065] A figura 14 mostra o resultado do ensaio quanto à resistência ao impacto.

[0066] A figura 15 mostra o aspecto das amostras revestidas com tinta em pó oriunda dos resíduos finos da fabricação após 528 horas de exposição à névoa salina.

[0067] A figura 16 mostra o aspecto das amostras revestidas com tinta em pó oriunda dos resíduos finos da fabricação após os procedimentos de migração subcutânea.

Descrição Detalhada da Invenção

[0068] Em um primeiro aspecto, a presente invenção apresenta um reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó a frio que compreende as etapas de:

- a) dissolução dos resíduos finos em solvente orgânico numa proporção [resíduo : solvente] que varia entre [95:5 em peso] e [5:95 em peso];
- b) remoção do solvente orgânico do produto obtido em a);
- c) moagem do produto obtido em b);
- d) ajuste de granulometria do produto obtido em c).

[0069] Em uma realização preferencial, os resíduos finos possuem tamanho de partícula que varia entre 5 μ m a 150 μ m.

[0070] Em uma realização preferencial, os resíduos finos de tinta em pó

são provenientes de tintas em pó da mesma coloração ou de colorações diferentes.

[0071] Em uma realização preferencial, o solvente orgânico é selecionado do grupo que consiste de: etanol, éter etílico, tolueno, ciclo hexano, acetona, ou combinações entre os mesmos.

[0072] Em uma realização preferencial, o solvente orgânico é acetona.

[0073] Em uma realização preferencial, a proporção [resíduo : solvente] varia entre [7 : 3] em peso e [3 : 7] em peso.

[0074] Em uma realização preferencial, a proporção [resíduo : solvente] varia entre [8 : 2] em peso e [6 : 4] em peso.

[0075] Em uma realização preferencial, a proporção [resíduo : solvente] varia entre [7 : 3] em peso e [6 : 4] em peso.

[0076] Em uma realização preferencial, a proporção [resíduo : solvente] varia entre [66 : 34] em peso e [65 : 35] em peso.

[0077] Em uma realização preferencial, a proporção [resíduo : solvente] é [65,5: 34,5] em peso.

[0078] Em uma realização preferencial, a etapa b) compreende adicionalmente recuperação do solvente orgânico removido do produto obtido em a).

[0079] Em uma realização preferencial, a etapa b) compreende adicionalmente aquecimento do produto obtido em a).

[0080] Em outro aspecto, a presente invenção apresenta resíduos finos reprocessados que são obtidos por reprocessamento conforme definido anteriormente.

[0081] Em outro aspecto, a presente invenção apresenta uso de resíduos finos reprocessados, conforme definido anteriormente, para fabricação de tintas líquidas ou tintas em pó.

[0082] Em uma realização preferencial, o uso de resíduos finos reprocessados, conforme definido anteriormente, é para fabricação de tintas em pó.

[0083] Em outro aspecto, a presente invenção apresenta tinta caracterizada por compreender resíduos finos reprocessados conforme definido anteriormente.

[0084] Em uma realização preferencial, a tinta compreende adicionalmente um ou mais elementos selecionados do grupo que consiste de: tinta em pó virgem, resinas, agente de cura, pigmentos, cargas ou aditivos.

[0085] Em uma realização preferencial, a tinta é em pó.

[0086] Em outro aspecto, a presente invenção apresenta processo de fabricação de tinta, conforme definida anteriormente, que compreende: reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó a frio, conforme anteriormente.

[0087] Em uma realização preferencial, o processo compreende adicionalmente etapa de adição de um ou mais elementos selecionados do grupo que consiste de: tinta em pó virgem, resinas, agente de cura, pigmentos, cargas ou aditivos.

[0088] Em uma realização preferencial, o processo compreende adicionalmente pelo menos uma das etapas escolhidas do grupo que consiste em: extrusão ou calandragem.

[0089] O reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó a frio se propõe a minimizar o problema da geração de resíduos finos tanto em empresas que fabricam quanto em empresas que utilizam a tinta em pó. O reprocessamento permite obter resíduos finos reprocessados de cor padronizada, além de reduzir o consumo de energia elétrica.

[0090] Como já relatado anteriormente, em uma realização preferencial do reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó, o solvente a ser empregado é a acetona, um solvente menos agressivo à saúde do trabalhador que irá entrar em contato com o reprocessamento e também menos prejudicial ao meio ambiente em comparação com outros solventes.

[0091] Um ponto importante a ser observado é que tanto o reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó quanto eventuais processos

de fabricação de tinta envolvendo os resíduos finos reprocessados podem envolver etapas de aquecimento. Por exemplo, no reprocessamento de resíduos finos o aquecimento pode ser empregado para evaporação do solvente, embora as temperaturas atingidas não se aproximem da temperatura de cura da tinta. O mesmo pode ocorrer na fabricação de uma tinta em pó, em que são adicionados pigmentos aos resíduos finos reprocessados e ocorre uma etapa adicional de extrusão. A temperatura atingida na referida etapa de extrusão é inferior a temperatura de cura da tinta.

[0092] Os resíduos finos reprocessados podem ser aplicados diretamente como tinta em pó ou podem passar a integrar processos de fabricação de tintas líquidas ou em pó, sendo adicionados a outros componentes, como, por exemplo, tinta em pó virgem, resinas, agente de cura, pigmentos, cargas ou aditivos.

[0093] Para aplicação direta dos resíduos finos reprocessados como tinta em pó é possível fazer uso de equipamentos destinados a este fim, bem relatados na técnica. Um exemplo é um equipamento de aplicação manual, modelo TCA ECO TECNOVANCE 301.

[0094] No caso de utilizar os resíduos finos reprocessados em outros processos de fabricação de tinta, o processo pode compreender etapas adicionais como extrusão (para encapsulamento de pigmentos na matriz polimérica, por exemplo) ou calandragem.

[0095] Uma vantagem de se adicionar os resíduos finos reprocessados a um processo de fabricação de tintas líquidas consiste em minimizar o super aquecimento na extrusora, uma vez que os resíduos finos reprocessados poderiam ser incorporados antes da etapa de moagem, e o material particulado que entraria na extrusora teria um tamanho médio na ordem de milímetros, minimizando o superaquecimento causado pelo atrito de resíduos finos (não reprocessados).

[0096] O tamanho dos resíduos finos reprocessados é variável e pode ser ajustado para o tamanho desejado na etapa “d” do reprocessamento de

resíduos finos de tinta em pó (etapa de ajuste de granulometria). Preferencialmente, o resíduo possui a mesma faixa de tamanho de uma tinta em pó convencional.

[0097] A seguir, são apresentadas as definições de alguns termos que serão utilizados ao longo do pedido de patente:

Resíduos Finos de Tinta em Pó

[0098] No contexto do presente pedido de patente, a expressão “resíduos finos de tinta em pó”, também denominada de “resíduos finos” ou também apenas “finos”, deve ser entendida como se referindo aos resíduos finos oriundos da fabricação de tinta em pó ou resíduos finos oriundos da aplicação de tinta em pó em um substrato (resultantes da não aderência de partículas de tinta em pó ao substrato), que não possuem propriedades adequadas a utilização como tinta em pó nem à reformulação em pó utilizável. Os resíduos finos podem ser de qualquer coloração ou podem constituir misturas de resíduos finos oriundos de tintas em pó de cores e resinas diferentes. O tamanho de partícula dos resíduos finos preferencialmente varia entre 5 μ m a 150 μ m, mas não limita-se a esta faixa.

Solvente Orgânico

[0099] No contexto do presente pedido de patente, a expressão “solvente orgânico” deve ser entendida como se referindo à classe de substâncias químicas orgânicos, que são frequentemente usados para dissolver, diluir ou dispersar materiais que são pouco solúveis em água. Exemplos não-limitantes de solventes orgânicos incluem: etanol, éter etílico, tolueno, ciclohexano, acetona, entre outros, além de combinações entre estes.

Proporção [resíduo:solvente]

[0100] No contexto do presente pedido de patente, o termo “proporção [resíduo:solvente]” deve ser entendido como uma proporção em peso da massa de resíduo em relação à massa de solvente correspondendo à proporção de solvente orgânico que deve ser empregada para dissolver os resíduos finos de tinta em pó.

Ajuste de Granulometria

[0101] No contexto do presente pedido de patente, o termo “ajuste de granulometria” deve ser entendido como um procedimento que consiste na separação de partículas de uma amostra com base em seu tamanho, de forma que o produto resultante do ajuste de granulometria terá tamanho definido previamente. Uma das maneiras compatíveis com a presente invenção de ajuste de granulometria é através da utilização de peneiras.

Recuperação do Solvente Orgânico

[0102] No contexto do presente pedido de patente, a expressão “recuperação de solvente orgânico” deve ser entendida como recuperação do solvente orgânico que foi removido da mistura de resíduos de tinta em pó e solvente orgânico, podendo ser reaproveitado no processo. Uma das maneiras de recuperação do solvente orgânico compatível com a presente invenção seria utilizar um equipamento com circulação forçada de ar acoplado a um condensador.

Resíduos Finos Reprocessados

[0103] No contexto do presente pedido de patente, a expressão “resíduos finos reprocessados” deve ser entendida como se referindo ao produto resultante do reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó.

Tinta em Pó

[0104] No contexto do presente pedido de patente, o termo “tinta em pó” deve ser entendido como tintas fornecidas na forma de pó finamente dividido de polímero orgânico, podendo ser termoplásticas ou termorrígidas, em que 100% das matérias-primas são sólidas. Tintas em pó são formadas pela dispersão de pigmentos em um meio aglomerante que, ao ser aplicado sobre uma superfície ou substrato, forma uma camada termoplástica ou termorrígida.

Tinta em Pó Virgem

[0105] No contexto do presente pedido de patente, o termo “tinta em pó virgem” deve ser entendido como tintas em pó que não sofreram nenhum reprocessamento ou processo de reciclagem, sendo produzidas da forma

tradicional, e que englobam as tintas em pó comercialmente disponíveis.

Tinta Líquida

[0106] No contexto do presente pedido de patente, o termo “tinta líquida” deve ser entendido como tintas na forma líquida, formadas pela dispersão de pigmentos em um meio aglomerante que, ao ser aplicado sobre uma superfície ou substrato, seca-se e forma uma camada termoplástica ou termorrígida. As tintas líquidas empregam solventes em sua composição.

Resina

[0107] No contexto do presente pedido de patente, o termo “resina” deve ser entendido como sendo o agente aglomerante das partículas de pigmentos e responsável pela formação da película e adesão ao substrato, empregado preferencialmente na fabricação de tintas. Exemplos de resinas compatíveis com a presente invenção incluem, mas não limitam-se a, resinas poliéster, epóxi, híbrida (epóxi e poliéster), poliuretano e acrílica.

Agente de Cura

[0108] No contexto do presente pedido de patente, o termo “agente de cura”, ou também os termos equivalentes “endurecedor” ou “reticulante”, deve ser entendido como substâncias que reagem com a resina formando o polímero triglicidil-isocianurato (TGIC ou Primid), e não devem reagir à temperatura ambiente. As reações de cura são também conhecidas por reações de reticulação que são aquelas responsáveis pela formação de ligações cruzadas (reticulações) das cadeias dos polímeros durante a etapa de cura das macromoléculas resultando em uma rede polimérica (TAGER, 1972). Para cada classificação de tinta em pó existem diferentes formas de reticulação, ou seja, nas tintas em pó do tipo híbrido a cura é obtida através da reação de resina poliéster com resina epóxi, para tintas em pó do tipo poliéster puro a cura é feita com triglicidil-isocianurato, que é um composto químico dotado com três glicidila por molécula, para tintas em pó poliuretânicas a reticulação ocorre através da reação do poliéster com um poliisocianato bloqueado, as tintas em pó poliuretânicas também podem ser constituídas por

uma resina acrílica e um endurecedor poliisocianato bloqueado, não sendo tão comuns quanto as baseadas em poliéster. Exemplos não-limitantes de agentes de cura para a reticulação do poliéster são o TGIC, o tetrametoximetilglicolurila e certas hidroxi-alkiladipamidas.

Pigmento

[0109] No contexto do presente pedido de patente, o termo “pigmento” deve ser entendido como substâncias pulverulentas, adicionadas para se obter a coloração desejada da tinta, além de também poderem ser utilizadas para, encorpar a película ou conferir propriedades anticorrosivas às tintas. Estes pigmentos devem ser inertes, resistentes à luz e ao calor. Os pigmentos podem ser classificados de acordo com a natureza, onde são conhecidos como orgânicos e inorgânicos, e com relação à finalidade, ou seja, utilizados como cargas, anticorrosivos, tintoriais e especiais

Carga

[0110] No contexto do presente pedido de patente, o termo “carga”, ou também denominado “reforçante”, deve ser entendido como sendo substâncias que conferem propriedades especiais às tintas, influenciando o brilho e dureza da película, proporcionando enchimento e melhora na proteção do filme por barreira. Exemplos não-limitantes de cargas são os carbonatos e sulfatos, como o carbonato de cálcio (calcita), o carbonato de cálcio e magnésio (dolomita), e o sulfato de bário precipitado e natural (barita).

Aditivos

[0111] No contexto do presente pedido de patente, o termo “aditivos”, deve ser entendido como qualquer substância capaz de alterar as forças eletrostáticas, brilho, condutividade, dureza da superfície, entre outras propriedades da tinta. Os aditivos podem ser agrupados em diferentes classes, cada uma das quais se refere a determinadas propriedades a serem alcançadas ou maximizadas. Os mais comuns são as ceras sintéticas, conhecidos com aditivos de superfície, baseadas em hidrocarbonetos, que quando adicionadas nas tintas, atuam na superfície do filme, melhorando

algumas propriedades, tais como: resistência a risco, criar o efeito de textura no filme e melhorar o alastramento e evitar a formação de imperfeições ao longo da superfície. Os aditivos para melhorar a pulverização são constituídos fundamentalmente por sílica e óxidos de alumínio. Seu uso possibilita a boa fluidez do pó, evitando a sua aglomeração, sendo assim uma melhor produtividade e eficiência, considerando que as operações de moagem e de classificação por peneira são facilitadas (FAZENDA, 2005; GAUTO; ROSA, 2013).

Exemplo 1. Realização Preferencial

[0112] Os exemplos aqui mostrados têm o intuito somente de exemplificar uma das inúmeras maneiras de se realizar a invenção, contudo sem limitar, o escopo da mesma.

Exemplo I – Reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó

1. Materiais Utilizados:

1.1 Resíduos finos da fabricação de tinta em pó

[0113] O resíduo fino da fabricação de tinta em pó compatível com a presente invenção pode ser constituído basicamente de resíduos finos de tinta em pó de qualquer coloração tinta em pó a base de resina epóxi, resina poliéster, resina híbrida (epóxi e poliéster), resina de poliuretano e/ou resina acrílica. Nesta realização preferencial, os resíduos finos utilizados eram de todas as cores de tinta em pó, a base de resina epóxi e resina poliéster, fornecidos pela empresa Superlack Indústria Brasileira de Tintas Ltda., sendo o percentual de cada resina em relação à massa total desconhecido.

1.2 Solvente orgânico

[0114] O etanol, o éter etílico, o tolueno, o ciclohexano e a acetona, são exemplos de solventes orgânicos compatíveis com a presente invenção. Os solventes orgânicos utilizados para a dissolução da tinta em pó foram: etanol, o éter etílico, o tolueno, o ciclohexano e a acetona, todos com pureza analítica (P.A.), fornecidos pela empresa Vetec Química Fina. A acetona P.A. usada

inicialmente foi substituída por acetona pura fornecida pela empresa Simo Química.

1.3 Tinta em pó comercial

[0115] Para parâmetros de comparação, foi utilizada uma tinta em pó comercial híbrida, sendo esta constituída de um teor de 30% de resina epóxi e 70% de resina poliéster em peso, na cor prata. Esta tinta foi fornecida pela empresa Superlack Indústria Brasileira de Tintas Ltda. A tinta utilizada neste trabalho passou pelo processo convencional de fabricação e controle de qualidade a cura foi realizada em estufa estacionaria sem circulação de ar a uma temperatura de 200°C com um tempo de cura de 10 minutos.

1.4 Substrato metálico

[0116] Os painéis de aço ABNT 1008 utilizados foram confeccionados a partir de chapa de aço carbono, com dimensões de 70 x 120 x 0,65 mm. Os corpos de prova metálicos utilizados para os ensaios foram desengraxados e fosfatizados conforme descrito no item 2.3.

2. Métodos De Obtenção Da Tinta Em Pó Recuperada:

[0117] As etapas do processo de recuperação de finos da tinta em pó estão apresentadas no fluxograma mostrado na Figura 1.

2.1 Natureza do solvente

[0118] Foram realizados testes individuais utilizando os cinco solventes orgânicos mencionados anteriormente, a fim de definir o solvente mais apropriado para a dissolução dos resíduos finos da tinta em pó, objetivando uma completa homogeneização das amostras de resíduos finos de tinta em pó.

[0119] Após dissolução o material permaneceu a temperatura ambiente entre 15°C e 25°C até a constatação visual da total evaporação do solvente.

2.2 Moagem e peneiramento

[0120] Os materiais provenientes do processo foram moídos em um moinho de facas de bancada Cadence MDR 301 e posteriormente peneirados em peneira de 200 mesh (abertura de 75 µm) com auxílio de um agitador de peneiras Produstest Mod. por 30 minutos a uma intensidade vibratória de 7 Hz.

2.3 Preparação do substrato metálico

[0121] Os corpos de prova foram preparados para a pintura através do processo de fosfatização à base de fosfato de ferro, com uma concentração de 10 a 30 mL/L, a uma temperatura de 50 a 60°C, aplicado com uma pressão de 1,0 a 2,0 kg/cm² e com um tempo de tratamento de 1 a 3 minutos, realizado na empresa Intral Ltda.

[0122] O processo de fosfatização consiste na formação de uma fina película cristalina de fosfato de ferro com a função de isolamento e ancoragem para a camada de tinta a ser aplicada posteriormente.

[0123] Processo de fosfatização empregado foi do tipo “spray” constituído por dois estágios, sendo o primeiro estágio a etapa de desengraxe e fosfatização e a segunda etapa o enxague dispostos em um equipamento contínuo, sendo que a movimentação é realizada através de transportador do tipo “monovia”.

[0124] A etapa posterior à fosfatização é a secagem das peças, realizada em estufa a temperatura de 200°C, contínua interligada com o mesmo transportador do tipo “monovia” do processo de fosfatização.

2.4 Aplicação e cura da tinta em pó recuperada (contendo resíduos finos reprocessados)

[0125] A tinta em pó recuperada (contendo os resíduos finos reprocessados) foi aplicada nos painéis fosfatizados com a utilização de um equipamento de aplicação manual modelo TCA ECO TECNOAVANCE modelo 301.

[0126] O equipamento de aplicação manual é constituído de uma pistola eletrostática convencional tipo corona, utilizando um gerador elétrico com tensão de saída de até 100 kV, corrente de 60 mA e velocidade da corrente de ar com pressão de 1 psi (0,0689 Bar).

[0127] Os corpos de prova foram curados em estufa estacionária, sendo que o aquecimento da estufa é feito através de resistências elétricas e o controle de temperatura é realizado através de um controlador digital.

[0128] O tempo de cura ao qual foram submetidos os painéis foi de 10 minutos em uma temperatura de 200°C, o processo foi medido através de um cronômetro digital.

3. Caracterização

3.1 Análise de cura

[0129] Para determinar se houve a efetiva cura da tinta em pó oriunda do reprocessamento dos resíduos finos da fabricação de tinta em pó, realizou-se um teste qualitativo de cura no LCOR da UCS, utilizando a metodologia de análise de cura por MEK (etil metil cetona). O teste consiste em colocar um chumaço de algodão em uma solução de MEK até ele ficar completamente embebido pela solução, posteriormente colocar sobre o substrato metálico e deixa-lo em repouso pelo período de 1 minuto. Após a remoção é feita a verificação se há existência de “fiapos” oriundos do algodão. A inexistência destes indica cura eficiente da tinta.

3.2 Espessura média do revestimento

[0130] A espessura da camada de tinta aplicada foi medida com o auxílio do equipamento Minipa MCT 300, que funciona através do método magnético, ou seja, é feita por meio de pulsos ultrassônicos emitidos por um cristal, que se propaga pela tinta e ao atingir o substrato ou outra camada retorna como um eco, sendo captado por outro cristal.

[0131] O tempo em micro-segundos é convertido em leitura digital por um circuito eletrônico e exibido no display em micrometros (μm), de acordo com o procedimento padronizado pela American Society For Testing And Materials (ASTM) (2010) em sua norma ASTM D7378-10.

[0132] O procedimento foi realizado em triplicata, consistido em realizar três medidas em cada ponto num total de seis pontos distintos, conforme a ilustração da Figura 2.

3.3 Aderência

[0133] O ensaio de aderência foi realizado no laboratório de corrosão (LCOR) na Universidade de Caxias do Sul (UCS) seguiu a norma ASTM

D3359-09 método B, o qual consistem em realizar seis cortes em uma área livre de imperfeições, sendo confeccionados em uma única vez com o auxílio de um dispositivo de corte, cada qual com um comprimento de 20 mm com espaçamentos de 2mm entre os cortes (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2009).

[0134] Após este procedimento, outros seis cortes foram realizados com um ângulo de 90° em relação os cortes iniciais. A área foi limpa com papel macio. A grade foi inspecionada com aumento e iluminação para verificar que o substrato foi atingido.

[0135] Foi colada a fita adesiva e puxada em um ângulo de aproximadamente 180°. Depois de removida a fita, comparou-se a área removida com os padrões da norma, conforme apresenta a Tabela 1 e Figura 3 (a – e).

[0136] Tabela 1 – Padrões de classificação dos resultados do teste de adesão.

Classificação	Porcentagem de área removida	Figura que ilustra área da superfície cortada na qual houve deslocamento
5B	0%	Figura 3a
4B	< 5%	Figura 3b
3B	5 – 15%	Figuras 3b e 3c
2B	15 – 35%	Figuras 3c e 3d
1B	35 – 65%	Figuras 3d e 3e
0B	> 65%	Figura 3e

Fonte: American Society for Testing and Materials (2009)

3.4 Flexibilidade (Mandril Cônico)

[0137] No ensaio de flexibilidade a peça pintada é projetada e dobrada sobre o mandril cônico a um ângulo de 180° sobre o mandril e imediatamente se pode ver a presença ou não de trincas e descascamento da superfície da peça. Foi realizado no LCOR na UCS seguiu a norma ASTM D522-08 – método do mandril cônico, utilizando o equipamento Gardner Conical Mandrel

da BYK Gardner (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2008).

3.5 Resistência ao impacto

[0138] O ensaio de impacto consiste em deixar cair determinado peso sobre um perfil pintado a uma determinada altura. As películas devem apresentar o máximo de resistência de impacto, sem aparentar nenhuma trinca, fissura ou destacamento.

[0139] Para observar esta resistência, é realizado o teste de impacto, levando em conta que um ponto de descontinuidade pode afetar uma grande área devido à penetração de agente agressivo. Foi realizado no LCOR na UCS conforme a norma ASTM D2794-10, empregando um equipamento Heavy-Duty Impact Tester da BYK Gardner, utilizando as seguintes forças de impacto 1kg.30cm-1, 1kg.40cm-1, 1kg.50cm-1 e 1kg.60cm -1 (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2010).

3.6 Ensaio de névoa salina

[0140] O ensaio de névoa salina foi realizado no LCOR na UCS conforme a norma ASTM B117-11, por 528 horas em câmara fechada da marca Bass Equipamentos modelo USX-6000/2012(AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS, 2011).

[0141] As chapas metálicas tiveram suas bordas protegidas com cera de abelha e fixadas na câmara em apoios com ângulos entre 15 e 30° em relação vertical, com uma pressão (constante) do ejetor de 0,7 kgf.cm⁻² a 1,7 kgf.cm⁻².

[0142] O ensaio foi realizado em triplicata, conforme as seguintes condições: temperatura da câmara de 35°C podendo variar em 2°C para mais ou para menos; solução de cloreto de sódio 5% podendo variar em 1% para mais ou menos e faixa de pH entre 6,5 a 7,2.

[0143] A fim de avaliar a migração subcutânea, esta foi realizada conforme norma ASTM D714-02 (2009), sendo realizado uma incisão em "I" na superfície pintada dos substratos metálicos.

4. Resultados e Discussão

4.1 Processamento

[0144] Para Mano (1999), a solubilidade depende fundamentalmente da interação das moléculas do soluto com o solvente. Quando as moléculas do solvente são mais afins com o polímero do que com elas próprias podem penetrar entre as cadeias macromoleculares, gerando interações de caráter físico-químico. A tabela 2 mostra os resultados obtidos durante os testes para a escolha do solvente orgânico mais adequado para o processo, considerando amostras com 15 gramas de resíduos finos de tinta em pó e um volume de solvente de 15 mL.

[0145] Tabela 2 - Resultados dos testes com os solventes orgânicos

Solvente	Quant. (ml)	Imediatamente após a mistura	Após 24 horas	Após 48 horas
Etanol P.A.	15	Não houve homogeneização	Material totalmente seco, aglomerado e sólido	Sem alteração
Éter etílico P.A.	12	Houve homogeneização, com aspecto aderente	Material totalmente seco, solidificado	Sem alteração
Tolueno P.A.	15	Houve homogeneização	Totalmente seco e quebradiço	Sem alteração
Acetona P.A.	10	Houve homogeneização	Parcialmente seco, aspecto duro e quebradiço	Totalmente seco, aspecto duro e quebradiço
Acetona	10	Houve homogeneização	Parcialmente seco, aspecto duro e quebradiço	Totalmente seco, aspecto duro e quebradiço

[0146] Canevarolo Jr. (2002), sistematizou algumas regras para que haja solubilização de uma solução:

- a) deve haver semelhança química e estrutural entre o polímero e o solvente, ou seja, normalmente semelhante dissolve semelhante;
- b) polímeros termoplásticos altamente cristalinos apresentam

solubilidade somente a temperaturas próximas à temperatura de fusão cristalina (T_m).

[0147] Semelhante dissolve semelhante, entretanto, essa não pode ser considerada como uma regra geral, pois existem muitos casos de solutos apolares que se dissolvem bem em solventes polares e vice-versa. Este fato está diretamente relacionado ao tipo de força intermolecular do solvente e do soluto (ATKINS, 2012).

[0148] Para o solvente orgânico etanol, ao ser incorporado com o resíduo fino da tinta em pó, observou-se visualmente que não houve uma homogeneização efetiva do resíduo apenas uma aglomeração das partículas como mostra a Figura 4.

[0149] Este resultado está associada ao fato de que o etanol possui ligações com característica de solvente polar prótico, ou seja, forma ligações de hidrogênio, devido ao fato de estar sendo usado para dissolução de resíduos finos basicamente constituídos de resina de base epóxi e poliéster em sua grande maioria, e estas apresentarem característica apolar devido à presença do anel benzênico e forças de interação do tipo dipolo permanente, fazendo com que ocorra apenas uma leve dissociação devido a um impedimento estérico causado através da repulsão do anel benzênico.

[0150] A Figura 5 apresenta o resíduo de tinta em pó com o solvente éter etílico, neste caso observou-se que houve uma completa homogeneização das partículas, mas também se pode observar visualmente que na incorporação do solvente, este apresentou característica aderente e após a completa evaporação do solvente o material resultante apresentava-se solidificado.

[0151] As forças de interação das duas substâncias, o éter etílico e as resinas são de dipolo permanente, devido a isto a interação é considerada forte ocasionando assim o significativo enrijecimento da amostra.

[0152] Com a incorporação de tolueno no resíduo, a fim de se obter a completa homogeneização (Figura 6), observou-se visualmente que este objetivo foi alcançado, mas também se pode observar que mesmo após 48

horas o material resultante ainda apresentava-se com solvente, ou seja, não houve evaporação completa.

[0153] O tolueno possui ligações com característica apolar e os resíduos finos basicamente são constituídos de resina de base epóxi e poliéster em sua grande maioria, as quais tem característica apolar devido à presença do anel benzênico e forças de interação do tipo dipolo permanente, devido ao fato que na maioria das vezes semelhante dissolve semelhante ocorre à completa homogeneização do material, mas devido ao tamanho da cadeia e ao tipo de interação, a evaporação deste solvente é decorrente da dificuldade de saída da molécula da cadeia, sendo assim havendo uma necessidade de um maior tempo.

[0154] A Figura 7 apresenta o resíduo de tinta em pó com ciclohexano, pode-se observar visualmente a completa homogeneização das partículas e uma evaporação do solvente de forma significativamente rápida, mas também se pode observar que após a evaporação completa do solvente o material resultante não apresentava boas características, ou seja, retornava-se a forma de pó fino com bastante facilidade quando exposto a uma força direta sobre sua superfície.

[0155] Por se tratar de substâncias semelhantes, ou seja, substâncias apolar, ocorre à completa homogeneização do material. Pode-se observar visualmente a evaporação deste solvente se dá de forma rápida, devido à baixa interação com o anel benzênico.

[0156] Quando se utilizou acetona pura para a completa homogeneização o resíduo fino de tinta em pó, pode-se observar visualmente como mostra a Figura 8 que houve a completa dissolução das partículas finas de tinta em pó com o solvente, posteriormente a completa evaporação do solvente observou-se que o material apresentava uma boa consistência sólida e ao mesmo tempo quebradiça.

[0157] Objetivando uma completa homogeneização dos resíduos finos da tinta em pó, perante os resultados obtidos, optou-se por usar acetona pura

devido ao fato de apresentar boa interação com o resíduo e apresentar um melhor resultado em aspectos físicos do material obtido ao final do processo. Esta interação está associada ao fato das duas substâncias apresentarem ligações consideradas fortes do tipo dipolo permanente.

[0158] Foram adicionados 100 mL de solvente orgânico para cada 150 g de finos de tinta em pó em um Becker de vidro a temperatura ambiente e com agitação manual constante até total dissolução do material, este processo foi repetido por diversas vezes totalizando 2,1 kg de tinta recuperada e um consumo de 1,4 litros de acetona ao final do processo.

[0159] Posteriormente, o material permaneceu a temperatura ambiente de 15°C a 25°C por 48 horas, para total evaporação do solvente, o material resultante desta etapa está representado na Figura 9.

4.2 Moagem e Peneiramento

[0160] O resíduo oriundo da etapa de evaporação do solvente representado pela Figura 8 foi moído em um moinho de facas representado na Figura 10 (a) e o material resultante deste processo está representado na Figura 10 (b).

[0161] O material resultante deste processo de moagem, foi peneirado com peneira de 200 mesh (abertura de 75µm) e posteriormente encaminhado para o processo de pintura e cura em estufa à 200°C por 10 minutos. Ao remover as chapas pintadas, observou-se visualmente que a tinta oriunda dos resíduos finos de tinta em pó, após a cura no substrato metálico ficou com uma coloração cinza e com baixo brilho.

4.3 Análise de Cura

[0162] Para o tempo de 10 minutos a 200°C os resultados do teste qualitativo com MEK apresentaram resultados satisfatórios para a cura completa do sistema utilizando a tinta em pó oriunda do reprocessada dos finos de tinta em pó, os quais não apresentaram resíduos de algodão aderidos ao filme aplicado em substrato metálico após os 60 segundos de teste.

4.3 Espessura Média do Revestimento

[0163] Os resultados da espessura média da camada dos revestimentos para a tinta em pó comercial e tinta em pó oriunda da recuperação dos resíduos finos do processo de fabricação de tinta em pó esta representado na Tabela 3, bem como qual ensaio foi realizado em cada amostra. Observa-se que há uma variação entre os valores encontrados para cada substrato com o mesmo tipo de tinta e que entre os dois tipos de tinta a uma diferença significativa de valores.

[0164] Tabela 3 - Espessura média da tinta em pó comercial e da tinta oriunda dos resíduos finos da fabricação

Amostra	Espessura média (μm) "comercial"	Ensaio	Espessura média (μm) "reprocessada"	Ensaio
1	81,3	Flexibilidade	61,3	Aderência
2	80,3	Impacto 40	69,3	Impacto 40
3	62,3	Aderência	67,0	Impacto 50
4	86,0	Impacto 30	42,5	Flexibilidade
5	77,3	Impacto 60	74,0	Impacto 60
6	75,0	Aderência	57,3	Aderência
7	75,0	Aderência	44,3	Flexibilidade
8	76,5	Impacto 50	61,5	Aderência
9	83,3	Flexibilidade	64,3	Impacto 30
10	85,8	Ataque químico	72,0	Ataque químico
11	-	-	82,0	Névoa salina
12	-	-	83,5	Névoa salina

4.4 Aderência

[0165] Os resultados obtidos do teste de aderência estão representados na Figura 11(a) para a tinta comercial e na Figura 11(b) para a tinta oriunda de finos. Os resultados do teste de aderência para os dois materiais foram obtidos através da comparação com os padrões visuais representados pela Figura 3 (a-e).

[0166] Para todas as amostras constatou-se a inexistência de áreas deslocadas, apresentando uma classificação para o ensaio de aderência de

5B, que corresponde a 0% de área removida.

4.5 Flexibilidade

[0167] Os resultados obtidos no ensaio de flexibilidade estão representados nas imagens da Figura 12 para a tinta comercial e na Figura 13 para a tinta oriunda de finos. Os resultados do obtidos para o ensaio, são considerados bons, pois não houve falhas ao longo do revestimento orgânico, ou seja, inexistência de áreas deslocadas para os dois materiais.

4.6 Resistência ao Impacto

[0168] Os resultados obtidos do ensaio de impacto estão representados na Figura 14. Com base na análise visual pode-se constatar que as amostras com a tinta em pó oriunda de finos apresentam excelente resistência à deformação rápida (impacto) para uma força de 1kg.30cm⁻¹ e 1kg.40cm⁻¹, para uma força de 1kg.50cm⁻¹ a amostra apresenta uma baixa resistência ao impacto, como mostra a Figura 14 (e), devido ao fato de apresentar apenas fissuras, já para uma força de 1kg.60cm⁻¹ a amostra representada pela Figura 14 (g) apresenta além de fissuras, o deslocamento da tinta em pó oriunda dos resíduos finos.

[0169] As amostras com tinta em pó comercial apresentaram uma baixa resistência ao impacto, como mostra a Figura 14 (b)(d)(f)(h), devido ao fato de apresentar fissuras e deslocamento da tinta em pó comercial.

4.7 Ensaio de Névoa Salina

[0170] O ensaio de névoa salina foi realizado para avaliar o desempenho de proteção à corrosão da tinta em pó oriunda dos resíduos finos da fabricação. A Figura 15 apresenta o aspecto das amostras após 528 horas de exposição ao ensaio. Não foi constatada a incidência de bolhas ou pontos de corrosão em outras regiões da superfície revestida, apenas na incisão.

[0171] Durante o ensaio, após 24 horas de ensaio observou-se corrosão vermelha na incisão das peças, após 48 horas e 72 horas de ensaio não houve alteração após 96 horas de ensaio observou-se corrosão vermelha com acúmulo e escorrimento de produto de corrosão vermelha da incisão das

peças. Após 168 horas de ensaio observou-se corrosão vermelha evidente com acúmulo e escorrimento evidente de produto de corrosão vermelha da incisão das peças. Até 264 horas de ensaio não houve alteração. Alterações nas amostras ocorreram somente após 336 horas de ensaio observou-se corrosão vermelha abundante com acúmulo e escorrimento abundante de produto de corrosão vermelha da incisão das peças. Após 528 horas de ensaio observou-se corrosão vermelha abundante e volumosa com acúmulo e escorrimento abundante e volumoso de produto de corrosão vermelha da incisão das peças.

[0172] Após os procedimentos para verificação da migração subcutânea representada na Figura 16, foram consideradas dez medidas ao longo da incisão. Estas medidas foram realizadas a partir da incisão até a região onde o revestimento perdeu a aderência (um lado da raspagem) e perpendicular a incisão. Sendo encontrado um valor mínimo de 0,00 mm e um valor máximo de 2,00 mm de deslocamento, o valor médio de deslocamento é de 1,8mm.

4.8 Comparativo do Resultado dos Ensaio com Tinta em Pó Reprocessada X Tinta em Pó Comercial

[0173] A tabela 4 apresenta um comparativo dos resultados encontrados através dos ensaios realizados para a tinta em pó oriunda dos finos, com os ensaios realizado por empresas em tintas padrão (comerciais).

[0174] Tabela 4 - Comparativo dos valores encontrados para a tinta reprocessada com valores de tintas em pó comercializadas:

Método	Norma ASTM	Empresas*			REPROCESSADA – tinta em pó híbrida
		ISOCOAT – tinta em pó híbrida	WEG – tinta em pó híbrida	EPRISTINTA – tinta em pó híbrida	
Espessura média do revestimento	D7378-10	50 µm	50-70 µm	50-60 µm	42,3-86 µm
Aderência	D3359-09 mét. B	5B	5B	5B	5B
Flexibilidade	D522-08	Min. 3,2mm sem fissuras	Máx. 5mm	Sem trincas/fissuras	Sem trincas/fissuras
Resistência ao impacto	D2794-10	40 kg.cm	Min. 40 kg.cm	Min. 20 kg.cm	Min. 40 kg.cm
Ensaio de névoa salina	B117-11	500 horas	500 horas	500 horas	500 horas
Migração subcutânea	-	Máx. 2mm	-	Máx. 3mm	Máx. 2mm

Notas: *Informações retiradas dos boletins técnicos de cada empresa.

[0175] Os versados na arte valorizarão os conhecimentos aqui apresentados e poderão reproduzir a invenção nas modalidades apresentadas e em outras variantes, abrangidas no escopo das reivindicações anexas.

Reivindicações

1. Reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó a frio **caracterizado** por compreender as etapas de:

a) dissolução dos resíduos finos em acetona numa proporção [resíduo:solvente] que varia entre [95:5 em peso] e [5:95 em peso];

b) remoção da acetona do produto obtido em a);

c) moagem do produto obtido em b);

d) ajuste de granulometria do produto obtido em c).

2. Reprocessamento, de acordo com a reivindicação 1, **caracterizado** pelos resíduos finos possuírem tamanho de partícula que varia entre 5 μ m a 150 μ m, e serem provenientes de tintas em pó da mesma coloração ou de colorações diferentes.

3. Reprocessamento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 2, **caracterizado** pela proporção [resíduo:solvente] variar entre 7:3 em peso e 3:7 em peso.

4. Reprocessamento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 3, **caracterizado** pela etapa b) compreender adicionalmente recuperação do solvente orgânico removido do produto obtido em a).

5. Reprocessamento, de acordo com qualquer uma das reivindicações 1 a 4, **caracterizado** pela etapa b) compreender adicionalmente aquecimento do produto obtido em a).

6. Resíduos finos reprocessados **caracterizados** por serem obtidos por reprocessamento conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5.

7. Uso de resíduos finos reprocessados, conforme definido na reivindicação 6, **caracterizado** por ser para fabricação de tintas líquidas ou tintas em pó.

8. Tinta **caracterizada** por compreender resíduos finos reprocessados conforme definidos na reivindicação 6.

9. Tinta, de acordo com a reivindicação 8, **caracterizada** por

compreender adicionalmente um ou mais elementos selecionados do grupo que consiste de: tinta em pó virgem, resinas, agente de cura, pigmentos, cargas ou aditivos.

10. Tinta, de acordo com a reivindicação 8 ou 9, **caracterizada** por ser em pó.

11. Processo de fabricação de tinta, conforme definida em qualquer uma das reivindicações 8 a 10, **caracterizado** por compreender: reprocessamento de resíduos finos de tinta em pó a frio, conforme definido em qualquer uma das reivindicações 1 a 5.

12. Processo, de acordo com a reivindicação 11, **caracterizado** por compreender adicionalmente etapa de adição de um ou mais elementos selecionados do grupo que consiste de: tinta em pó virgem, resinas, agente de cura, pigmentos, cargas ou aditivos.

13. Processo, de acordo com a reivindicação 11 ou 12, **caracterizado** por compreender adicionalmente pelo menos uma das etapas escolhidas do grupo que consiste em: extrusão ou calandragem.

FIGURAS

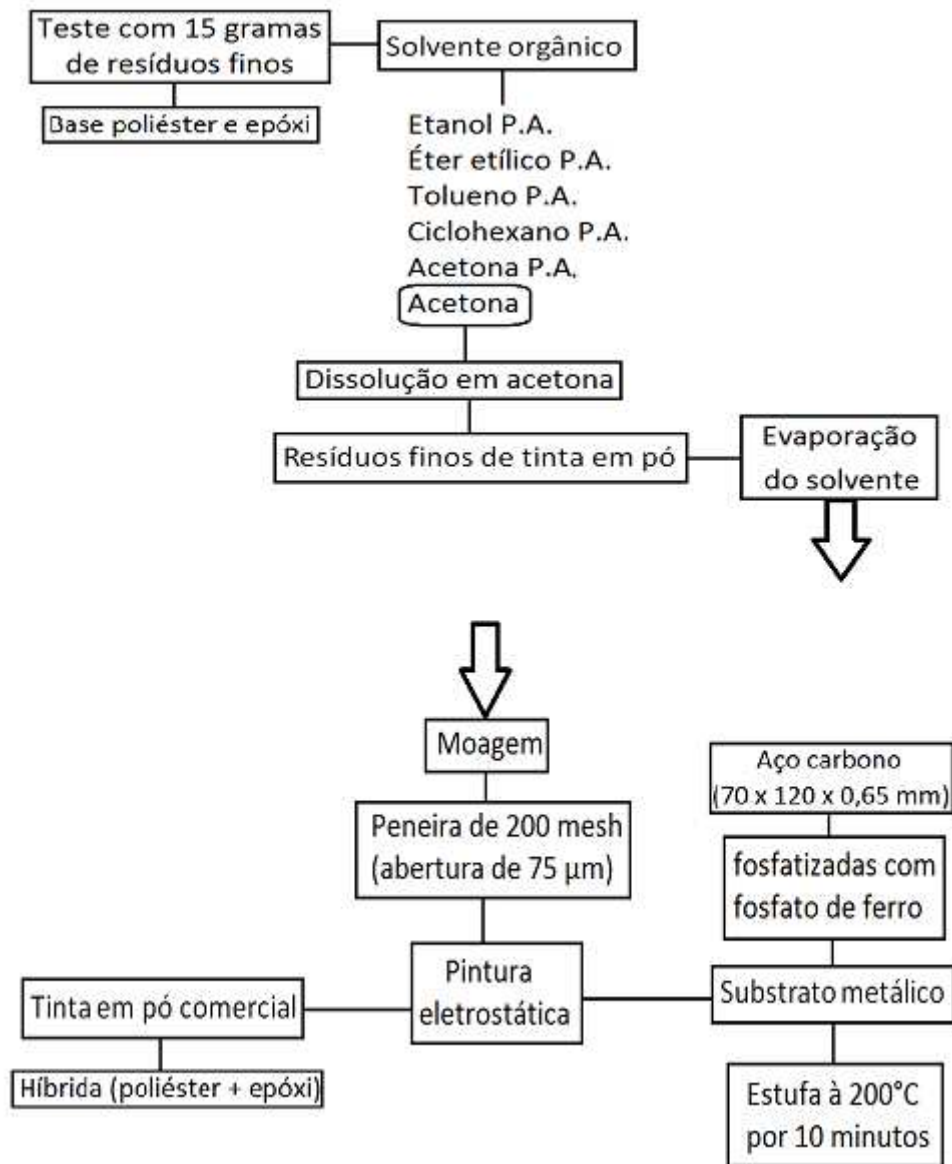


Figura 1

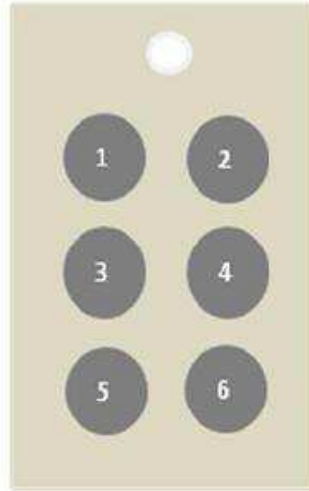


Figura 2

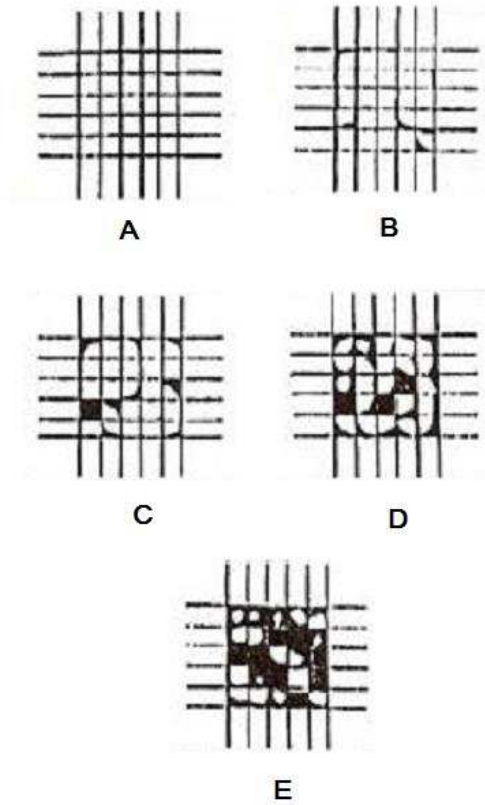


Figura 3

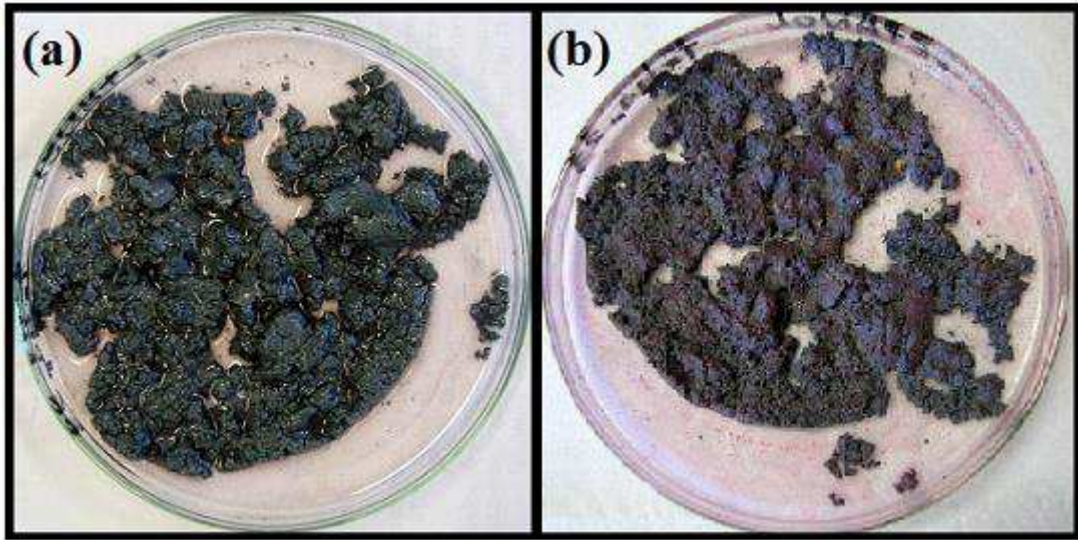


Figura 4

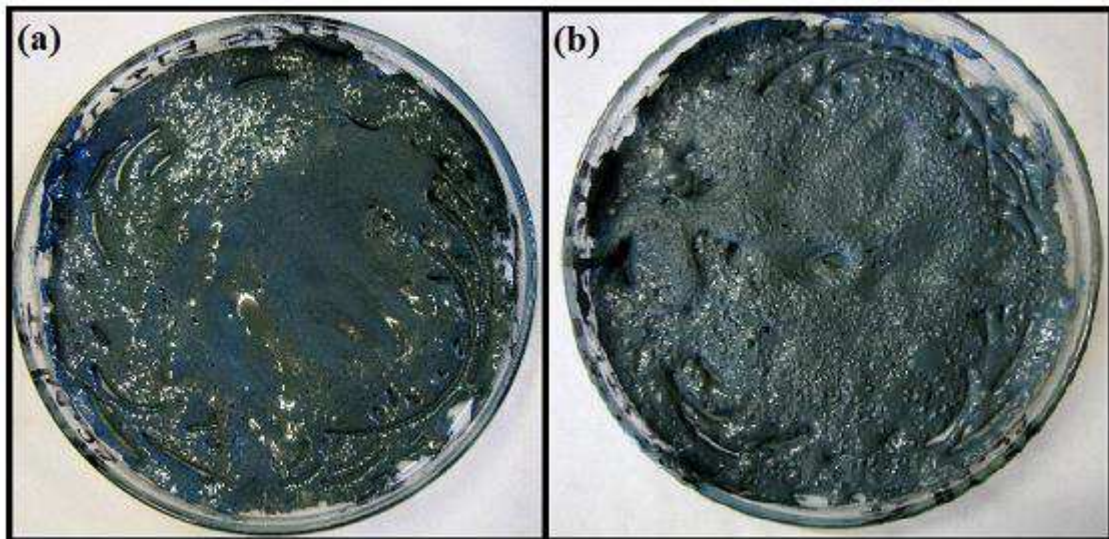


Figura 5

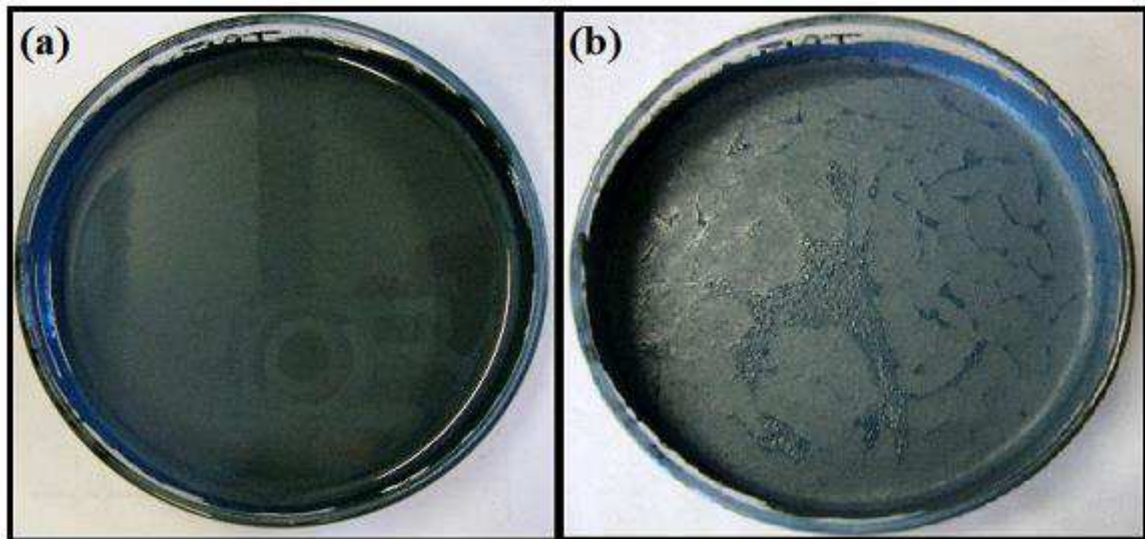


Figura 6

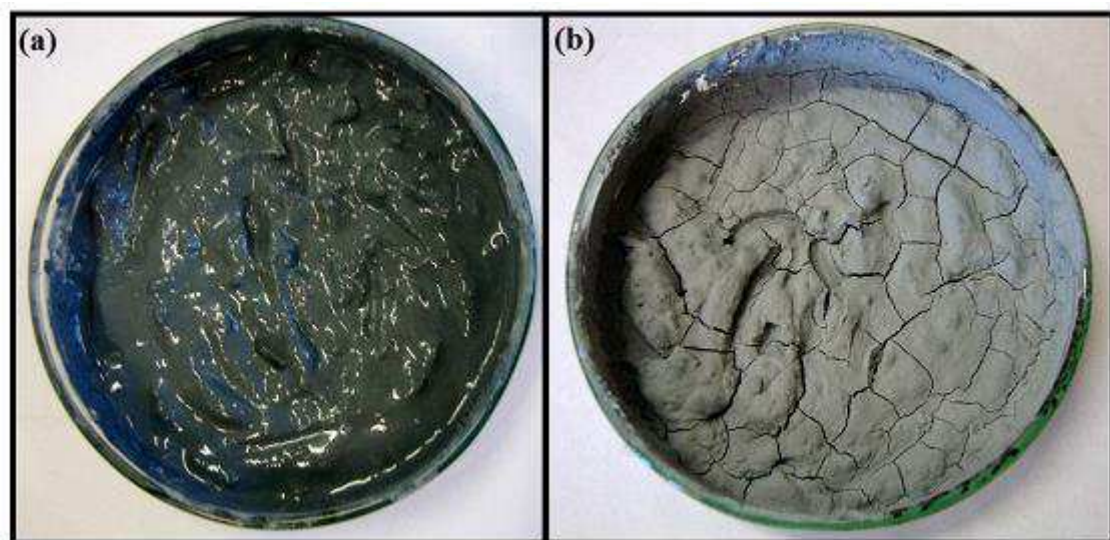


Figura 7

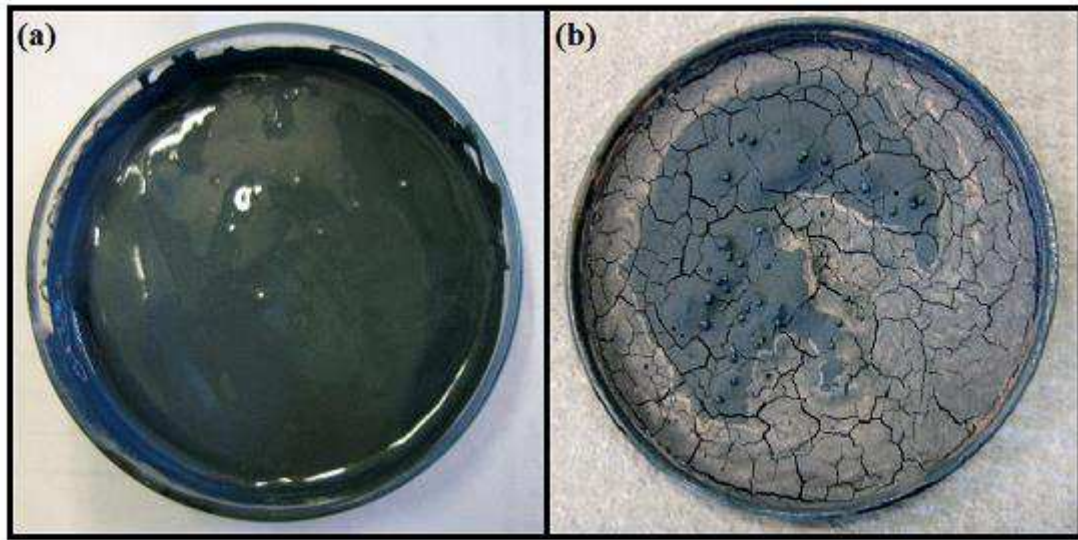


Figura 8

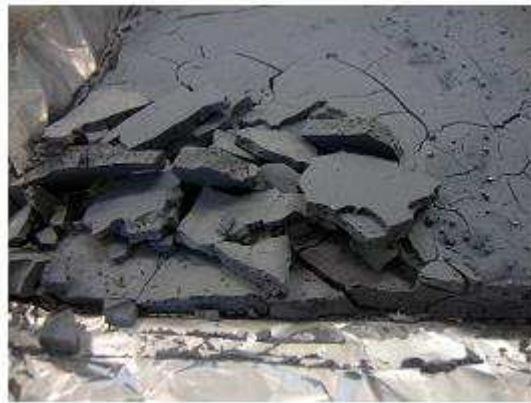


Figura 9

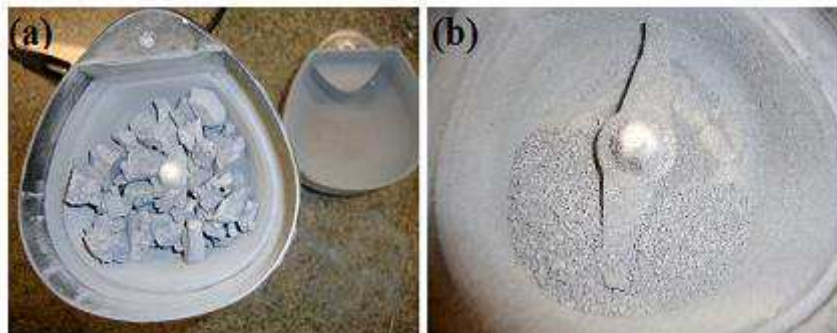


Figura 10

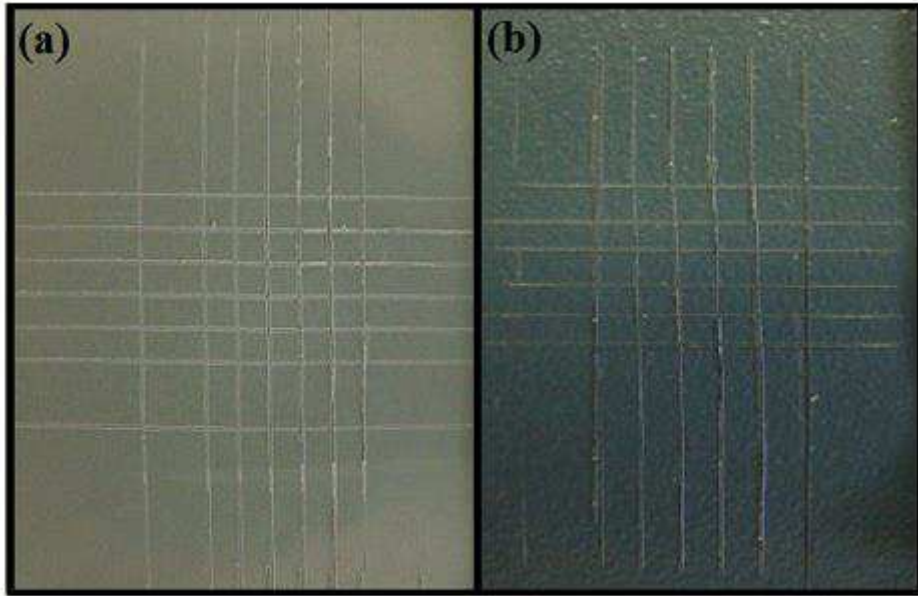


Figura 11



Figura 12



Figura 13

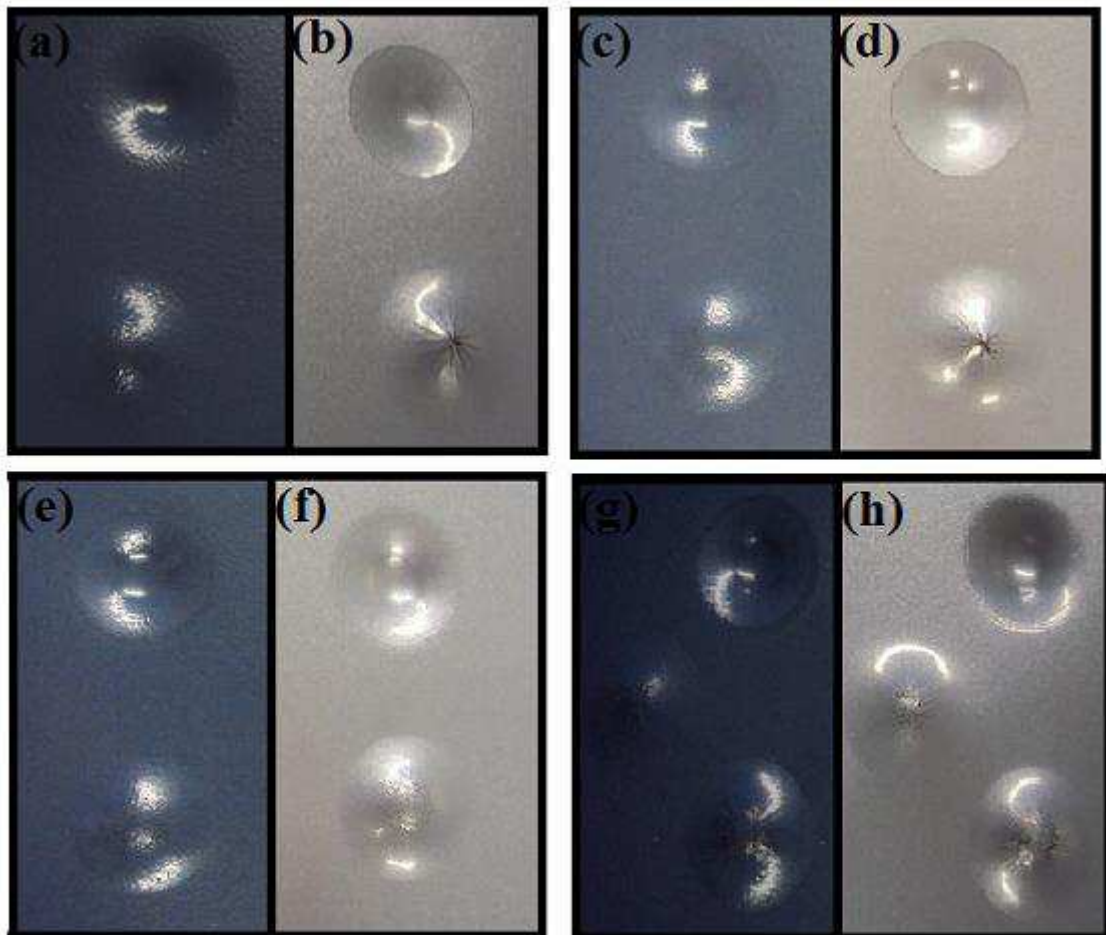


Figura 14



Figura 15



Figura 16