

ADAPTAÇÃO DE UM MAGNETÔMETRO ÓPTICO A EFEITO KERR PARA MEDIDAS *IN-SITU* DE FILMES ULTRAFINOS

GABRIEL TRINDADE DOS SANTOS¹; ANDRÉ GÜNDEL²

¹Universidade Federal do Pampa – gabrieltrindadegts@gmail.com

²Universidade Federal do Pampa – gundel@gmail.com

1. INTRODUÇÃO

A importância da caracterização de filmes magnéticos ultrafinos, com espessuras inferiores a 10 nm, é de grande relevância devido a suas aplicações em tecnologias de mídia e de sensores magnéticos e, deste modo, despertam interesse científico e industrial, visto que podem apresentar propriedades magnéticas não observadas em espessuras superiores.

Neste trabalho é apresentada uma técnica de caracterização magnética *in-situ* para materiais produzidos nesta faixa de espessura. Um Magnetômetro Óptico a Efeito Kerr (MOKE) foi adaptado para medidas *in-situ* e em tempo real do estado magnético de filmes produzidos pela técnica de eletrodeposição. Seu princípio de funcionamento está baseado na rotação do eixo de polarização de um feixe laser quando é refletido sobre a superfície magnetizada de uma amostra, através do efeito Kerr. Esta rotação, proporcional a magnetização da amostra, é captada por um fotodetector em função do campo magnético externo aplicado na amostra, produzido por um eletroímã. Neste trabalho, as amostras magnéticas foram produzidas pela técnica de eletrodeposição, no modo potenciostático com três eletrodos (eletrodo de referência, contra-eletrodo e eletrodo de trabalho). Além de ser uma técnica considerada de baixo custo, outra vantagem da eletrodeposição é “o fácil controle dos modos de nucleação e crescimento pelo ajuste fino do potencial de deposição e da solução química (GÜNDEL, 2002)”. São apresentados resultados iniciais de caracterização eletroquímica e magnética de filmes ultrafinos de cobalto depositados sobre substratos de baixo custo de Au (111). Foi estudado também o efeito do potencial de deposição na magnetização dos filmes.

2. METODOLOGIA

Para a realização de medidas *in-situ*, foi desenvolvida e construída uma célula eletroquímica de dimensões reduzidas que pudesse ser posicionada entre os pólos do eletroímã do sistema MOKE. Uma janela transparente, posicionada na lateral da célula foi inserida, permitindo que o feixe laser atinja a superfície da amostra. Como a célula fica imersa a um campo magnético aplicado, foi necessário construí-la somente com componentes não magnéticos, a fim de evitar ruídos por vibração mecânica dos componentes. A seguinte solução foi utilizada para deposição dos filmes de Cobalto; CoSO_4 10^{-3} M K_2SO_4 10^{-2} M, H_2SO_4 10^{-3} M, KCl 10^{-4} M. O eletrodo de trabalho (WE) utilizado é um substrato de Au(111), obtido a partir de *compact discs* comerciais especiais, tornando o sistema mais econômico. O contra-eletrodo (CE) é um fio de Platina e o eletrodo de referência (RE) Hg-HgCl.

A figura abaixo mostra a célula no centro do eletroímã e os três eletrodos necessários para o método potenciostático.

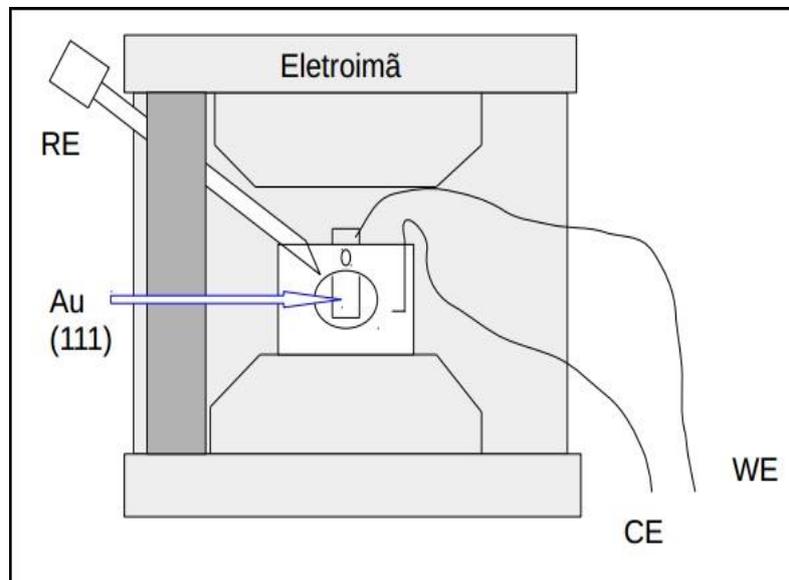


Figura 1: Esquema da célula eletroquímica para medidas *in-situ*, posicionada entre os pólos do eletroímã e os três eletrodos.

Os eletrodos da célula eletroquímica são conectados a um Potenciostato Autolab 302N. O controle e aquisição dos dados são realizados através da plataforma NOVA 1.9.

Após a montagem da célula eletroquímica, conexão dos cabos e posicionamento da célula no centro do eletroímã, é necessário realizar o alinhamento óptico do sistema MOKE. Por ser um sistema bastante sensível a vibrações mecânicas, é importante que o sistema óptico esteja sempre bem alinhado, além de um ambiente com baixa luminosidade, que permite uma maior razão sinal/ruído. As rotinas de controle do sistema MOKE *in-situ* foram desenvolvidas na plataforma HPVee, bem como para aquisição e gravação dos dados. Também é possível visualização em tempo real do gráfico da magnetização da amostra em função do tempo de deposição.

Antes das deposições para medidas magnéticas *in-situ*, é realizada caracterização eletroquímica, através da aquisição de voltamogramas cíclicos, de onde são obtidos os potenciais de deposição do metal.

Foram realizadas deposições *in-situ* de cobalto com diferentes potenciais de deposição, todas com duração de 30s. Simultaneamente gráficos da magnetização da amostra pelo tempo de deposição são obtidos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na figura 2 é apresentado um voltamograma do sistema Co/Au (111), com taxa de varredura de 50 mV/s. O pico anódico representa a carga depositada durante o voltamograma e é utilizada para calibração das espessuras dos filmes depositados. A área da amostra é de aproximadamente 0,683 cm².

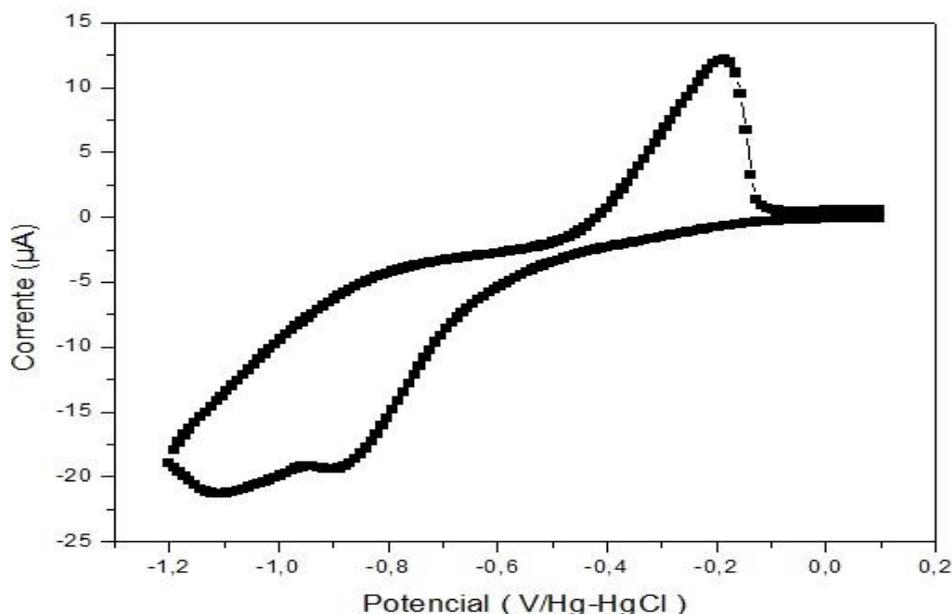


Figura 2: Voltamograma de Co/Au(111) in-situ.

Através do voltamograma é possível verificar o potencial de redução do Co, em aproximadamente -1.1 V. Foram realizadas deposições neste potencial e em -1.2 V, para avaliar o efeito do potencial na magnetização. Ambos os tempos de deposição foram de 30s.

A figura 3 revela a magnetização em função do tempo de deposição, para os dois potenciais de trabalho, com um campo magnético de 135 Oe aplicado transversalmente ao plano da amostra. O início do processo se dá em aproximadamente 2,4 s, indicado na figura pela flecha. Observa-se para as duas curvas um aumento mais drástico na magnetização nos primeiros 3 segundos de deposição. Este efeito é explicado através das curvas de espessura versus tempo de deposição, que exibe o mesmo comportamento. A deposição com potencial de -1,2 V obteve um maior valor de magnetização, o que significa que nesse potencial temos um maior volume de cobalto depositado. O valor da espessura calculada para 30s de deposição com potencial de -1,2 V foi de 2 Monocamadas de Cobalto (~ 0,5 nm).

Durante as medidas foi observada a complexidade de realizar medidas magnéticas *in-situ*, em razão das espessuras muito baixas e dos baixos sinais envolvidos.

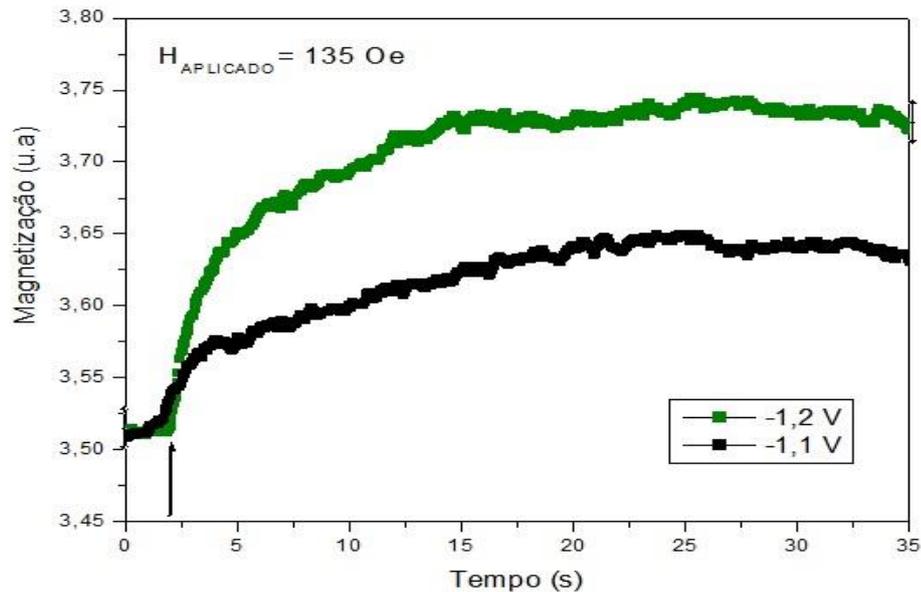


Figura3: Gráfico da magnetização dos filmes em função do tempo durante a eletrodeposição de Cobalto.

4. CONCLUSÕES

O sistema MOKE *in-situ* mostrou bom desempenho mediante a dificuldade da análise de filmes de espessuras muito baixas. Os resultados obtidos são comparados com análises realizadas em Magnetômetro de Campo de Gradiente Alternado (AGFM) e mostram bastante similaridade entre as curvas obtidas.

Como perspectivas futuras, serão estudados filmes ultrafinos de Níquel e Ferro, além de multicamadas de Permalloy(Ni81Fe19)/Cobre.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

GÜNDEL, A. **Estudos das propriedades magnéticas e estruturais de filmes ultrafinos de Fe,Co e Ni/Au(111) produzidos por eletrodeposição**. 2002. Tese de Doutorado - Programa de Pós-graduação em Física, UFRGS.

GÜNDEL, A. ; CAGNON, L. ; GOMES, Carmem I ; MORRONE, Angelo ; SCHMIDT, João e ; ALLONGUE, Philippe . In-situ magnetic measurements of electrodeposited ultrathin Co, Ni and Fe/Au(111) layers. PCCP. **Physical Chemistry Chemical Physics**, London, v. 3, n.16, p. 3330-3335, 2001.