

Exchange Bias

O fenômeno *Exchange Bias* (EB) foi observado pela primeira vez por Meiklejohn e Bean [1] há 55 anos atrás, manifestado principalmente pelo deslocamento do ciclo de histerese quando um material ferromagnético (FM) está em contato atômico com um antiferromagnético (AFM). Desde então, tem havido um grande interesse na área devido aos desafios científicos apresentados e ao grande potencial de aplicação em dispositivos magnetoeletrônicos.

Amostras

Si(100)/SiO₂/Ru(15 nm)/IrMn(7 nm)/Ni₈₁Fe₁₉(t)/Co(5 nm)/Ru(3 nm) onde t = 0,25; 0,5; 0,75; 1,0 e 1,5 nm.*

Todas amostras foram confeccionadas na Unité Mixte de Physique CNRS/Thales, Université Paris-Sud, Orsay, França, via *sputtering* e posteriormente submetidas a tratamentos térmicos ($T_{\text{ann}}=210$ °C) na presença de um campo magnético externo ($H_{\text{ann}} = 2,0$ kOe).

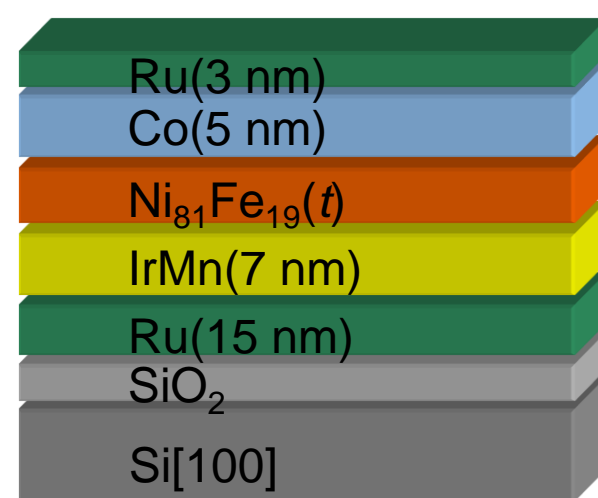


Fig.1

*Valores referentes à composição nominal

Motivação e Objetivos

A estabilização da magnetização em cabeçotes de leitura de discos rígidos e a fixação da magnetização da camada magnética presa em válvulas de spin são exemplo de aplicações do efeito *EB*. Além das aplicações, existem características de sistemas reais não bem entendidas que motivam a busca por respostas. Este trabalho estudará as interações entre camadas AFM e FM variando a espessura de uma camada FM macia de *Permalloy* (Ni₈₁Fe₁₉) depositada entre as de IrMn e Co.

Caracterização Magnética

Realizada por meio de um magnetômetro de gradiente de força alternada (AGFM). O equipamento, que funciona através da vibração de um cristal piezelétrico, tem altíssima sensibilidade e rapidez na aquisição de dados (Figura 2). As medidas realizadas no AGFM possibilitam analisar a amostra como um todo, e assim estudar o campo de *EB* (H_{EB}) e o campo coercivo (H_c) como função da direção e intensidade do campo magnético externo.

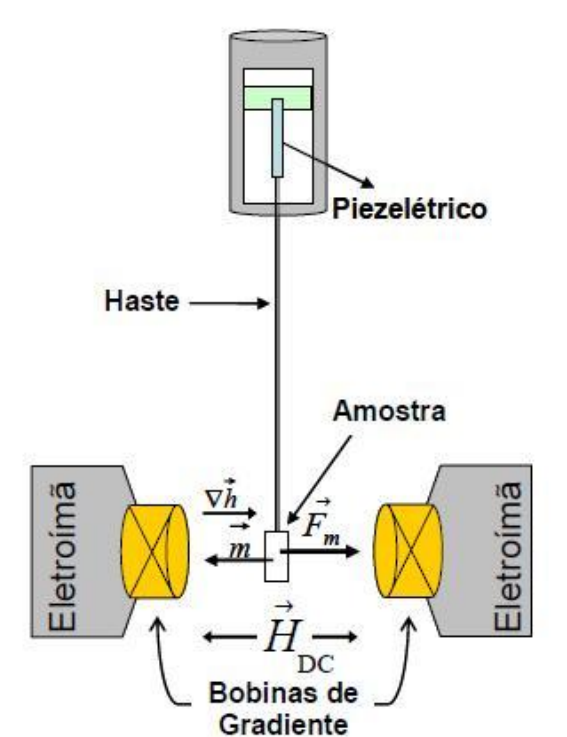


Fig. 2

Resultados

Trabalhos anteriores desenvolvidos no Laboratório de Magnetismo (LAM) do Instituto de Física da UFRGS relatam estudos sobre sistemas magnéticos IrMn/Co espaçados por materiais condutores, isolantes, ou antiferromagnéticos com baixa anisotropia (i.e., Cu, Al₂O₃ ou Cr, respectivamente). A figura 3 mostra a variação do campo de EB em função das espessuras destas camadas espaçadoras (figura criada a partir das referências [2] e [3]).

O sistema IrMn/Cu/Co apresenta uma redução exponencial do H_{EB} em função de t_{Cu} , explicado pela perda de contato direto entre as camadas AFM/FM devido ao aumento de t_{Cu} .

Do mesmo modo, no sistema IrMn/Al₂O₃/Co também se observa uma redução no acoplamento do H_{EB} , porém ocorre de forma mais abrupta. Isso se deve à rápida diminuição no número de *pinholes* na área de contato, ou seja, poucas camadas atômicas de alumina são suficientes para desacoplar o sistema IrMn/Co.

Já o sistema IrMn/Cr/Co apresenta um mínimo local do H_{EB} para $t_{\text{Cr}}=0,25$ nm; esse mínimo pode ser explicado pelo fato que camadas dessa espessura não possuem ordem magnética bem definida. Assim, apesar do Cr ser conhecido como material AFM fraco, neste regime ele age como um separador das camadas IrMn/Co, mas conforme t_{Cr} aumenta sua ordem magnética apresenta um papel importante, fazendo com que o IrMn fique acoplado com o Cr.

A caracterização magnética das amostras espaçadas com *Permalloy* apresentam um comportamento até então desconhecido. Para esta série, se observou a ocorrência de um máximo no H_{EB} em função de $t_{\text{Ni}_{81}\text{Fe}_{19}}$, e este máximo é maior que o H_{EB} da amostra sem espaçador.

Devido ao *Permalloy* ser um material magneticamente muito macio, esse sistema terá acoplamentos simultâneos entre IrMn/Ni₈₁Fe₁₉, Ni₈₁Fe₁₉/Co e IrMn/Co, o que pode contribuir para esse aumento do H_{EB} .

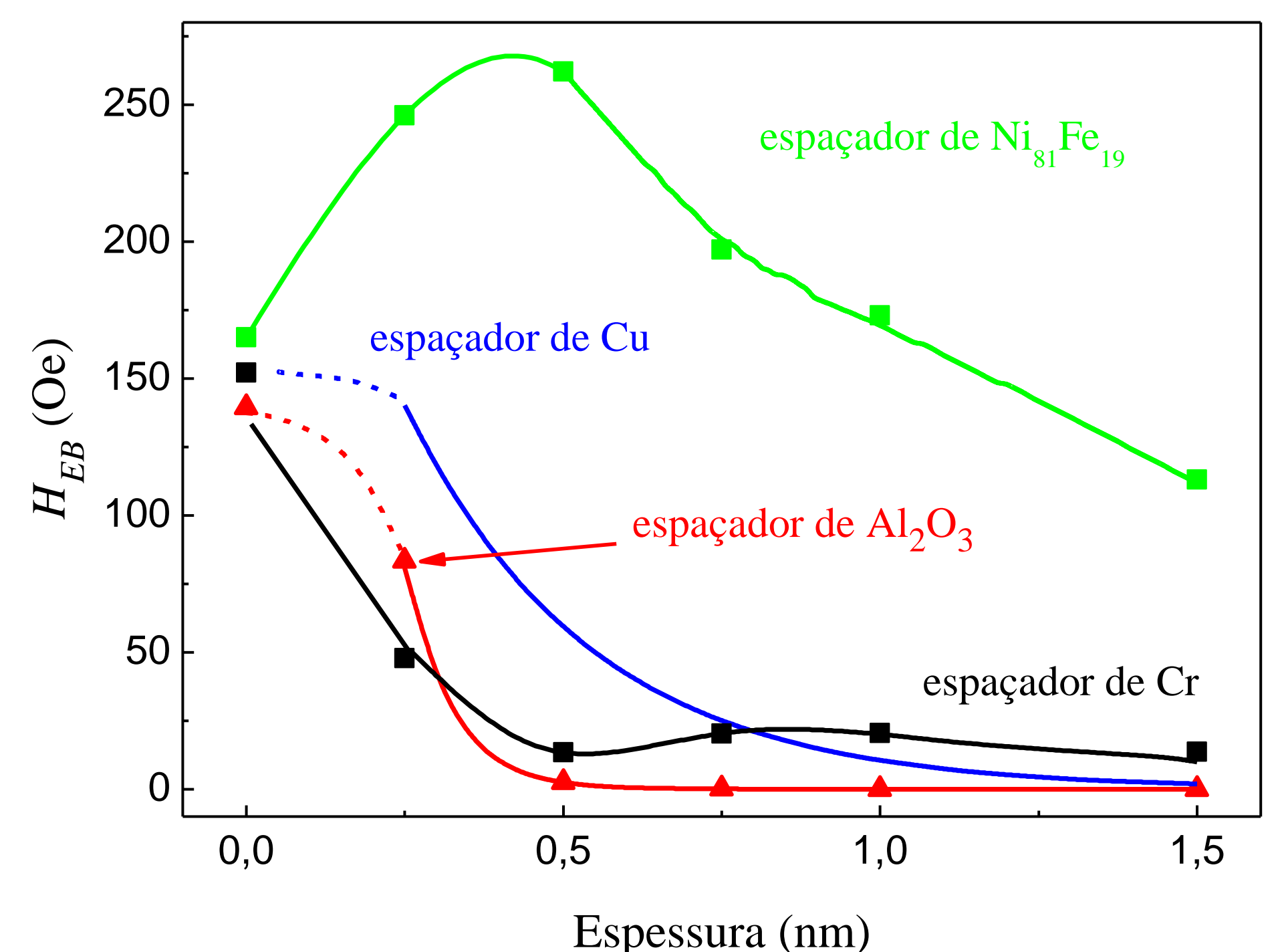


Fig.3

Perspectivas

A caracterização estrutural das amostras por meio de medidas de difratometria de raio-X, a realização de tratamentos térmicos em diferentes temperaturas e medidas de magnetorresistência são alguns dos próximos passos deste trabalho visando explicar o aumento do H_{EB} observado neste sistema magnético.

Referências Bibliográficas

- [1] MEIKLEJOHN, W. H.; BEAN, C. P., New magnetic anisotropy. *Physical Review*, v.102, n.5, p. 1413-1414, June 1956.
- [2] NICOLODI, S., L.C.C. M. NAGAMINE, A.D.C. VIEGAS, J. E. SCHMIDT, L.G. PEREIRA, C. DERANLOT, F. PETROFF, AND J. GESHEV, Copper spacer thickness dependence of the exchange bias in IrMn/Cu/Co ultrathin films., *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, v. 316, p. e97, 2007.
- [3] NICOLODI, S., Estudo do *Exchange Bias* em filmes finos de IrMn/Al₂O₃/Co e IrMn/Cr/Co., *Tese de Doutorado*, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2011.