

INTRODUÇÃO

Na literatura, diversas aplicações podem ser encontradas para filmes finos com espessuras entre 5- 500 nm. Por exemplo, na área de Física Atômica filmes finos encontram aplicações para determinação experimental de parâmetros atômicos [1, 2].

O Instituto de Física tem à disposição um equipamento de produção de filmes finos por Magnetron Sputtering (AJA International ATC ORION 8 UHV) no Laboratório de Conformação Nanométrica - LCN. Porém, uma vez que os parâmetros de deposição variam de equipamento para equipamento, mesmo a produção dos filmes mais simples exige calibração das taxas de deposição, individualmente para cada alvo. Ainda mais complexa é a produção de filmes com atmosfera reativa, condição necessária para produção da maioria dos filmes multielementares.

O objetivo deste trabalho foi o de produzir filmes nanométricos de elementos puros e de compostos, caracterizando suas espessuras e composição em diferentes condições de deposição.

MATERIAIS E MÉTODOS

Produção de amostras:

As amostras são produzidas pela técnica de Pulverização catódica (*sputtering*), onde se bombardeia um alvo do material que se deseja depositar com átomos inertes (Ar), produzindo a ejeção de átomos, que se depositam na superfície do substrato. A espessura do filme esta relacionada com o tempo de deposição. Se houver atmosfera reativa na câmara de deposição, criam-se então amostras multielementares [3].

Condições de deposição:

Filmes Monoelementares:				Filmes Multielementares:				
Amostra	Subs	T(s)	T (°C)	Amostra	Subs	T(s)	P Parcial	T (°C)
Nb-10	Si	33	21	FeRT	Si	1800	76%	21
Nb-20	Si	67	21	Fe250	Si	1800	76%	250
Nb-30	Si	100	21	Fe350	Si	1800	76%	350
Nb-50	Si	167	21	Fe500	Si	1800	76%	500
Nb-100	Si	333	21					
Nb-200	Si	667	21					

Caracterizações:

Backscattering Spectroscopy (BS)

Nesta técnica, um feixe de partículas alfa com energia conhecida é acelerado contra a amostra e as partículas retroespalhadas a um ângulo específico são detectadas. O espectro gerado traz informações do tipo de átomo que compõe a amostra, do seu perfil de profundidade, da rugosidade e da composição da amostra [4]. A técnica apresenta uma incerteza de 4,5% nos dados [5].

Partículas alfa de 1 MeV
 Tempos de medida de 15 minutos.

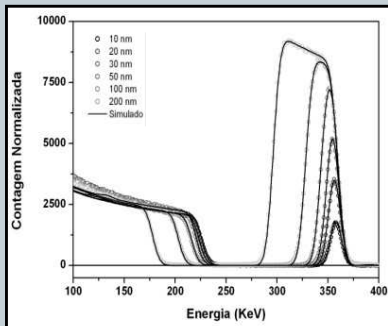
Análise por Reação Nuclear (NRA)

Perfis de profundidade da concentração de N podem ser determinados a partir da reação nuclear de um **próton de 496 keV** (incidente) com os átomos de ¹⁴N da amostra, gerando um novo átomo de ¹⁵O e um fóton com energia específica (**6.46 MeV**), que é detectado [6].

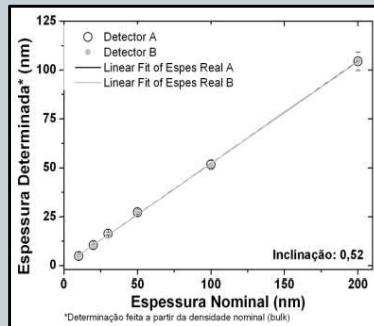
Passo de energia de 150 keV
 Faixa de energia do próton: 427-439 keV

RESULTADOS

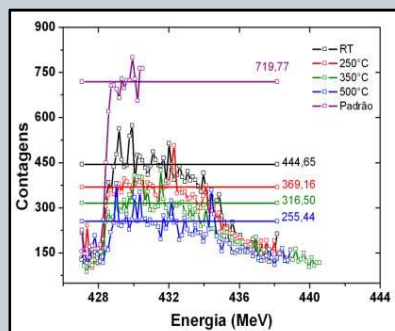
Rutherford Backscattering Spectrometry - BS



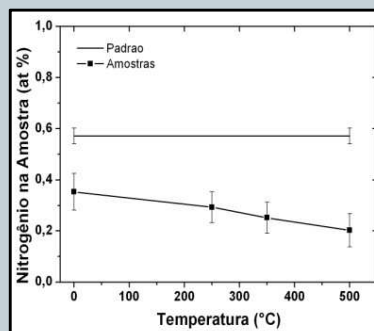
Taxa de Deposição de Nióbio (calibração)



Reação Nuclear - NRA



Distribuição de Nitrogênio



CONCLUSÕES

1. A taxa de deposição calculada para o alvo de Nb com a técnica de RBS foi de aproximadamente metade da estimada. Este resultado confirma as observações da literatura de uma densidade menor para filmes finos.

2. Os perfis composicionais de nitrogênio, obtidos com NRA para os filmes de nitratos de Fe, indicaram diminuição da concentração de N com o aumento da temperatura de deposição. No entanto, na literatura encontra-se indicativos de que a partir da temperatura 342°C deveria ocorrer a formação de uma fase mais rica em N [7].

PERSPECTIVAS

1. Na sequência do trabalho, deverá ser utilizada a técnica de refletometria de raios X - XRR, para quantificação da espessura real dos filmes e a comparação com a densidade nominal.

2. Propomos também a utilização das técnicas de Espectroscopia Mossbauer e Difração de raios X em ângulo rasante (GIXRD) para determinação das fases formadas nas diferentes temperaturas de deposição dos filmes.

Referências:

- [1] A.P.L. Bertol, J. Trincavelli, R. Hinrichs, M.A.Z. Vasconcelos. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sec. B 318 (2014) 19.
- [2] R. Hinrichs, A.P.L. Bertol, S.D. Jacobsen, G. Castellano, M.A.Z. Vasconcelos. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sec. B 318 (2014) 15.
- [3] Gupta, R., Gupta, M., Phys. Ver. B 72 (2005) 024202.
- [4] M. Mayer, SIMNRA User Guide Technical Report, Max-Planck Institut für Plasmaphysik, Garching, Germany, 1997.
- [5] M. Mayer, W. Eckstein, H. Langhuth, F. Schiettekatte, U. von Toussaint. Nucl. Instrum. Methods Phys. Res., Sec. B 269 (2011) 3006.
- [6] M. Mayer, Nuclear Reaction Analysis (NRA), Max-Planck-Institut für Plasmaphysik, EURATOM Association, Garching, Germany, 2003.
- [7] L. Rissanen, M. Neubauer, K.P. Lieb, P. Schaaf. J. Alloys and Compounds 274 (1998) 74.