



I EXPOTEC – IFRN/CAMPUS SÃO PAULO DO POTENGI

“Cidades sustentáveis: desafios científicos e tecnológicos.”

ESTUDO SOBRE A INTRODUÇÃO DO PÓ DE TONER NA FERRITA DE Ni-Zn
(Eixo Temático: Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias)

Suênia Daiara T. dos Santos

daiarateixeira2012@gmail.com

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Ulisandra Ribeiro de Lima

ulisandra.lima@ifrn.edu.br

Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

1. Introdução

Em nossa sociedade hodierna, tornou-se comum a busca alucinada por novos avanços tecnológicos, visando o desenvolvimento de Equipamentos Eletroeletrônicos (EEE) cada vez mais inovadores, entre eles: notebooks, impressoras, bem como cartuchos de toners de impressora, equipamentos esses que foram criados com a pretensão de tornar mais prática a vida do homem, utilizados cotidianamente. Contudo, equipamentos como esses se desgastam, ficando impossibilitados de serem reutilizados, fazendo-se necessário um destino final adequado para esse tipo de material, que, no entanto, acaba por muitas vezes sendo descartado de maneira incorreta, podendo causar danos irreversíveis, tanto ao ambiente quanto à saúde das pessoas. Um dado relevante, e, ao mesmo tempo trágico, é que “o lixo eletrônico cresce cerca de cinco vezes mais do que o lixo urbano” (Moura, *et al.* 2012).

Preocupando-se com essa situação, e mais ainda com o cuidado que os EEEs recebem dentro das instituições que trabalham com materiais como toners de impressoras, surgiu o projeto de pesquisa “Introdução do Pó de Toner na Ferrita de Níquel-Zinco, pelo Método dos Citratos Precursores”, tendo em vista que o pó de toner possui um quantidade considerável de óxido de ferro, podendo assim reduzir o custo na fabricação da ferrita, além de fazer uma reutilização do pó de toner, evitando assim o seu descarte de forma inadequada no meu ambiente.

O pó de toner consiste no produto de uma mistura de carbono com polímeros como resina plástica, poliéster; óxidos: como óxido ferroso, óxido de chumbo (II) e óxido de zinco (II) e a sílica (SiO_2); sulfato ferroso, segundo Monteiro *et al* (2009). Os metais identificados podem acarretar problemas respiratórios e danos ambientais, além de doenças como alergias, bronquite, asma e até câncer, sendo comparado com o amianto (HUANG; SARTORI, 2012).

Introduzindo o conceito de ferritas, temos que são óxidos de metais bivalentes ($\text{MeO.Fe}_2\text{O}_3$) misturados com óxido de ferro sendo este último o componente principal (CAHN

et al., 2000). As ferritas são utilizadas extensivamente como indutores, hastes de antena, bobinas de carregamento e bloqueadores, garfos de deflexão, cabeças de gravação, em amplificadores magnéticos, na interferência eletromagnética (IEM) e nos transformadores de potência, suprimindo exigências básicas nas áreas de alta tecnologia, possibilitando ao homem construir materiais magnéticos cada vez mais eficientes e úteis para aplicações em vários dispositivos eletrônicos.

Dessa forma, nesse trabalho foi realizada análise do pó de toner e feitas as caracterizações por fluorescência de raios-X (FRX) e microscopia eletrônica de varredura (MEV) onde percebeu uma grande quantidade de óxido de ferro na estrutura, viabilizado a dopagem na ferrita de $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}$ calcinado a $350^\circ\text{C}/3\text{h}$. O material foi misturado nas proporções de pó de toner e ferrita nas seguintes frações, 10:100, 20:100 e 30:100. Porém os resultados não serão apresentados nesse trabalho em virtude do atraso da entrega dos resultados pela UFRN.

2. Material e Métodos

O cartucho de toner foi levado ao laboratório de química, onde, fazendo-se uso dos EPIs e EPCs necessários, foi aberto para a coleta do pó que, em seguida, foi armazenado em recipientes adequados e encaminhado para as análises por FRX que tem por finalidade identificar os compostos constituintes do material e o MEV que tem por função indicar o formato e o dimensionamento das partículas.

Foi preparada a composição de $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ com o uso do método dos citratos precursores. A técnica baseia-se na habilidade que certos ácidos hidróxi-carboxílicos (exemplo, ácido cítrico) têm para se coordenar com íons metálicos e, então, aumentar a homogeneidade na mistura com vários cátions dissolvidos como sais em meio apropriado (BERCHMANS *et al.*, 2003). Como o ácido cítrico é fraco, com três carboxilas e um grupo hidroxila, este tem os átomos de oxigênio eletronegativos interagindo com íons metálicos eletropositivos. Então a uma temperatura relativamente baixa os precursores podem formar uma única fase homogênea. Os reagentes de partida são os nitratos dos respectivos metais e ácido cítrico, estes são dissolvidos em água destilada em uma razão estequiométrica de 1:3. A solução formada é aquecida sob agitação magnética a 80°C por 2h. Durante este aquecimento, forma-se um citrato precursor com alta viscosidade, exibindo fortes interações de coordenação (SILVA, 2008). Para se obter a fase $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ inicialmente foram misturados e homogeneizados os citratos precursores dos respectivos metais. Para isso, a solução foi submetida a uma temperatura de $80^\circ\text{C}/2\text{h}$ com agitação magnética. Os pós produzidos pelo método do citratos precursores foram obtidos inicialmente pela morfologia do “puff” (amostra semicarbonizada semelhante a uma espuma) a $350^\circ\text{C}/3,5\text{h}$ e misturados ao pó de toner nas proporções 10:100, 20:100 e 30:100. Ocorrendo a mistura dos pós nas proporções citadas, o material será calcinado nas seguintes temperaturas, $400 - 500^\circ\text{C}$, levando à precipitação de óxidos de íons metálicos eletropositivos, devido à interação destes com os átomos de oxigênios eletronegativos. Dessa forma é formada uma fase única com estequiometria controlada.

Após a queima, o material foi desaglomerado em almofariz de ágata e, então, peneirado em malha de 325 ABNT. Os pós calcinados foram encaminhados para análises de DRX e FRX. Os dados das difrações de raios-X foram analisados pelo método Rietveld, porém em virtude do período de férias da UFRN, parte das análises não ficaram prontas há tempo para a conclusão do trabalho.

3. Resultados e Discussões

Com base nos resultados das análises realizadas no pó de toner (FRX e MEV), foi possível identificar que, o material possui partículas em formato irregular e tamanho por volta de 6µm, Figura 1 (MEV). A análise de FRX demonstrou que o pó de toner é constituído em sua maior parte, por óxido de ferro (cerca de 95,9% em massa), Tabela 1, sugerindo que o mesmo pode ser incorporado a ferrita de NiZn. Os resultados do DRX realizado na ferrita, Figura 2, mostram que, na calcinação a 350°C, ocorre a nucleação da ferrita como fase principal, e valores médio de cristalito (Tc) de 11,28 nm de acordo com a análise de Rietveld, demonstrando que as partículas nessa temperatura são nanométricas, assim como o pó de toner, e que a essa temperatura não há formação de fase secundária (hematita).

Tabela 1 – Dados do tratamento da difração de rios X do pó de toner

COMPONENTE	PORCENTAGEM EM MASSA
Fe ₂ O ₃	95.996 %
SiO ₂	3.255 %
MnO	0.489 %
TiO ₂	0.260 %

A Figura 1 mostra a microscopia eletrônica de varredura (MEV) do pó de toner da impressora HP em temperatura ambiente. São observadas partículas em formato irregular o mapeamento das linhas K α dos elementos químicos formadores do pó mostram a dispersão dos íons Fe, Si, Mn e Ti, observados na FRX. O processo de difusão desses íons mostra-se homogêneo, indicando uma maior concentração dos íons nas regiões mais próximas ao contorno das partículas.

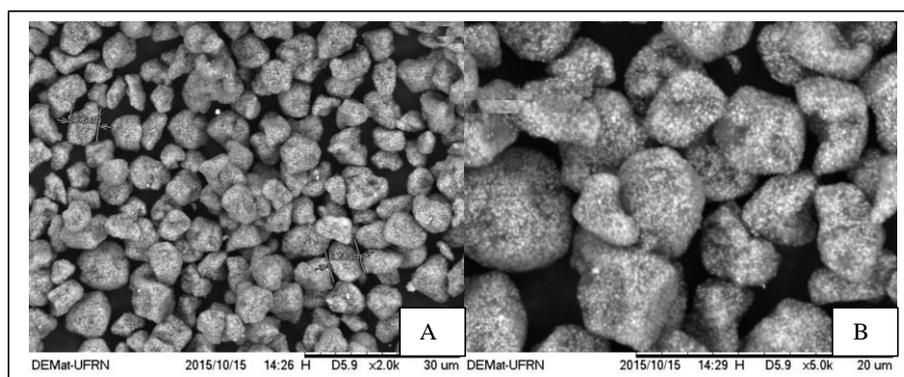


Figura 1- Micrografias eletrônicas de varredura do pó de toner sob ampliação de (a), 20000x e (b) e 5000 x (c).

O difratograma e a análise de Rietveld para Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe₂O₄ calcinada a 350°C/3h podem ser vistos na Figura 2. As intensidades são apresentadas em escala de contagem para melhor visualização das reflexões. Os difratogramas apresentaram sobreposição com o refinamento dos espectros indicando a formação da fase ferrita do tipo espinélio, evidenciada pelo aparecimento do pico principal 2θ = 35,3°, característicos das ferritas cúbicas pertencentes ao grupo espacial *Fd3m:1*.

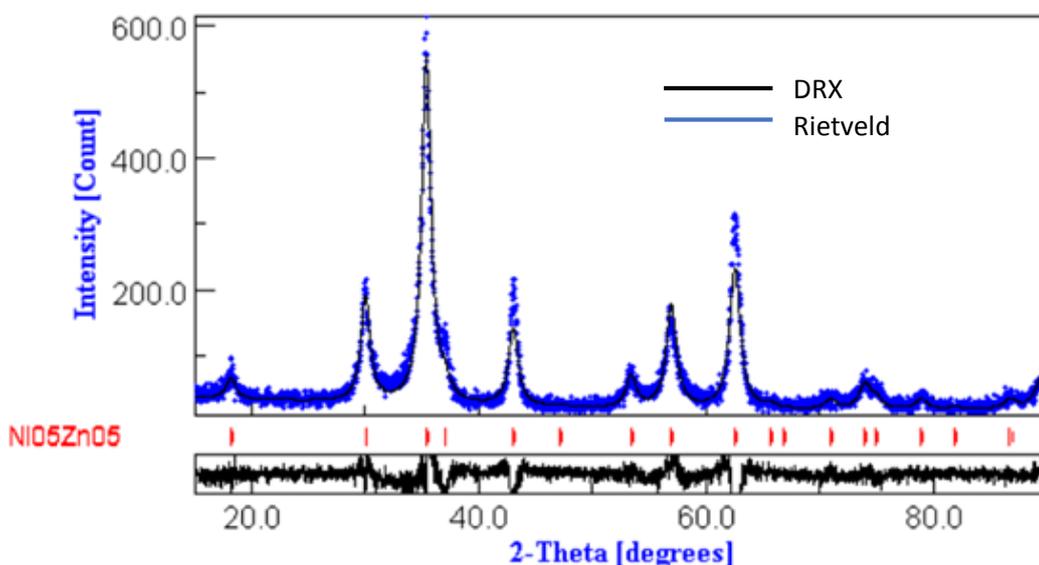


Figura 2- Difração de raio X da ferrita de Ni_{0,5}Zn_{0,5} calcinada a 350°C/3h

Visto que a ferrita tem o óxido de ferro como componente principal, fica então visto a possibilidade de sua utilização do pó de toner no processo de fabricação da ferrita de Ni-Zn pelo método dos citratos precursores, reduzindo, tanto o custo do processo, quanto os danos que o material poderia vir a causar ao meio ambiente e à saúde humana.

4. Conclusões

A partir das análises de FRX e MEV foi possível identificar os compostos presentes no pó de toner e sua morfologia, bem como o potencial contaminante de alguns dos metais identificados no material, confirmando assim a necessidade da sua reutilização para que este não seja descartado no meio ambiente em virtude do tamanho nanométrico do pó (6 nm). Em virtude da pesquisa desenvolvida no IFRN/SPP, verificou-se a possibilidade de incorporar, por meio do método dos citratos precursores, o pó de toner à ferrita de níquel-zinco, como uma solução alternativa para o problema existente no *campus* quanto ao destino inadequado dos toners de impressora, ao mesmo tempo em que se reduzirá o custo da fabricação da ferrita, dessa forma contribuindo com o amadurecimento de futuros profissionais com um olhar diferenciado em relação ao cuidado para com o meio ambiente.

6. Referências

BERCHMANS, L. JOHN; SELVAN, R. KALAI; KUMAR, P. N. SELVA; AUGUSTIN, C. O. **Structure and electrical properties of Ni_{1-x}Mg_xFe₂O₄ synthesized by citrate gel process.** Journal of Magnetism and Magnetic Materials, Central Electrochemical Institute, Karaikudi 630 006 Índia, v. 279, p. 103-110, dec. 2003

BORGES, P. F.; STUYTS, A.; GROENOU, A. B. V. **Magnetism, Microstructure and Crystal Chemistry of Spinel Ferrites.** Materials Science and Engineering, v.3, p. 319-331, 1968.

CHAVES, A.; SHELLARD, R. C. **Física para o Brasil: pensando o futuro**. São Paulo: Sociedade Brasileira de Física, 2005. 248p.

HENDERSON, C. M. B.; CHARNOCK, J. M.; PLANT, D. A. **Cation Occupancies in Mg, Co, Ni, Zn, Al ferrite spinels: a multi-element EXAFS study**. Journal of Physics: Condensed Matter, 19, 2007, 076214 (25 pp.).

KATO, Y.; TAKEI, T. **Characteristics of metallic oxide magnetic**. Journal of the Institute Electronic Engineering of Japan, vol. 53, 1933, p. 408-412.

LELIS, M. F. F. **Ferritas dopadas com Níquel ou Cobalto. Síntese, Caracterização e Ação Catalítica na Oxidação do Monóxido de Carbono**. 2003. Tese (Departamento de Química) – Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal de Minas Gerais UFMG, 2003.

LIMA, U. R. **Síntese e Caracterização de Nanoferritas à Base de Níquel-Zinco e Níquel-Cobre-Zinco**. 2006. 162 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química. Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2006.

LIMA, U.R. **Otimização da síntese de nanoferritas de NiZn dopada com cobre e cobalto**. 2011. 190 f. Tese (Doutorado em Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2011.

MONTEIRO, A. J. S. *et al.* **MANUSEIO E DESCARTE ADEQUADO DE TINTAS E TONER DE IMPRESSORAS. Projeto apresentado para integralização das Práticas do Módulo 2 – Tecnologia em Gestão Ambiental**. Centro Universitário Leonardo da Vinci. Porto Alegre, 2009.

MOURA, A. E. G. **Síntese, sinterização e caracterização de ferritas à base de Ni-Zn**. 2008. 107 f. Dissertação (Mestrado em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Centro de Ciências Exatas e da Terra, Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRN, Natal, 2008.

RODRIGUES, Cássio. **Tudo que você queria saber sobre partículas de toner e ninguém conseguia explicar**. Guia do Reciclador, São Paulo, ano 4, nº 30. p. 24-27. jun 2008.