

# Montagem de um sistema baseado em efeito Kerr Magneto-óptico para medidas de magnetização de filmes ferromagnéticos

Jonas B. Caetano<sup>1</sup>, M.P Franco de Godoy<sup>2</sup>, Yara G. Gobato<sup>3</sup>

1. Estudante de IC da Universidade Federal de São Carlos - UFSCar; \* [jonascaetano1@gmail.com](mailto:jonascaetano1@gmail.com)

2. Pesquisador do Depto.de Física da UFSCar;

3. Pesquisadora do Depto. de Física da UFSCar.

Palavras Chave: efeito Kerr, magnetização, efeito magneto-óptico.

## Introdução

Efeitos magneto-ópticos relacionam a luz em propagação em um meio com a presença de campo magnético, de modo que essa interação altera as configurações do sistema. O efeito Kerr Magneto-óptico insere-se nessa área, sendo utilizado para obtenção de curvas de histerese de filmes magnéticos, as quais fornecem informações sobre a magnetização de saturação da amostra e o campo coercitivo.

Descoberto em 1877 pelo físico escocês John Kerr, o efeito Kerr magneto-óptico possui uma forte relação com o efeito Faraday; enquanto este é fundamentado na mudança de polarização da luz quando ela é transmitida de um meio magnético, o Efeito Kerr é fundamentado na mudança de polarização da luz refletida por um meio magnético. [1]

A intenção inicial do projeto de iniciação científica foi de realizar uma montagem experimental capaz de medir o efeito Kerr magneto-óptico em filmes magnéticos. Nesse sentido, objetivou-se o estudo da montagem experimental para diferentes configurações do efeito Kerr, que são determinadas pelas condições da montagem em relação à direção do campo magnético.

## Resultados e Discussão

A metodologia para a medição do Efeito Kerr magneto-óptico apresenta fundamento no campo elétrico da luz em propagação, uma vez que a intensidade detectada pelo fotodiodo corresponde ao módulo ao quadrado do campo elétrico da luz. Assim, surge a necessidade de definirmos as direções p e s em relação ao plano de reflexão da luz; a direção p é paralela e a direção s perpendicular ao plano de reflexão. Dessa forma, o campo elétrico da luz incidente  $E^i$  e da luz refletida pela amostra magnetizada  $E^r$  terão componentes p e s, sendo que estão relacionados pela matriz de reflexão R, de acordo com a equação:

$$E^r = \begin{bmatrix} E_p^r \\ E_s^r \end{bmatrix} = R \begin{bmatrix} E_p^i \\ E_s^i \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} r_{pp} & r_{ps} \\ r_{sp} & r_{ss} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} E_0 \cos\theta_p \\ E_0 \sin\theta_p \end{bmatrix} \quad (1)$$

O ângulo  $\Theta_p$  é definido como o ângulo entre o plano de reflexão e o polarizador, de modo a definir a polarização da luz incidente.

Em princípio, os termos da matriz de reflexão  $r_{pp}$ ,  $r_{ps}$ ,  $r_{sp}$  e  $r_{ss}$  são dependentes das magnetizações nas direções x, y e z da amostra e do ângulo de incidência.

Após a reflexão, a luz passa por um polarizador analisador, que têm um eixo fazendo um ângulo  $\Theta_A$  com o plano de reflexão da luz. Dessa forma, a luz refletida na amostra, ao passar pelo analisador, terá suas componentes p e s transmitidas em novas componentes definidas pelo eixo do analisador. Seja o campo elétrico da luz transmitida pelo analisador  $E^d$ . Portanto:

$$E^d = E_p^r \cos\Theta_A + E_s^r \sin\Theta_A \quad (2)$$

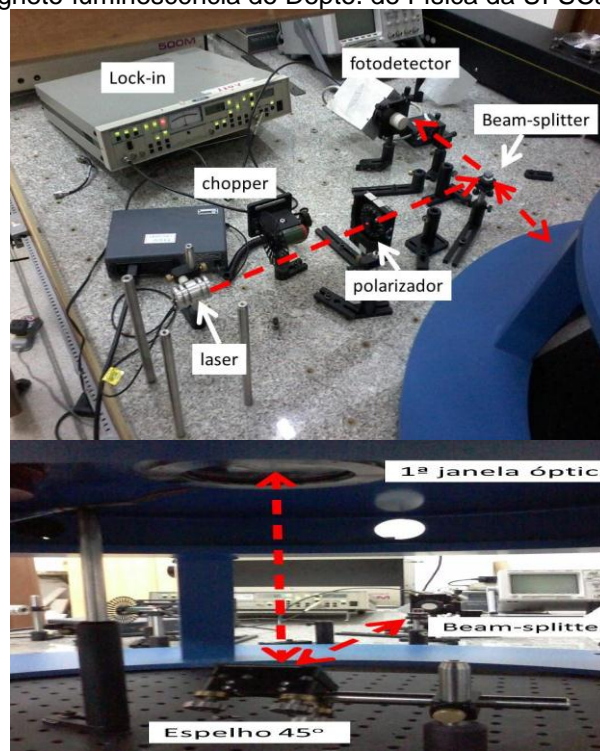
Sendo a intensidade da luz detectada o módulo ao quadrado de  $E^d$  e fazendo manipulações matemáticas com

as equações (1) e (2) e os termos da matriz de reflexão, obtêm-se a fórmula da intensidade detectada pelo fotodiodo:

$$I = |E_0|^2 \left[ (r_{pp} \cos\theta_p + r_{ps} \sin\theta_p) \cos\theta_A + (r_{sp} \cos\theta_p + r_{ss} \sin\theta_p) \sin\theta_A \right]^2 \quad (3)$$

A partir de (3), pode-se variar os parâmetros  $\Theta_p$ ,  $\Theta_A$  e o ângulo de incidência de modo a fazer com que a intensidade dependa somente de uma direção da magnetização, e, portanto, possa-se medir o efeito Kerr transversal (magnetização no eixo x), longitudinal (magnetização no eixo y) ou polar (magnetização no eixo z). [2]

**Figura 1.** Efeito Kerr polar montado no laboratório de Magneto-luminescência do Depto. de Física da UFSCar



## Conclusões

Foram realizadas medidas de efeito Kerr magneto-óptico em filmes  $(Bi_{0.2}Sb_{0.8})_1Cr_1Te_3$  utilizando a montagem da figura 1. Os resultados apresentaram ruídos de baixa frequência do fotodetector que se superpuseram ao sinal Kerr proveniente da amostra. O sistema está sendo otimizado de forma a reduzir o ruído do detector e aperfeiçoar o sinal do efeito Kerr magneto-óptico.

## Agradecimentos

Gostaria de agradecer as instituições CAPES/CNPq por possibilitar o projeto desenvolvido no Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica – PIBIC.

[1] Z. Q. Qiu and S. D. Bader, Rev. Sci. Instrum. 71, no 3, 1243 (2000).

[2] DE CARVALHO, H.B. O Magnetometro a Efeito Kerr e o filme fino de Co/Si. 2002.77f. Dissertação de mestrado - Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, Brasil. 2002.