

Bolsista: Paulo César Badin / Orientador: Eduardo Kirinus Tentardini

Introdução

Revestimentos protetores formados por uma matriz com alta dureza e partículas de um lubrificante sólido são uma nova geração de filmes finos para aplicações contra desgaste, sendo um dos mais estudados aquele formado por uma matriz de nitreto de titânio (TiN) com átomos de dissulfeto de molibdênio (MoS_2). Entretanto, duas questões ainda não foram completamente elucidadas sobre estes filmes finos: (a) como os átomos de Mo e S estão quimicamente incorporados no interior da matriz de TiN e (b) em que etapa são formadas as partículas de MoS_2 : durante a deposição do filme fino ou somente após o desgaste deste.

Objetivo

Este trabalho tem como objetivo estudar o comportamento do MoS_2 na matriz de TiN. Para tanto, filmes finos de TiN/ MoS_2 foram depositados por *magnetron sputtering* com diferentes concentrações de MoS_2 , observando as alterações das propriedades do revestimento TiN/ MoS_2 através de técnicas com resolução nanométrica como GDRX, RBS e XPS.

Metodologia

Os filmes finos foram depositados em substratos de Si e C utilizando o equipamento de *magnetron sputtering* pertencente ao LESTT/UCS, contendo dois alvos e um porta amostras giratório, permitindo a codeposição de TiN e MoS_2 , como mostram as Figuras 1a e 1b. No total, quatro diferentes amostras foram depositadas, tendo os principais parâmetros de deposição mantidos constantes: P_B : 3×10^{-6} mbar; P_W : 3×10^{-3} mbar; velocidade de rotação do giro: 8 rpm; potência nos alvos de TiN/ MoS_2 : 100W/30W e tempo de deposição: 90 min. O único parâmetro modificado foi o tempo de permanência da amostra sobre os alvos (TiN/ MoS_2): amostra 1: 10:0,5 s, amostra 2: 10:1 s, amostra 3: 10:2 s e amostra 4: 10:4 s.



Figura 1a: Equipamento de *magnetron sputtering* do LESTT.

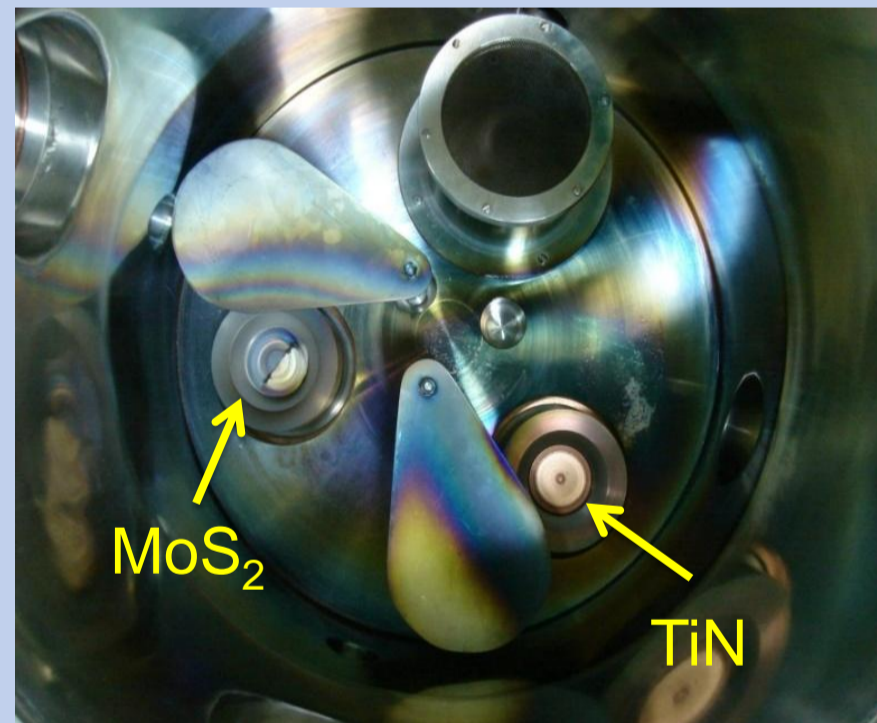


Figura 1b: Imagem interna da câmara contendo os alvos MoS_2 e TiN.

Resultados

RBS

A análise de RBS para a amostra 4 é mostrada na Figura 2.

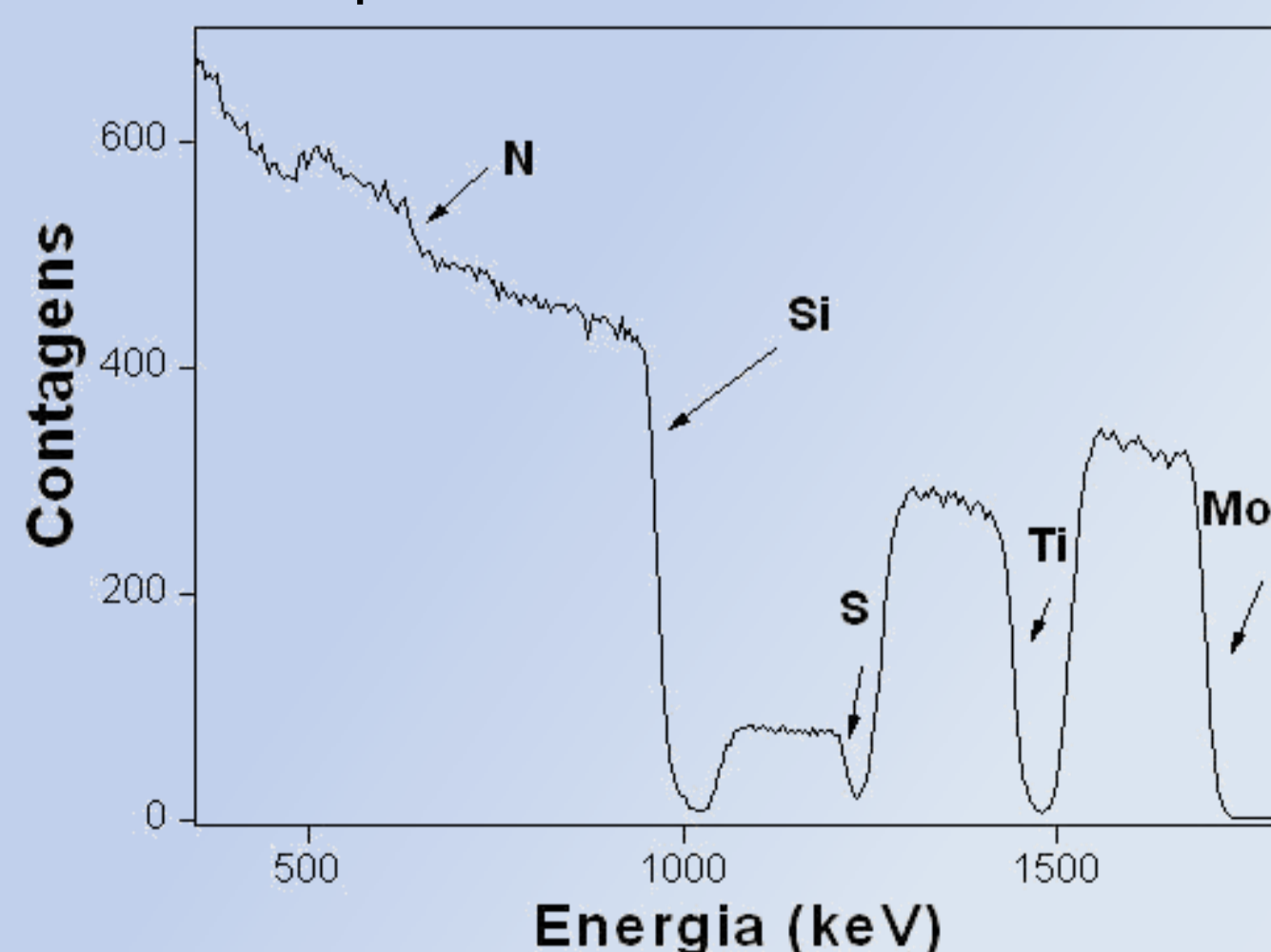


Figura 2: Análise de RBS da amostra 4.

A análise de RBS revela que não há indícios de contaminantes no filme, uma vez que os elementos detectados são os presentes nos filmes (Ti, N, Mo, S) além do silício do substrato.

Além disso, pode-se verificar que a largura dos picos é praticamente a mesma para todos os elementos, mostrando que estes estão distribuídos uniformemente no filme fino. Como base nas áreas dos picos foi possível também determinar as concentrações de MoS_2 dentro do filme de TiN, sendo de 17,44 at%, 23,50 at%, 26,05 at% e 40,20 at% para as amostras 1, 2, 3 e 4, respectivamente.

GDRX

Para analisar a estrutura cristalina nos revestimentos, utilizou-se a técnica de GDRX, como mostra a Figura 3.

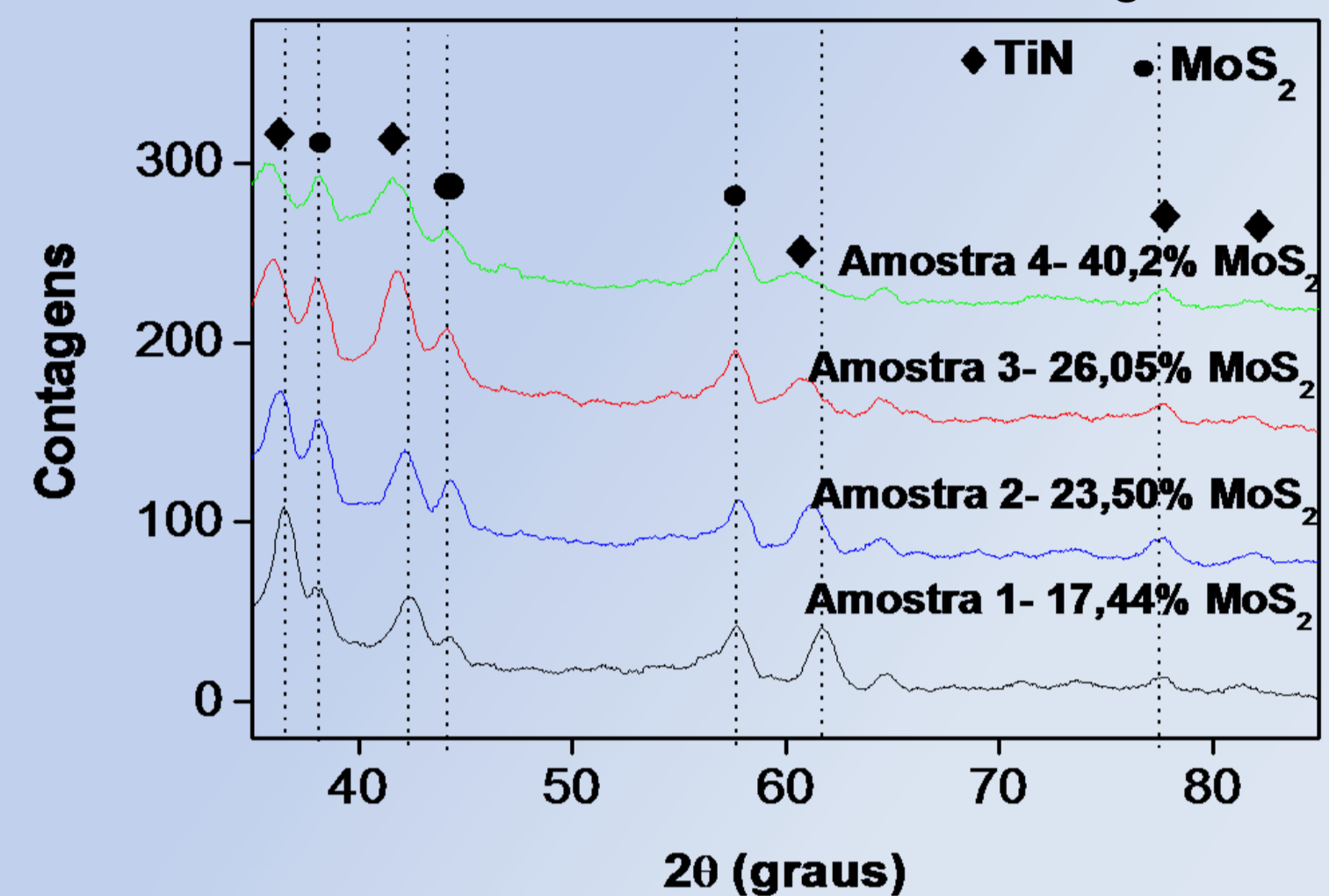


Figura 3: Análise de GDRX das quatro amostras.

As análises mostram somente a presença de fases individuais de TiN e MoS_2 , sem a formação de novas estruturas. Há um crescente alargamento e deslocamento dos picos de TiN para a esquerda, indicando que quanto maior a quantidade de MoS_2 , maior o parâmetro de rede do TiN, sendo que os picos de MoS_2 não sofreram deslocamento.

XPS

Pela análise de XPS foram analisadas as ligações químicas dos elementos presentes nos filmes. As análises para o Mo e para o Ti são mostradas nas Figuras 4a e 4b, respectivamente.

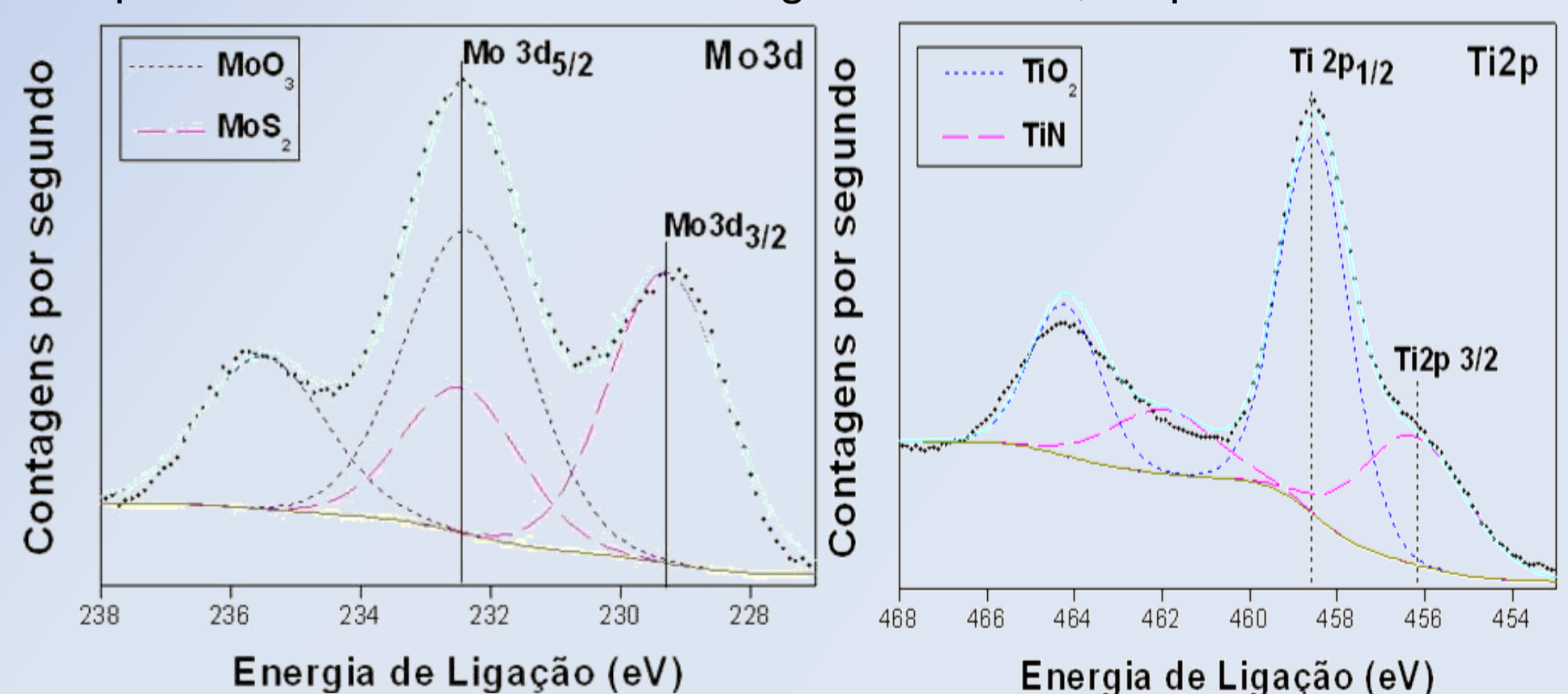


Figura 4a: Análise XPS do Ti.

Figura 4b: Análise XPS do Mo.

Através destas análises, verificou-se que o Mo está ligado com S e O e o Ti está ligado com O e N, não ocorrendo ligação do tipo Mo/N, Ti/S ou Mo/Ti.

Conclusões

Pelas análises de RBS, os filmes finos de TiN/ MoS_2 depositados no LESTT apresentaram boa homogeneidade e ausência de impurezas, provando a boa qualidade dos revestimentos. Pelas análises de GDRX constatou-se que o MoS_2 foi formado na deposição do filme fino, pois foram encontrados picos referentes a esta estrutura, sendo que quanto maior a quantidade de MoS_2 presente no filme, maior o aumento do parâmetro de rede do TiN. As análises de XPS comprovam os resultados de GDRX de que as estruturas de TiN e MoS_2 não estão ligadas quimicamente entre si, com o Ti e Mo ligando-se quimicamente com N e S respectivamente. Tanto Ti quanto Mo aparecem ligados com O, possivelmente proveniente da oxidação da superfície da amostra.