

FERRITAS NiZn SINTETIZADAS POR REAÇÃO DE COMBUSTÃO EM CONDIÇÕES DIFERENTES.

D. A. Vieira^{1*}, V. C. S. Diniz¹, J. Dantas¹, R. H. G. A. Kiminami², D. R. Cornejo³, A. C. F. M. Costa¹

¹Universidade Federal de Campina Grande – Departamento de Engenharia de Materiais.

²Universidade Federal de São Carlos – Departamento de Engenharia de Materiais.

³Universidade de São Paulo – Instituto de Física.

* Av. Aprígio Veloso, 882; 58109-970, Campina Grande – PB.

deboralbq@hotmail.com

RESUMO

O presente trabalho consiste na síntese de ferritas NiZn, obtidas em duas condições de síntese diferentes. As amostras foram sintetizadas usando forno micro-ondas e uma base cerâmica com resistência em espiral como fonte de aquecimento externo e dois recipientes com capacidade de produção do produto final de 15 e 2 g, respectivamente. Após a síntese foram submetidos às caracterizações por difração de raios X, análise textural, microscopia eletrônica de varredura e medidas magnéticas. Os resultados mostraram que para ambas as condições avaliadas houve apenas a formação da fase $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$. O tamanho de cristalito da amostra obtida na resistência elétrica foi de 27 nm, enquanto que a amostra obtida no forno micro-ondas não foi determinado, o valor de área superficial foi de 26 e 66 m^2/g , e magnetização de saturação de 55 e 8,09 emu/g para as amostras sintetizadas em forno micro-ondas e na base cerâmica, respectivamente. Ambas as amostras apresentaram morfologias de aglomerados de formato esférico.

Palavra-chave: reação de combustão, resistência elétrica, micro-ondas, ferrita Ni-Zn.

INTRODUÇÃO

Ferritas são materiais tecnologicamente importantes por causa de suas propriedades magnéticas, tais como alta permeabilidade, coercividade, perdas magnéticas (perdas por histerese e corrente parasita), que as tornam adequadas para diferentes aplicações como, absorvedores de radiação eletromagnética [1], e componentes eletrônicos, tais como transformadores, filtros de ruído, cabeças de gravação, etc [2].

Usualmente, as ferritas tipo espinélio, assim como a maioria dos materiais cerâmicos, tem sido preparadas pelo método padrão, que é a mistura de óxidos. Este método, apesar de ser um método relativamente econômico, não permite o controle da homogeneidade e pureza, devido as impurezas provenientes do processo de mistura e moagem introduzidas no moinho de bolas, e os óxidos necessitam ser calcinados em altas temperaturas para permitir a formação do produto final com alta densidade. Existe uma forte ligação entre o modo de preparação das ferritas, suas propriedades e aplicações [3]. As propriedades magnéticas de um material são determinadas intrinsecamente pela estrutura eletrônica dos átomos constituintes e por sua estrutura cristalina. Extrinsicamente, são determinadas pela microestrutura, a qual depende do processamento utilizado (condições de temperatura, tempo e atmosfera de sinterização, métodos de síntese utilizados para obtenção do pó, etc.) [4].

Deste modo, muitos métodos de sínteses químicas têm sido desenvolvidos e empregados na obtenção de pós cerâmicos, especificamente na obtenção de ferritas, visando reduzir as desvantagens apresentadas pelo método convencional de mistura de óxidos (pobre controle da composição, maior tamanho de partícula, não homogeneidade química, introdução de impurezas durante a moagem em moinhos de bolas, etc.). Dentre os métodos mais utilizados, estão sol-gel [5], co-precipitação [6], síntese hidrotérmica [7], e reação de combustão [8], entre outros.

O método de reação de combustão se destaca entre os mais variados métodos de síntese, por ser fácil, seguro rápido para produzir pós cerâmicos, e suas principais vantagens são que requer menos energia e menor tempo de síntese. Além do mais, as características finais dos produtos preparados por reação de combustão, podem ter suas características morfológicas modificadas, pelo tipo de aquecimento externo utilizado. Recentemente, vários pesquisadores têm relatado a utilização de energia micro-ondas como fonte de aquecimento para a reação de combustão [9-11]. Assim, o método de síntese por reação de combustão aliada à energia de micro-ondas oferece vantagens interessantes, principalmente na economia de energia e no menor tempo de síntese, além da melhora na uniformidade e rendimento do produto final. A síntese por reação por combustão utilizando apenas uma base cerâmica com resistência elétrica, como fonte de aquecimento oferece também vantagens, economia de tempo e principalmente rendimento do produto final.

Deste modo, o presente trabalho tem por objetivo estudar a síntese de ferritas de composição $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ por reação de combustão, utilizando duas condições de síntese diferentes: um recipiente codificado e aquecido por uma base cerâmica com resistência elétrica e utilizando um cadinho de sílica vítrea aquecido em forno de micro-ondas e avaliar a característica estrutural, morfológica e magnética das amostras obtidas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Para a síntese das amostras de ferrita NiZn foi utilizado os reagentes oxidantes nitrato de níquel hexahidratado (145,40 g/mol), nitrato de zinco hexahidratado (148,73 g/mol), nitrato de ferro nonohidratado (808,0 g/mol), nitrato de cobre hexahidratado (241,60 g/mol) e o reagente redutor uréia (60,06 g/mol). Todos os reagentes com grau de pureza entre 98 a 99%.

Para a realização da reação de combustão, a proporção da mistura inicial de cada reagente foi calculado de acordo com as valências dos elementos reativos estabelecida pela estequiometria de acordo com os conceitos da química dos propelentes e explosivos [12]. As reações foram realizadas em cadinho de sílica vítrea e em um recipiente codificado R1900 com capacidades de produzir aproximadamente 2 e 15g por reação, respectivamente.

Nas duas condições de síntese os recipientes contendo a mistura de reagente foi previamente aquecidos em uma base cerâmica com resistência elétrica, para dissolução total dos reagentes, em seguida procedeu-se a síntese de duas maneiras, e chamadas de SR e SM. No primeiro processo a combustão ocorreu na base cerâmica, em um recipiente codificado, e no segundo processo a combustão ocorreu dentro do forno de micro-ondas doméstico, ME27S, marca Eletrolux adaptado com exaustor para a evasão dos gases, pré-programado com potência de 450 Watts o que equivale a 50% da potência total do equipamento, e tempo de exposição as ondas eletromagnéticas de 5 minutos.

Os produtos (amostras) resultantes da combustão foram desaglomerados em um almofariz e peneirados em peneira 325 mesh (44 μ m). Na amostra SR foi possível verificar a temperatura da reação com um pirômetro de infravermelho (Raytek, modelo RAYR31 $\pm 2^\circ$ C).

Os dados de difração de raios X das amostras foram obtidos em um difratômetro marca SHIMADZU modelo 6000, com radiação Cu K α . Os espectros de

fluorescência e a análise semi-quantitativa dos óxidos e elementos presentes nas amostras de ferritas NiZn foram determinados por espectroscopia de fluorescência de raios X por energia dispersiva, modelo EDX-720, da marca SHIMADZU. Os aspectos morfológicos foram analisados por microscopia eletrônica de varredura (MEV). Foi utilizado um microscópio eletrônico de varredura, marca Philips, modelo XL30 FEG. A determinação da área superficial foi realizada pelo método de adsorção de nitrogênio/hélio desenvolvido por Brunauer, Emmett e Teller (BET) visando determinar a área superficial específica. Foi utilizado um porosímetro modelo ASAP 2000, marca micromeritics.

Os parâmetros magnéticos (coercividade, magnetização de saturação, campo remanente e área da curva de histerese, a qual dá um indicativo da energia dissipada pelo material ou simplesmente perdas por histerese) foram obtidos a partir das curvas ou laço de histereses, observando-se o comportamento das curvas nas proximidades da origem do plano cartesiano. As perdas por histerese foram determinadas pela área da curva $M-H$. O ciclo de histerese magnética dos pós a das amostras após a sinterização de ferrita NiZn foram obtidos por meio de um magnetômetro de gradiente alternado (AGM). A magnetização de saturação foi determinada fazendo um ajuste dos dados do campo aplicado para a função $M = M_s (1 - \alpha / H)$, onde M é a magnetização, M_s é a magnetização de saturação, α é o parâmetro do ajuste e H é o campo aplicado.

RESULTADOS

Na Figura 1, estão representados os difratogramas de raios X das amostras de ferritas NiZn obtidas por reação de combustão em cadinho de sílica aquecido no forno de micro-ondas e em recipiente codificado aquecido na resistência elétrica. Os resultados de raios X mostram que as amostras obtidas nas duas condições de síntese diferentes (em cadinho de sílica aquecido no forno de micro-ondas e em recipiente codificado aquecido na resistência elétrica) apresentaram a formação da fase cristalina do espinélio inverso ferrita NiZn (JCPDS 52-0278).

Verificou-se que a amostra obtida na resistência elétrica (SR) apresentou picos mais intensos, enquanto a amostra resultante da combustão em forno de micro-ondas (SM) apresentou picos de menor intensidades e com maior largura basal, quando comparado com a amostra SR. Está maior largura basal, é proveniente da

característica nanométrica das partículas da amostra SM, que possivelmente se deu pela temperatura alcançada no forno de micro-ondas ser menor que a temperatura alcançada na resistência elétrica que foi de isto se deu provavelmente a uma maior temperatura atingida na combustão em resistência elétrica que foi de aproximadamente 640°C. Na síntese em forno de micro-ondas, não pode ser verificada devido a placa de protetora Faraday do forno microondas, impedir que o laser do pirômetro penetre o seu interior atingindo a chama de combustão, e a indisponibilidade de verificar a temperatura.

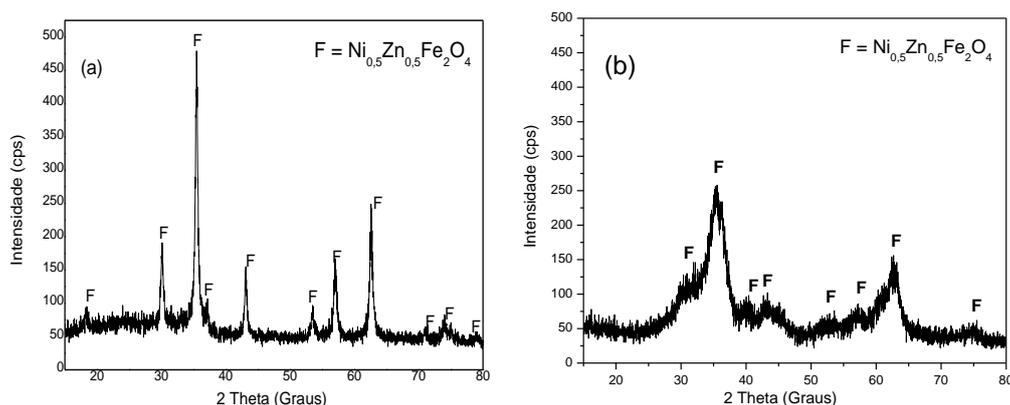


Figura 1. Difratomogramas de raios X das amostras de ferritas NiZn resultantes da reação de combustão em resistência elétrica espiral (SR) e em forno de micro-ondas (SM).

A Tabela I apresenta os dados estruturais obtidos a partir dos resultados de DRX para a amostra SR, usando a equação Scherrer [13]. Para a amostra SM não foi possível determinação dos parâmetros de rede, e tamanho de cristalito, devido a característica nanométrica da amostra.

Tabela I – Dados estruturais obtidos a partir dos resultados de DRX da amostra SR.

Intensidade	hkl	2θ	Tamanho de cristalito (nm)
14	111	18,11	25
45	220	29,92	27
100	311	35,26	27
6	222	36,88	36
25	400	42,89	31
10	422	53,22	33
25	333	56,74	25
35	440	62,34	28

Para amostra de ferrita SR, observam-se dois conjuntos de planos de difração. O primeiro com tamanho de cristalito entre 25 a 28 nm, e o segundo conjunto com tamanho de cristalito entre 31 a 36 nm. Esta baixa variação no tamanho de cristalito mostra que as reflexões basais identificadas difratam com boa uniformidade, indicando uma amostra com característica de baixa anisotropia cristalina.

O parâmetro de rede foi determinado através da rotina do DICVOL9 for Windows, obtido pelo pacote de programas FullProf [14] usando a Lei de Vegard's para a mistura de cátions. O parâmetro de rede calculado para a amostra SR foi de 8.400 Å, e foi possível observar uma variação de 0,21% comparada com os valores disponíveis na literatura ($a = b = c = 8.382 \text{ \AA}$, ficha JCPDS # 52-0278), ou seja, um aumento no parâmetro de rede.

Na avaliação dos dados de EDX, foi necessário um conhecimento dos valores teóricos em porcentagem dos óxidos individuais que constitui a composição estequiométrica em mol [15] da ferrita $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$. Assim, as porcentagens teóricas calculadas para $0,5 \cdot \text{NiO}$, $0,5 \cdot \text{ZnO}$ e Fe_2O_3 , correspondem a 15,7; 17,1 e 67,2%, respectivamente.

A Tabela II expressa os dados de fluorescência de raios X por energia dispersiva, das amostras obtidas em resistência elétrica (SR) e as amostras obtidas em forno de micro-ondas (SM), respectivamente.

Tabela II - Composição química das amostras SR e SM, obtidas por reação de combustão.

Amostra	Composição (wt%)			
	NiO	ZnO	Fe ₂ O ₃	Impurezas*
SR	16,2	15,4	68,3	0,1
SM	18,0	15,2	65,2	1,6
Valores teóricos	15,7	17,1	67,2	0,0

* Impurezas

Observando os resultados experimentais da análise de EDX para as amostras SR e SM, verificamos que os valores foram próximos aos valores teóricos calculados, observando apenas uma maior quantidade de impurezas presentes na amostra SM, que provavelmente se deve as impurezas provenientes dos precursores utilizados na síntese. Para ambas as amostras avaliadas, observou-se

para o ZnO uma redução de 10 e 11% para as amostras SR e SM, respectivamente. Esta redução na porcentagem de ZnO em comparação ao valor teórico calculado, pode ser atribuída a possível volatilização do Zn em temperaturas próximas a 700°C. Como a amostra SR atingiu temperatura elevada e que apresenta uma volatilização do ZnO, é possível observar que a amostra SM, também atingiu temperaturas próximas de 1000°C. Este efeito foi observado também por Azadmanjiri [16], quando estudou a composição elementar de ferrita $Ni_{1-x}Zn_xFe_2O_4$ variando a concentração de Zn, e observou que devido a temperatura de sinterização ser de 950°C, ocasionou na volatilização do Zn. Vieira [17], também observou este mesmo comportamento quando estudou amostras de ferrita Ni-Zn sintetizadas por reação de combustão com uréia, glicina e a mistura 1:1 (uréia:glicina) usando energia de micro-ondas como fonte de aquecimento.

Como as análises de EDX são comparativas entre os óxidos presentes, então a redução do ZnO observado nas amostras contribui para uma diferença no percentual dos demais óxidos presentes, de modo a se obter o percentual de 100% total. Desta forma, observamos para o NiO um aumento de 3 e 12% para as amostras SR e SM, respectivamente em relação aos valores teóricos calculado, enquanto que para Fe_2O_3 estes valores teóricos oscilaram, de um aumento de 1,6% em comparação a amostra SR e uma redução de 3% comparando a amostra SM.

A Tabela III mostra os dados da área superficial e do tamanho de partícula das amostras obtidas na resistência elétrica (SR) e no forno de micro-ondas (SM).

Tabela III - Valores de área superficial e do tamanho de partícula das amostras SR e SM, obtidas pelo método de combustão.

Amostras	Área	Tamanho de
	Superficial (BET) (m^2g^{-1})	partícula (D_{BET}) (nm)
SR	26,56	42,13
SM	66,27	16,88

Utilizando a equação proposta por Reed [18], com os dados de densidade teórica = 5,361 g/cm³ (ficha JCPDS # 52-0278), foi possível a determinação do tamanho de partícula. Para os dados obtidos pelo método de adsorção de nitrogênio/hélio, pode-se observar que a amostra SM apresentou elevada área

superficial, em comparação a amostra SR, conseqüentemente um tamanho de partícula 59% inferior.

Esta redução no tamanho de partícula em comparação ao tamanho de partícula da amostra obtida em resistência elétrica pode ser atribuída a provável menor temperatura de reação que contribuiu para a formação de elevada fase amorfa na amostra SM, pois temperaturas elevadas induzem a uma maior energia de ativação favorecendo a uma maior cristalinidade e conseqüentemente formação de pós com partículas maiores. Isto reforça a suposição de que a síntese em resistência elétrica favoreceu a maiores temperaturas de combustão, em comparação a síntese em forno de micro-ondas pelo fato da amostra SR ter sido obtida com a maior temperatura de combustão que a amostra SM, resultando em um material com partículas maiores.

Olhero et al [6], obtiveram ferrita Ni-Zn por co-precipitação e em seguida, calcinado a 200, 300, 400, 600, 800, 1000 e 1200 °C, em sua pesquisa observaram que aumentando a temperatura de calcinação a área superficial específica dos pós de ferrita Ni-Zn, diminuíam drasticamente, variando de 149.07 a 0.078 m²/g, reforçando que em temperaturas mais elevadas os pós tende a diminuir a área específica e proporcionalmente diminuindo o tamanho de partícula.

A Figura 2 apresenta as micrografias das amostras de ferrita Ni-Zn obtidas na resistência elétrica (SR) e no forno de micro-ondas (SM).

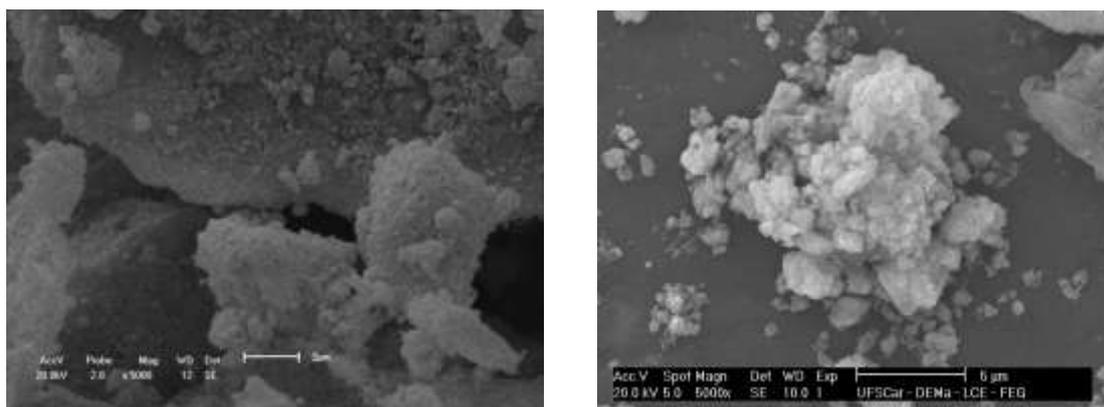


Figura 2. Microscopia eletrônica de varredura das amostras obtidas na resistência elétrica (SR) e no forno microondas (SM).

De acordo com as micrografias apresentadas na Figura 2 observamos que a amostra obtida em resistência elétrica (SR) apresenta a formação de aglomerados grandes superiores a 10 µm, não uniformes, de formato irregular e com

característica de espumas ou flocos porosos. A amostra obtida por reação de combustão em forno de micro-ondas apresentou a formação de aglomerados menores que $0,1 \mu\text{m}$ e com tamanho máximo em torno de $2 \mu\text{m}$, de formato aproximadamente esférico, com aspecto de novelos (flocos porosos), e característica de aglomerados moles, ou seja, de fácil desaglomeração.

O efeito da forma de aquecimento sobre as propriedades magnéticas foi investigada através de medidas de magnetização à temperatura ambiente (300 K) e um campo externo de até 20 Koe, expresso na Figura 3. Verificamos, que as amostras apresentaram características de materiais magnéticos macios (moles), devido a formação completa de um ciclo de histerese estreito. Porém, as amostras apresentam comportamento distintos, a amostra SM, se caracteriza como uma amostra superparamagnética, devido apresentarem magnetização remanente (M_r) e coercividade (campo desmagnetizante) desprezível, ou seja, praticamente zero. O comportamento superparamagnético observado na amostra SM foi consequência da formação de nanopartículas com tamanho cristalito próximo a um monodomínio.

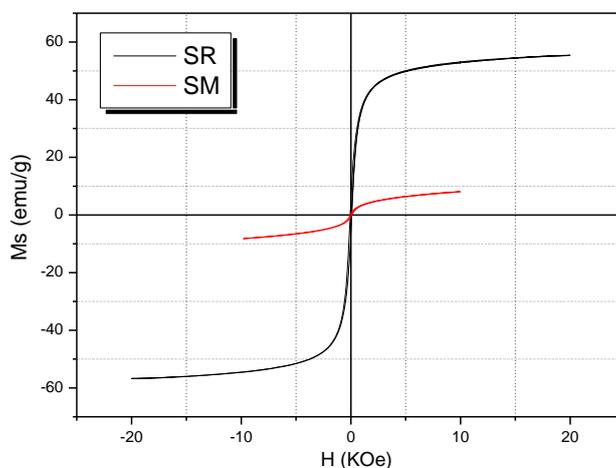


Figura 3 - Curvas de histerese M-H das amostras de $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$ obtidos, em resistência elétrica (SR) e em forno de micro-ondas (SM).

A amostra SR apresentou uma característica de materiais magnéticos macios (moles) e diferente do SM, com elevados valores de magnetização de saturação (M_s), podemos observar que valor de magnetização de saturação (M_s) aumenta gradualmente com o aumento da temperatura de síntese, de 8,09 para 55 emu/g, ou mais precisamente isso confirma que a forma de aquecimento contribuiu para o fornecimento de temperaturas mais elevadas na reação de combustão em resistência elétrica, aumentando o tamanho de cristalito e consequentemente a área

do domínio magnético, portanto a fixação da parede de domínio é baixa, devido à pequena área superficial, o que leva a formação de materiais com alta magnetização.

Comportamento semelhante foi observado por Li et al. [19], na obtenção de ferritas $Ni_{0.5}Zn_{0.5}Fe_2O_4$, pelo método de co-precipitação, e em seguida calcinado a 500, 600 e 700 °C. Os autores observaram que o aumento da temperatura favoreceu a um aumento na magnetização de saturação (M_s), e a magnetização remanente (M_r), diminuindo os valores de campo coercivo (H_c). Os valores de magnetização de saturação observados foram 8.6, 39.7 e 45.3 emu/g, e com valores de magnetização remanente (M_r), 2.1, 8.1 e 8.0 emu/g, para as temperaturas de 500, 600 e 700 °C, respectivamente. Comparando os valores reportados por Li et al, com os obtidos neste trabalho ambas as amostras tem características magnéticas moles, verificamos que o método de combustão em micro-ondas para obtenção desta ferrita favorece a um material magnético mole mais promissor. Assim, as amostras sintetizadas na resistência elétrica são promissoras para aplicações em dispositivos magnéticos moles, em que é necessário maior tamanho de partícula, devido a maior área de domínio gerada, enquanto as amostras sintetizadas no forno micro-ondas são promissoras para aplicações em catálise e em marcadores biológicos, onde necessitam de pequeno tamanho de partícula, e um menor domínio magnético.

CONCLUSÃO

A síntese por reação de combustão pode ser considerada como um método termicamente promissor, visto além de ser um método de síntese que oferece vantagens de custo baixo, processo de preparação simples e obtenção de materiais com formação de nanopartículas, possibilitar a produção de produto com características morfológicas que pode ser controlada para uma determinada aplicação específica, mantendo a mesma estrutura cristalina. O tipo de aquecimento utilizado na síntese por reação de combustão possibilita modificação no tamanho das partículas e forma dos aglomerados, o que influencia no comportamento magnético das amostras, porém não altera a estrutura cristalina.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao CNPq, INAMI-CNPq, ao PROCAD/NF-CAPES, pelo suporte financeiro.

REFERENCIA

1. BOON, M. S.; SAW, W. P. S.; MARIATTI, M. Magnetic, dielectric and thermal stability of Ni–Zn ferrite-epoxy composite thin films for electronic applications. *J. Magn. Magn. Mater.*, v. 324, n° 5, p. 755-760, 2012.
2. SHANNIGRAHI, S. R.; PRAMODA, K. P.; NUGROHO, F. A. A. Synthesis and characterizations of microwave sintered ferrite powders and their composite films for practical applications. *J. Magn. Magn. Mater.*, v. 324, n° 2, p. 140-145, 2012.
3. DESHPAND, C.E; DATE, S.K. Recent developments in processing of Mn – Zn ferrites. *Indian J. Chem.*, v. 35 A, p. 353-365, 1996.
4. BARROS, T. S. Influência do combustível na síntese por reação de combustão de ferritas Ni-Zn. 2008, 89p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais), Centro de Ciências e Tecnologia, UFCG, Campina Grande, PB.
5. AKHTAR, M. N.; YAHYA, N.; KOZIOL, K.; NASIR, N. Synthesis and characterizations of Ni_{0.8}Zn_{0.2}Fe₂O₄-MWCNTs composites for their application in sea bed logging. *Ceram. Int.*, v. 37, p. 3237–3245, 2011.
6. OLHERO S. M; SOMA, D.; AMARAL, V. S.; BUTTON, T. W.; ALVES, F. J.; FERREIRA, J. M. F. Co-precipitation of a Ni–Zn ferrite precursor powder: Effects of heat treatment conditions and deagglomeration on the structure and magnetic properties. *J. Eur. Ceram. Soc.* (2012), doi:10.1016/j.jeurceramsoc.2012.03.017.
7. WANG, Z.; XIE, Y.; WANG, P.; MA, Y.; JIN, S.; LIU, X. Microwave anneal effect on magnetic properties of Ni_{0.6}Zn_{0.4}Fe₂O₄ nano-particles prepared by conventional hydrothermal method. *J. Magn. Magn. Mater.*, v. 323, n° 23, p. 3121-3125, 2011.
8. COSTA, A. C. F. M.; MORELLI, M. R.; KIMINAMI, R. H. G. A. Combustion Synthesis Processing of Nanoceramics. In: *Journal of Nanoscience and Nanotechnology*. (Org.). 'Handbook of Nanoceramics and Their Based Nanodevices'. Estados Unidos: American Scientific Publishers, 2009, v. 5, p. 80-98.
9. COSTA, A. C. F. M.; VIEIRA, D. A.; SILVA, V. J.; DINIZ, V. C. S.; KIMINAMI, R. H. G. A.; GAMA, L. Synthesis of the Ni–Zn–Sm ferrites using microwaves energy. *J. Alloys Compd.*, v.483, p. 37–39, 2009.
10. REDDY, M. P.; MADHURI, W.; REDDY, N. R.; KUMAR, K. V. S.; MURTHY, V. R. K.; REDDY, R. R. Influence of copper substitution on magnetic and electrical properties of MgCuZn ferrite prepared by microwave sintering method. *Mater. Sci. Eng., C*, v. 30, n° 8, p. 1094-1099, 2010.
11. SORESCU, M.; DIAMANDESCU, L.; RAMESH, P.D.; ROY, R.; DALY, A.; BRUNO, Z. Evidence for microwave-induced recrystallization in NiZn ferrites. *Mater. Chem. Phys.*, v. 101, n° 2–3, p. 410-414, 2007.
12. JAIN, S. R., ADIGA, K. C. AND PAI VERNEKER, V. “A new approach to thermo chemical calculations of condensed uel-oxidizer mixture”, *Combust. Flame*, v. 40, p. 71-79, 1981.
13. KLUNG, H., and ALEXANDER, L., 1962, X-ray diffraction procedures, Wiley. New York, EUA.
14. LOUER, D. and ROISNEL, T., 1993, DICVOL91 for Windows, Laboratoire de Cristalochimie, Universite de Rennes I, Campus de Beaulieu, France.

15. RUSSELL, J. B., 1994, "Química Geral", v. 1, 2ª Ed. São Paulo, Brasil.
16. AZADMANJIRI J. Structural and electromagnetic properties of Ni–Zn ferrites prepared by sol–gel combustion method. Mater. Chem. Phys., v. 109 , p. 109–112, 2008.
17. VIEIRA, D. A. Síntese por energia de microondas de ferritas Ni-Zn. 2009, 110p. Dissertação (Mestrado em Engenharia der Materiais). Centro de Ciências e Tecnologia, UFCG, Campina Grande, PB.
18. REED, J. S. Principles of ceramics processing. New York: John Wiley & Sons, 1996.
19. . LI, Q.; WANG, Y.; CHANG, C. Study of Cu, Co, Mn and La doped NiZn ferrite nanorods synthesized by the coprecipitation method. J. Alloys Compd., v. 505, p. 523–526, 2010.

INFLUENCE OF TYPE OF HEATING IN OBTAINING NIZN FERRITES BY COMBUSTION REACTION

D. A. Vieira¹, V. C. S. Diniz¹, J. Dantas¹, R. H. G. A. Kiminami², D. R. Cornejo³, A. C. F. M. Costa¹

¹Federal University of Campina Grande - Department of Materials Engineering

²Federal University of Sao Carlos - Department of Materials Engineering.

³University of Sao Paulo - Department of Physics

* Av. Aprígio Veloso, 882; 58109-970, Campina Grande – PB.

deboralbq@hotmail.com

ABSTRACT

The present paper is to assess the form of heating used in the combustion synthesis of NiZn ferrite samples. Samples were synthesized using a microwave oven and a base ceramic spiral heating element as a source of external heating and two containers with a production capacity of the final product 15 and 2g, respectively. After synthesis were subjected to characterization by X-ray diffraction, textural analysis, scanning electron microscopy and magnetic measurements. The results showed that for both conditions studied was the only phase formation $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$. The crystallite size of the sample obtained in electrical resistance was 27 nm, whereas the sample obtained in the microwave oven has not been determined, the amount of surface area was 26 to 66m²/g, saturation magnetization of 55 and 8.09 emu / g for the samples synthesized in a microwave oven and the ceramic base, respectively. Both samples showed morphologies of clusters of spherical shape.

Keyword: combustion reaction, electrical resistance, microwave, Ni-Zn ferrite.