

# ANAIS

## EICTI 2017

6° Encontro de  
Iniciação Científica

2° Encontro de Iniciação  
ao Desenvolvimento  
Tecnológico e Inovação

4 a 6 de outubro de 2017

Universidade Federal da Integração Latino-Americana (UNILA)  
Av. Tarquínio Joslin dos Santos, nº 1000  
Foz do Iguaçu, Paraná – Brasil



Realização:



Apoio:



# **FABRICAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DE NANOMATERIAIS: EXPLORANDO PROPRIEDADES DO COBALTO**

**URQUIJO, Karen Estefany Mantilla**

Estudante do Curso de Engenharia Física, bolsista IC-FA,  
ILACVN –UNILA

E-mail: karen.urquijo@aluno.unila.edu.br

**SOSSMEIER, Kelly Daiane**

Docente/pesquisadora do curso de Engenharia Física – ILACVN – UNILA

E-mail: kelly.sossmeier@unila.edu.br

## **1. INTRODUÇÃO**

O desenvolvimento de novos materiais vem sendo impulsionado pela necessidade de desenvolver novas tecnologias onde as propriedades possam ser controladas e até mesmo projetadas previamente. Uma das classes de novos materiais mais promissoras do ponto de vista tecnológico são as nanoestruturas magnéticas. Neste trabalho, realizou-se um estudo sistemático, teórico e experimental, sobre nanoestruturas de cobalto. Em especial, buscou-se a obtenção destas nanoestruturas na forma de nanopartículas, vislumbrando um trabalho futuro que será a obtenção de nanoestruturas magnéticas compostas de camadas ferromagnéticas/antiferromagnéticas (FM/AFM) e que apresentam o efeito Exchange Bias (EB), cujas aplicações tecnológicas são muitas e conhecidas.

As aplicações de nanopartículas magnéticas vêm permitindo avanços significativos tanto na área ambiental, relacionada ao desenvolvimento de bio-separadores, catalisadores e fotocatalisadores, quanto na área de tecnologias de armazenamento de informação. Considerando a aquisição, pela UNILA, de um equipamento que permite a fabricação de nanopartículas e equipamentos que permitem caracterizar sua forma estrutural, neste trabalho nos dedicamos à fabricação de nanopartículas de Co pelo método de moagem em altas energias e à caracterização estrutural das nanoestruturas obtidas. O comportamento magnético das amostras também foi avaliado.

## **2. METODOLOGIA**

O trabalho foi dedicado a fabricação de nanopartículas de Co pelo método de moagem de altas energias utilizando o moinho planetário disponível no laboratório interdisciplinar de ciências física (LICF) da UNILA. Além de produzir as amostras, as mesmas foram caracterizadas estruturalmente pela técnica de difração de raios X, disponível no mesmo laboratório. Uma vez verificado que obteve-se sucesso na fabricação das nanoestruturas, a amostra produzida foi caracterizada magneticamente através da obtenção de curvas de magnetorresistência (MR). As medidas de MR foram realizadas utilizando-se um aparato experimental cedido pela UFRGS e disponível no LICF. Resumidamente, a metodologia de trabalho seguiu a seguinte estratégia: (i) Pesquisa sobre melhores condições de fabricação; (ii) Fabricação das nanopartículas considerando o fator tempo de moagem versus tamanho de grão; (iii) Análise da influência dos fatores tempo e energia de moagem na criação de óxidos - quais óxidos são formados, seria possível conseguir um óxido com propriedades magnéticas que nos levem a obtenção do efeito Exchange-Bias nestas nanopartículas? Importante destacar que esta etapa é um grande desafio pois ainda não dispomos de gases para trabalhar com atmosfera controlada durante a fabricação das nanopartículas e, sabe-se, a obtenção controlada de óxidos não é tarefa fácil, muito menos sem poder controlar a atmosfera de trabalho. (iv) Caracterização estrutural e magnética das nanopartículas fabricadas.

## **3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA**

A utilização de moagem mecânica como técnica de fabricação de nanopartículas pode ser verificada em vários trabalhos da literatura. No entanto, os diferentes trabalhos mostram que estas não são tarefa fácil, uma vez que há muitos fatores a serem controlados durante o processo de fabricação e que podem influenciar no resultado final. É comum observar na literatura diferentes rotinas de fabricação para a obtenção de nanopartículas de um mesmo material. Assim, não há uma “receita” a seguir. É preciso testar as melhores condições de moagem para o material desejado no equipamento que se tem disponível. Em se tratando da técnica de moagem, em função da alta energia envolvida no processo, podem ser induzidas mudanças estruturais e/ou químicas. Dentre as modificações ocorridas estão a redução das dimensões das partículas e, no caso do Cobalto, pode ocorrer a formação de diferentes óxidos. A energia envolvida no processo depende de algumas variáveis que podem ser por nós escolhidas, tais como o material do recipiente, o material das esferas, o número de esferas, a velocidade do

processo de colisões (número de revoluções por minuto, entre outros). No caso da formação de óxidos, a atmosfera do ambiente de moagem tem papel essencial. Neste trabalho, não tivemos controle da atmosfera de moagem, mas os demais fatores acima puderam ser testados.

Uma vez produzidas as amostras, usou-se a técnica de difratometria de raios X para caracterizá-las estruturalmente. Dentre as análises permitidas por esta técnica, pode-se identificar quais os materiais presentes nas amostras, se há orientações cristalográficas preferenciais, se formaram-se óxidos e quais óxidos são estes, além de obter os tamanhos de cristalitos. Após identificar a possível obtenção de partículas de dimensões nanométricas, as medidas de magnetorresistência foram realizadas para analisar o comportamento magnético das mesmas.

#### **4. RESULTADOS**

Após fabricação das amostras, os padrões de difração de raios X das mesmas foram obtidos e analisados. Os resultados mostram que as amostras produzidas apresentam cristalitos de espessuras nanométricas. Ainda, foi possível observar a presença de diferentes óxidos de Co nas amostras produzidas, bem como identificar os tipos de óxidos favorecidos pela técnica de fabricação pela comparação entre os padrões de difração do pó precursor e os da amostra pós moagem. O sinal magnético presente nas amostras poderá ser verificado via medida de magnetorresistência.

#### **5. CONCLUSÕES**

Através deste trabalho apresentamos um estudo da técnica de moagem de alta energia para fabricação de nanopartículas de Cobalto. Os parâmetros utilizados para moagem foram escolhidos com base em um trabalho prévio desenvolvido pelo grupo de pesquisa utilizando Ni como precursor e mostraram-se adequados para a obtenção das amostras desejadas. Para a obtenção de nanopartículas de Co com comportamento magnético desejado para a obtenção de sistemas que apresentem o efeito Exchange-Bias, observou-se que o controle da atmosfera de moagem é essencial. A produção de amostras em atmosfera não controlada levou a criação de diferentes óxidos e para que se favoreça algum dos tipos desejados será necessário realizar moagem em atmosfera controlada via injeção de gases durante a fabricação das amostras.

## 6. PRINCIPAIS REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

[1] SURYANARAYANA, C., Mechanical Alloying and Milling. Department of Metallurgical and Materials Engineering, Colorado School of Mines, Golden, CO 80401-1887, USA, 2001.

[2] KANG, L. S., "Sintering: Densification, Grain Growth and Microstructure", Elsevier: Burlington, MA. Chapter 4, 2005, p3-8.

[3] SINGAMANENI, S. et al., Magnetic nanoparticles: recent advances in synthesis, self-assembly and applications, J. Mater. Chem. 21 (2011) 16819-16845.

[4] PETIT, C. et al., Self-Organization of Magnetic Nanosized Cobalt Particles, Adv. Mater 10 (1998) 259-261.