

SÍNTESE DE NANOFERRITAS MAGNÉTICAS DO TIPO ESPINÉLIO E USO EM REAÇÃO DE ESTERIFICAÇÃO PARA OBTENÇÃO DE BIODIESEL

K. R. O. Pereira⁽¹⁾; J. Dantas⁽²⁾; A. S. Silva⁽³⁾; A. C. F. de M. Costa⁽⁴⁾

⁽¹⁾Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais. e-mail: kleberstonric@usp.br

⁽²⁾Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais. e-mail: joeldadantas@yahoo.com.br

⁽³⁾Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos. e-mail: adriano_santana@yahoo.com.br

⁽⁴⁾Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia, Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais. e-mail: anacristina@dema.ufcg.edu.br

RESUMO

A nanotecnologia tem sido importante no melhoramento das propriedades dos materiais utilizados na fabricação de dispositivos magnéticos, absorvedores de radiação eletromagnética, telefonia celular, pigmentos e ultimamente em catálise nas reações de transesterificação e esterificação para obtenção de biodiesel. O objetivo deste trabalho foi sintetizar e caracterizar materiais magnéticos do tipo espinélio composto de CuFe_2O_4 , CoFe_2O_4 , MnFe_2O_4 , NiFe_2O_4 e FeFe_2O_4 e verificar o efeito catalítico em reação de esterificação metálica de óleo de soja. As amostras foram obtidas através da reação de combustão e caracterizadas por DRX, FTIR, BET e MEV. A análise dos resultados revelou para as nanoferritas a formação da fase espinélio e maior área específica para amostra CoFe_2O_4 . De forma geral as amostras apresentaram-se na forma de aglomerados irregulares. Todas as amostras foram cataliticamente ativas na reação de esterificação, sendo a maior conversão obtida pela amostra MnFe_2O_4 com 57 %.

Palavras-chaves: nanopartícula magnética; reação de combustão; esterificação.

INTRODUÇÃO

Os óleos vegetais como alternativas de combustíveis começaram a ser estudados no final do século XIX por R. Diesel. Estes óleos eram utilizados *in natura*, porém, em geral, devido a sua alta viscosidade e baixa volatilidade quando injetados diretamente nos motores, eles provocam pobre atomização do combustível, combustão incompleta e deposição de carbono nos injetores e válvulas do motor, resultando em vários problemas operacionais, além do mais, o rendimento da potência do motor acaba sendo baixa, e como resultado da queima libera acroleína (propenal) que é tóxica ^(1;2).

Várias alternativas têm sido consideradas para melhorar o uso dos óleos vegetais em motores do ciclo diesel. Dentre elas alguns procedimentos reacionais são utilizados na obtenção de biodiesel, como transesterificação, esterificação, craqueamento, hidroesterificação e esterificação seguida de transesterificação ^(3; 4).

A obtenção do biodiesel, seja pela reação de transesterificação ou esterificação, é o processo mais usado e se dá pela inserção de três componentes, a saber: álcool (metanol e/ou etanol), óleo vegetal ou gordura animal e catalisador.

O uso de catalisadores homogêneos apresenta algumas desvantagens, como: o catalisador encontra-se na mesma fase dos produtos, o que dificulta a sua corrosão do reator (catálise ácida), saponificação no meio reacional (catálise básica) e baixa atividade. Além disso, estes catalisadores apresentam o inconveniente de não serem recuperados no final do processo ⁽⁵⁾.

Por outro lado, os catalisadores heterogêneos não apresentam essas desvantagens, pois possibilita o uso de alcoóis de elevado peso molecular e em alguns casos, conseguem alcançar altos valores de conversão em sistemas, nos quais catalisadores homogêneos são inativos ^(5;6). Também, os catalisadores podem ser reutilizados e conseqüentemente não ser descartado para o meio ambiente ⁽⁷⁾.

Tal substituição vem se destacando mediante a utilização de materiais magnéticos nanoestruturados, que vem sendo apontado como um novo ramo de utilização nos materiais já existentes, bem como na descoberta de novos materiais ⁽⁸⁾.

Deste modo, este estudo teve como objetivo sintetizar variadas composições de nanoferritas magnéticas de CuFe_2O_4 , CoFe_2O_4 , MnFe_2O_4 , NiFe_2O_4 e FeFe_2O_4 e utilizá-las como catalisador para obtenção de biocombustível por reação de esterificação.

MATERIAIS E MÉTODO

Materiais - Para a síntese das nanoferritas magnéticas foram utilizados os reagentes químicos: Ureia - $\text{CO}(\text{NH}_2)_2$ (98 %); nitrato de ferro nonohidratado - $\text{Fe}(\text{NO}_3)_3 \cdot 9\text{H}_2\text{O}$ (99 %); nitrato de níquel hexahidratado - $\text{Ni}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (98 %); nitrato de cobre hexahidratado - $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2 \cdot 6\text{H}_2\text{O}$ (98 %); nitrato de cobalto II trihidratado - $\text{Co}(\text{NO}_3)_2 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$ (98 %); nitrato de manganês II tetrahidratado $\text{Mn}(\text{NO}_3)_2 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$ (98 %); acetato de ferro II $\text{FeOH}(\text{C}_2\text{H}_3\text{O}_2)_2$ (98 %).

Síntese das nanoferritas magnéticas - As nanoferritas foram sintetizadas pelo método de reação de combustão, que se baseia na teoria dos propelentes e explosivos, conforme descrito por Jain *et al.* ⁽⁹⁾.

A mistura dos insumos químicos, preparados de acordo com a estequiometria pré-estabelecida, foi realizada em recipiente de aço inox com capacidade de produção de 10g/bateladas e aquecido diretamente em um reator ⁽¹⁰⁾ (temperatura aproximada de 600 °C) até atingir a autoignição (combustão).

Este procedimento foi usado para todos os sistemas (nanoferritas magnéticas), com exceção da magnetita FeFe_2O_4 , a qual por ser um sistema mais complexo, necessitou a utilização de atmosfera inerte de N_2 , sendo assim fez-se o uso de um reator de micro-ondas como fonte de aquecimento e um cadinho de sílica vítrea como recipiente para a reação de combustão ocorrer com fluxo de N_2 .

As amostras sintetizadas foram caracterizadas por:

Difração de raios X - conduzida em um difratômetro de raios X da Shimadzu modelo XRD-6000 (radiação CuK). A cristalinidade foi determinada com o auxílio do pacote Dxta v 2.6 (Crystallinity) do programa computacional XRD 6000. O tamanho médio de cristalino foi calculado a partir da linha de alargamento do pico de maior intensidade (311), por meio da deconvolução da linha de difração secundária do cério policristalino utilizando a equação de Scherrer (A), de acordo com Klung e Alexander ⁽¹¹⁾.

$$D = \frac{K\lambda}{(\beta_c - \beta_s)\cos\theta} \quad (\text{A})$$

Em que:

D = tamanho do cristal na solução sólida (nm);

K = equivale 0,89 (para partícula esférica);

β_c e β_s = larguras dos picos a meia altura (em rad) da amostra e do padrão, respectivamente;

λ = comprimento de onda do raio X (1,54 Å do cobre) usado pelo equipamento;

θ = ângulo de difração (em graus) do plano cristalino (hkl).

Espectroscopia de Infravermelho por Transformada de Fourier - FTIR: a análise foi realizada em pastilha de brometo de potássio (KBr) como suporte para a amostra em equipamento espectrômetro Perkin Elmer modelo 400 FT-IR/FT-NIR, com

varredura entre 500 e 4000 cm^{-1} , resolução de 4 cm^{-1} e 20 varreduras. As pastilhas foram obtidas mediante diluição das amostras, previamente secas em estufa a 110 °C por 3 horas, em brometo de potássio (KBr) na concentração de 2 % em massa.

Análise Textural: a análise textural foi realizada em analisador de área superficial e tamanho de poro da *Quantachrome* modelo Nova 3200e, com as seguintes condições: as amostras foram secas em estufa sem circulação de ar a 150 °C por 12 horas e posteriormente, sob vácuo no equipamento, a 300 °C por 3 horas.

Microscopia Eletrônica de Varredura: a análise foi conduzida em um microscópio eletrônico de varredura, marca Shimadzu, modelo SuperScan SS500.

Processo Catalítico - Os testes catalíticos foram conduzidos em reator de aço inox com agitação a temperatura de 180 °C razão molar óleo:álcool de 1:12, com 2% de catalisador por 1 hora. O produto resultante da reação foi analisado quanto a conversão (C) em éster metílico, por cromatografia a gás usando um cromatográfico VARIAN 450c com detector de ionização de chama (FID) - (Flame Ionization Detection) em uma coluna capilar curta DB1 da J&W Scientific.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Figura 1 encontra-se apresentadas as curvas de difração de raios X das nanoferritas magnéticas CuFe_2O_4 , CoFe_2O_4 , MnFe_2O_4 , NiFe_2O_4 e FeFe_2O_4 .

A análise destes resultados revelou para as nanoferritas NiFe_2O_4 e CoFe_2O_4 a formação apenas da fase espinélio, as quais foram identificadas pelas fichas padrões JCPDS 86-2267 e 22-1086, respectivamente. Para as nanoferritas MnFe_2O_4 , CuFe_2O_4 , FeFe_2O_4 observou-se a formação da fase espinélio como fase majoritária, conforme fichas padrões JCPDF 89-8104, 77-0010 e 88-0315, respectivamente. Entretanto, verificou-se formação de segregação da fase Fe_2O_3 (JCPDS 79-0007) para as três amostras de nanoferritas e também se verificou a fase CuFeO_2 (JCPDS 74-1953) para apenas a nanoferrita CuFe_2O_4 .

Na Tabela 1 os resultados referentes a tamanho de cristalito (t_c) e largura a meia altura (FWHM) estão apresentados.

O tamanho de cristalito (t_c), calculado pela equação de Scherrer a partir da largura a meia altura (Full-width at half-maximum – FWHM) variou de 18,16 a 39,22 nm, indicando que os sistemas sintetizados são nanométricos. Em ordem decrescente, t_c variou da seguinte forma: $\text{FeFe}_2\text{O}_4 > \text{NiFe}_2\text{O}_4 > \text{CoFe}_2\text{O}_4 > \text{MnFe}_2\text{O}_4 > \text{CuFe}_2\text{O}_4$. Estes resultados estão correlacionados diretamente com os valores

FWHM, isto é, à medida que os valores de FWHM se elevam o tamanho de cristalito da amostra tende a diminuir.

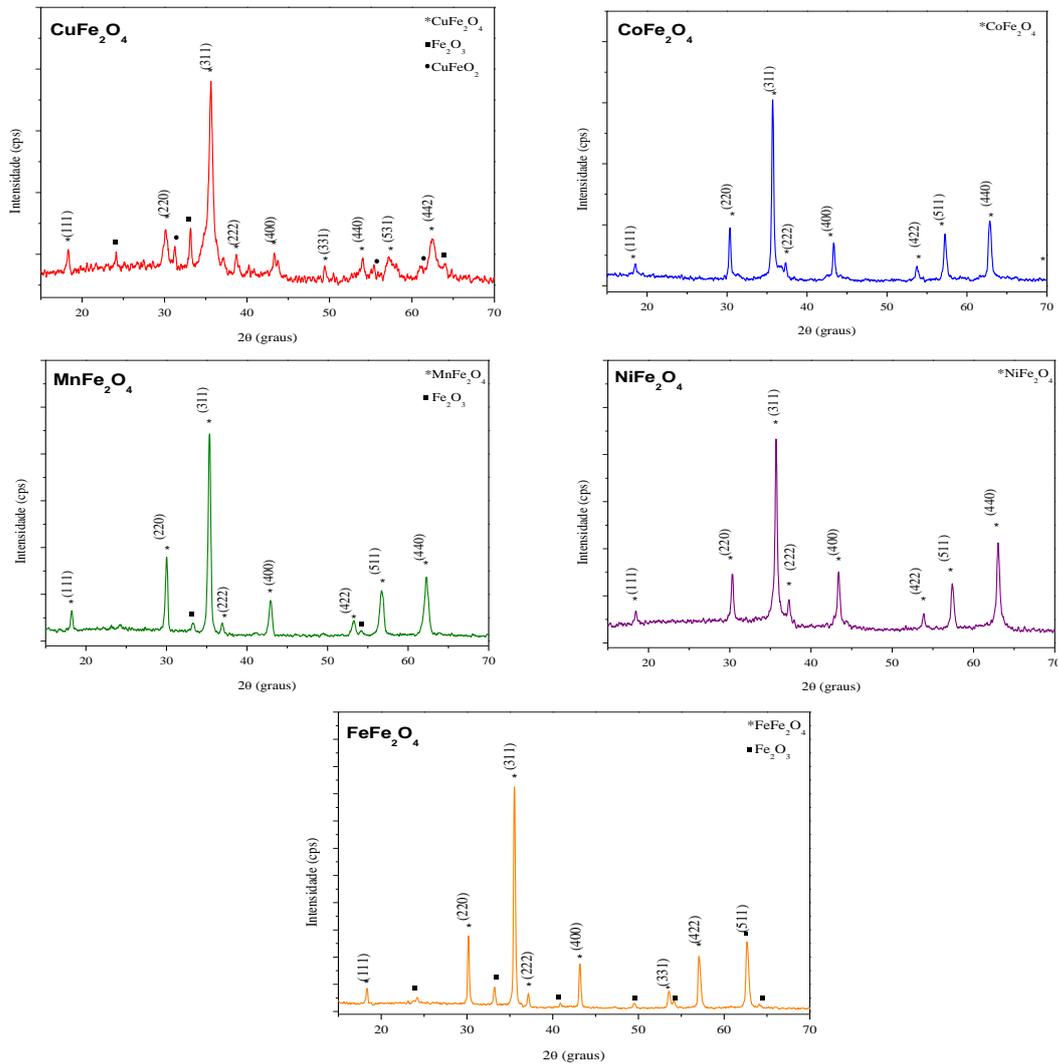


Figura 1 – Curvas de DRX das nanoferritas magnéticas sintetizadas.

Tabela 1 – Resultados de tamanho de cristalito e largura a meia altura das nanoferritas magnéticas sintetizadas.

Amostra	hkl	t_c (nm)	FWHM (° - graus)
CuFe ₂ O ₄	311	18,16	0,4858
CoFe ₂ O ₄	311	27,94	0,2624
MnFe ₂ O ₄	311	24,96	0,3568
NiFe ₂ O ₄	311	33,06	0,2741
FeFe ₂ O ₄	311	39,22	0,2344

Na Figura 2 os espectros de infravermelho das nanoferritas magnéticas CuFe₂O₄, CoFe₂O₄, MnFe₂O₄, NiFe₂O₄ e FeFe₂O₄ estão apresentados. Conforme

análise dos resultados apresentados na Figura 2, verificou-se a presença de bandas vibracionais em 1381, 1637, 2352, 2927 e 3432 cm^{-1} . Além destas bandas, foi constatado a presença das bandas 474 e 554 cm^{-1} para o sistema FeFe_2O_4 , 461 e 537 cm^{-1} para CoFe_2O_4 , e 602 cm^{-1} para o sistema NiFe_2O_4 .

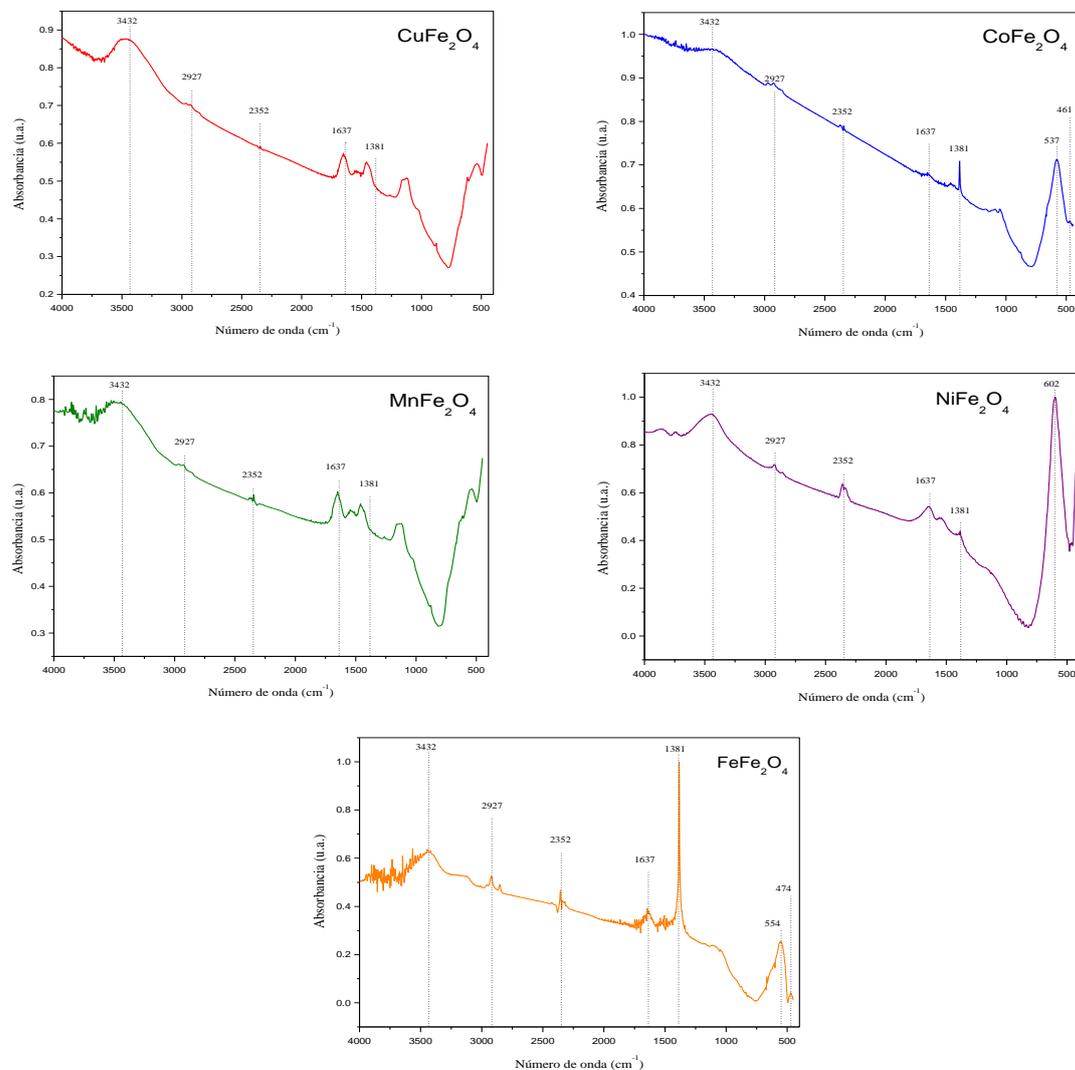


Figura 2 – Espectro de infravermelho das nanoferritas magnéticas sintetizadas.

Com relação às bandas vibracionais 1637 e 3432 cm^{-1} , estas se referem ao dobramento e estiramento de O-H, o que indica presença de água nas amostras. A banda vibracional presente a 1381 cm^{-1} refere-se ao estiramento anti-simétrico do íon NO_3^- , que não foi completamente eliminado durante a combustão. Com relação à banda vibracional em 1381 cm^{-1} , esta foi mais intensa para o sistema FeFe_2O_4 em virtude da síntese deste sistema ter sido realizada sob atmosfera de nitrogênio, a qual não permite uma completa combustão dos reagentes. Com relação à banda

vibracional a 2352 cm^{-1} , esta se refere à presença do CO_2 atmosférico. A banda vibracional a 2927 cm^{-1} indica o estiramento assimétrico de C-H, provavelmente oriundo de carbono residual das amostras.

As bandas vibracionais em 602 , 574 , 537 e 554 cm^{-1} para as amostras NiFe_2O_4 , CoFe_2O_4 , e FeFe_2O_4 , respectivamente, são atribuídas ao estiramento intrínseco de Fe-O no sítio tetraédrico. Para a amostra NiFe_2O_4 , a banda vibracional inerente a Ni-O não foi observada devido a limitações do equipamento.

Nos espectros da amostra CoFe_2O_4 observou-se a banda vibracional a 461 cm^{-1} , a qual é atribuída a vibração do Co presente nos sítios octaédricos. Para a amostra FeFe_2O_4 a banda em 474 cm^{-1} é atribuída a dobra da ligação O-Fe-O dos sítios octaédricos do nanomaterial. Mohamed *et al.* ⁽¹²⁾ ao estudarem a obtenção do sistema CoFe_2O_4 observou também a banda vibracional referente ao cobalto presente nos sítios octaédricos. Salehizadeh *et al.* ⁽¹³⁾ também observaram a presença desta banda vibracional próximo a 474 cm^{-1} e atribuíram que a mesma é característica de sistemas FeFe_2O_4 .

Na Tabela 2 são apresentados os resultados obtidos através da análise textural para as amostras nanoferritas magnéticas CuFe_2O_4 , CoFe_2O_4 , MnFe_2O_4 , NiFe_2O_4 e FeFe_2O_4 . Pode-se observar que dentre as amostras sintetizadas a que apresentou maior área superficial foi a amostra CoFe_2O_4 , com valor de $23,09\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$, seguida pelas amostras NiFe_2O_4 , CuFe_2O_4 , FeFe_2O_4 e MnFe_2O_4 com valores de $10,32\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$, $7,52\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$, $6,01\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$, $5,65\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$ e $3,07\text{ m}^2\text{ g}^{-1}$, respectivamente.

Tabela 2 - Valores de área superficial específica (A_{BET}), volume (V_p) e diâmetro de poro (D_p) das nanoferritas magnéticas sintetizadas.

Amostra	$A_{\text{BET}}\text{ (m}^2\text{g}^{-1}\text{)}$	$V_p\text{ (cm}^3\text{g}^{-1}\text{)}$	$D_p\text{ (nm)}$
CuFe_2O_4	7,517	0,0224	4,190
CoFe_2O_4	23,090	0,0423	3,756
MnFe_2O_4	3,070	0,0081	2,430
NiFe_2O_4	10,32	0,1940	9,762
FeFe_2O_4	6,010	0,0103	11,620

Na Figura 3 estão apresentadas as morfologias, obtidas por microscopia eletrônica de varredura, das amostras nanoferritas magnéticas CuFe_2O_4 , CoFe_2O_4 , MnFe_2O_4 , NiFe_2O_4 e FeFe_2O_4 .

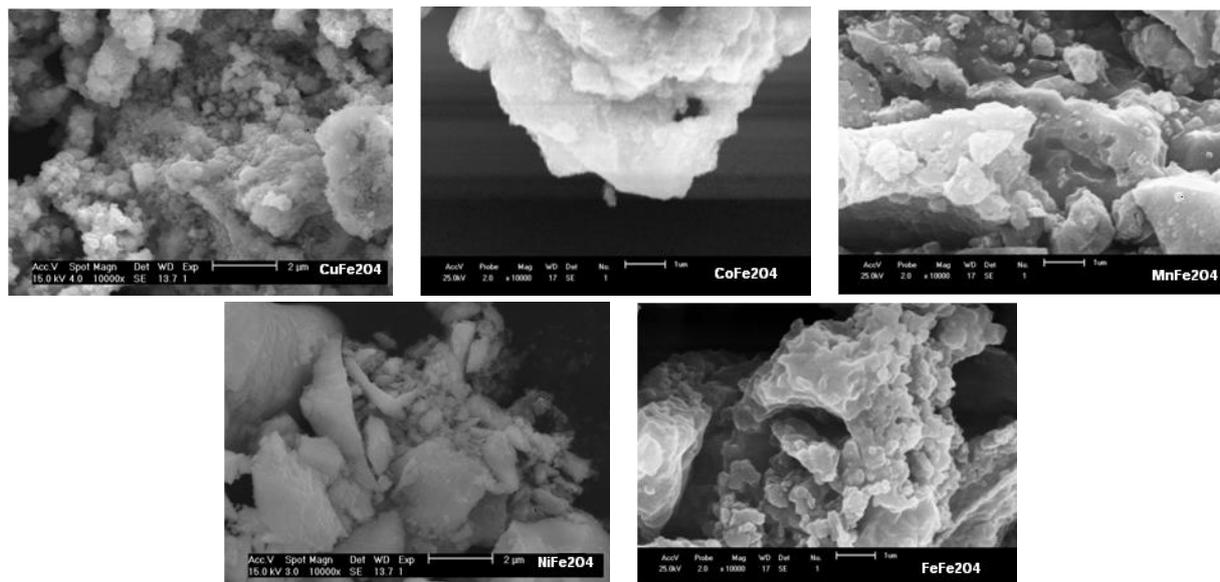


Figura 3 – Morfologia por MEV das nanoferritas magnéticas sintetizadas.

No tocante a morfologia dos materiais o processo de aglomeração das partículas, refere-se à adesão destas entre si por forças de atração fracas como as de Van der Waals, as quais são significativamente maiores em nanopartículas. Materiais aglomerados desta forma, portanto, são facilmente desaglomerados em meio líquido ou fisicamente. Por outro lado, a agregação refere-se a partículas que sinterizam incipientemente, tornado difícil a quebra do aglomerado de partículas⁽¹⁴⁾.

Com relação à morfologia dos sistemas estudados, observa-se que: na nanoferrita CuFe_2O_4 , verificou-se a presença de aglomerados na forma de partículas esponjosas e de blocos irregulares, de superfície porosa e com pequenas partículas ligadas por forças fracas de ligação. Tais características sugerem que o material é de fácil desaglomeração.

Para a nanoferrita CoFe_2O_4 revelou a presença de agregados na forma de blocos irregulares, também, com superfície pré-sinterizada e de baixa porosidade. A presença de cavidades indica elevada liberação de gases durante a reação de combustão.

Na nanoferrita MnFe_2O_4 observou-se a presença de aglomerados na forma de placas irregulares, de baixa porosidade, com partículas fortemente ligadas a superfície dos aglomerados devido a pré-sinterização destas.

A nanoferrita NiFe_2O_4 mostrou a presença de agregados na forma de blocos irregulares, com superfície pré-sinterizada e de baixa porosidade. A ampliação desta

micrografia revelou ainda partículas finas ligadas à superfícies dos aglomerados por forças fortes e distribuição de tamanho dos aglomerados.

Para a nanoferrita FeFe_2O_4 foi observado aglomerados sob a forma de blocos irregulares, com superfície porosa e cavidades entre os aglomerados e a presença de partículas fortemente ligadas devido a início de pré-sinterização.

Na Figura 4 estão apresentados os resultados do teste catalítico realizados com as nanoferritas magnéticas CuFe_2O_4 , CoFe_2O_4 , MnFe_2O_4 , NiFe_2O_4 e FeFe_2O_4 .

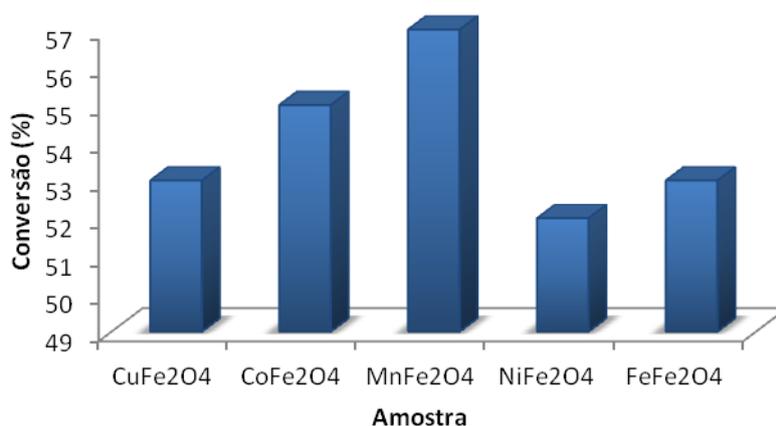


Figura 4 – Resultados dos testes catalíticos das nanoferritas magnéticas sintetizadas.

De acordo com os resultados apresentados na Figura 4, observou-se que as amostras tiveram eficiência de conversão em biodiesel via rota metálica em média de 54,3 %, sendo o melhor resultado obtido pela amostra MnFe_2O_4 , com conversão de 57,0 % seguida pelas amostras CoFe_2O_4 , FeFe_2O_4 , CuFe_2O_4 e NiFe_2O_4 , com conversões de 55,0; 55,0; 53,0 e 52,0 %, respectivamente.

Materiais magnéticos para uso como catalisadores tem atraído a atenção pelo fato de ser facilmente separado dos reagentes ao ser aplicado um campo magnético externo, devido a este fato pode-se evitar a perda do catalisador e aumentar a sua taxa de recuperação durante o processo de separação, conforme mencionado por Ying e Chen ⁽¹⁵⁾ e Xie e Ma ⁽¹⁶⁾.

Dantas ⁽¹⁷⁾ obteve catalisadores heterogêneos a base de ferrita Ni-Zn, via reação de combustão, pura e dopada com concentrações de cobre que variaram de 0 a 0,4 mol, visando sua utilização no processo de transesterificação do óleo de soja para produção de biodiesel. Os resultados obtidos para todas as composições, com

valores de conversão entre 47 e 85%. Apesar do autor ter realizado testes em reação de transesterificação, foi possível verificar que os valores de conversão foram intermediários aos obtidos nesta pesquisa.

Em estudo realizado por Barbosa *et al.* ⁽¹⁸⁾, quando utilizaram ferrita $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ como catalisador em reação de esterificação metílica do óleo de soja, os autores verificaram que em 1 hora de reação foi obtido 16 % de conversão, ou seja, resultado bem inferior aos aqui apresentados.

CONCLUSÕES

De acordo com as curvas de difração apresentadas foi possível concluir que a síntese proposta para obtenção das nanoferritas foi eficiente no sentido destas terem apresentado as fases esperadas. Estes resultados estão de acordo com a espectroscopia na região do infravermelho e microscopia eletrônica de varredura.

A síntese por reação de combustão foi eficiente na produção de nanoferritas magnéticas e estes materiais, com estrutura tipo espinélio, são promissores para reação de esterificação de óleo de soja para obtenção de biodiesel, pois se apresentaram ativas com conversões que chegaram a 57%.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem ao Programa Nacional de Pós Doutorado da CAPES, ao CNPq e ao Inct-INAMI pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

1. MATTEI, L. Programa Nacional para Produção e Uso do Biodiesel no Brasil (PNPB): Trajetória, Situação Atual e Desafios. v. 41, n. 04, 2010.
2. SANTOS, J. R. J. Biodiesel de babaçu: avaliação térmica, oxidativa e misturas binárias. 2008. Tese (Doutorado em Química). UFPB, João Pessoa – PB.
3. KHAN, A. K. Research into biodiesel: kinetics catalyst developments. 2002. Tese (Doutorado em Engenharia Química), Queensland, Austrália, University of Queensland.

4. SUAREZ P. A. Z.; SANTOS A. L. F.; RODRIGUES J. P.; ALVES M. B. Biocombustíveis a partir de óleos e gorduras: desafios tecnológicos para viabilizá-los. *Quím. Nova.* v. 32, n. 3, 2009.
5. SUAREZ, P. A. Z.; MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; WOLF, C. R. Transformação de triglicerídeos em combustíveis, materiais poliméricos e insumos químicos: Algumas aplicações da catálise na oleoquímica. *Quím. Nova.* v. 30, n. 3, p. 667-676, 2007.
6. HE, J.; SCHOENUNG, J. M. Nanostructured coatings. *Mat. Sci. and Eng. A.* v, 336, p. 274–319, 2002.
7. SCHUCHARDT, U. L. F. Matérias-primas alternativas para a produção de biodiesel por catálise ácida. In: II Simpósio do Agronegócio de Plantas Oleaginosas, 2006.
8. BRESSIANI, J. C.; FONSECA, F. C.; SERRA, E. T.; FRAJNDLICH, E. U. C. Estudo Prospectivo de Materiais Avançados. *Materiais Avançados para Energia no Brasil 2010-2020.* Centro de Gestão e Estudos Estratégicos. Brasília – DF, 2009.
9. JAIN, S. R.; ADIGA, K. C., PAI VERNEKER, V. A new approach to thermo chemical calculations of condensed fuel – oxide mixture. *Comb. and Flame*, 40, p. 71-79, 1981.
- 10 - COSTA, A. C. F. M. e KIMINAMI, R. H. G. A. Dispositivo para produção de nanomateriais cerâmicos em larga escala por reação de combustão e processo contínuo de produção dos nanomateriais. Depósito de patente. *Revista de Propriedade Industrial – RPI*, depositada em 25/01/2012, recebendo o nº BR 10 2012 002181-3.
- 11 - KLUNG, H.; ALEXANDER, L. *X-ray diffraction procedures*, New York: Wiley, 1962.
12. MOHAMED, R. M.; RASHAD, M. M.; HARAZ, F. A.; SIGMUND, W. Structure and magnetic properties of nanocrystalline cobalt ferrite powders synthesized using organic acid precursor method, *J. of Mag. and Mag. Mat.*, v. 322, n 14, p. 2058-2064, 2010.
13. SALEHIZADEH, H.; HEKMATIAN, E.; SADEGHI, M.; KENNEDY, K. Synthesis and characterization of core-shell Fe₃O₄-gold-chitosan nanostructure. *J. of Nano.*, v. 10, n. 3, p. 1-7, 2012.
14. REED, J. S. *Principles of Ceramic Processing*, John Wiley & Sons, New York, 1994.

15. YING, M.; CHEN, G. Y. Study on the production of biodiesel by magnetic cell biocatalyst based on lipase-producing *Bacillus subtilis*. *App. Bio. and Bio.*, v. 137, p. 793-803, 2007.
16. XIE, W. L.; MA, N. Immobilized lipase on Fe_3O_4 nanoparticles as biocatalyst for biodiesel production. *En. & Fuels*, v. 23, p. 1347-1353, 2009.
17. DANTAS, J. Síntese e avaliação do desempenho de catalisadores a base de ferritas Ni-Zn dopada com cobre na reação de transesterificação de óleo vegetal em biodiesel. 2012. Dissertação (Mestrado em Ciências e Engenharia de Materiais), Universidade Federal de Campina Grande.
18. BARBOSA, D. C.; MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; DANTAS, J.; CUNHA, R. B. L.; COSTA, A. C. F. M. Produção de Biodiesel por Esterificação Metálica do Ácido Graxo de Soja usando como Catalisador a Ferrita $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$. In: 5º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia do Biodiesel. 8º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. ISSN 2237-1680, 2012.

SYNTHESIS OF THE MAGNETIC NANOFERRITES SPINEL TYPE AND USE IN ESTERIFICATION REACTION

ABSTRACT

Nanotechnology has been important in improving the properties of the materials used in the manufacture of magnetic devices, absorbers of electromagnetic radiation, cell, pigments and lately in catalysis in transesterification and esterification to produce biodiesel. The aim of this work was to synthesize and characterize magnetic materials of spinel type compound CuFe_2O_4 , CoFe_2O_4 , MnFe_2O_4 , NiFe_2O_4 and FeFe_2O_4 and verify the catalytic effect on the reaction of methyl esterification of soybean oil. The samples were obtained by combustion reaction and characterized by XRD, FTIR, BET and SEM. The results revealed nanoferrites for the formation of spinel phase and higher specific area to sample CoFe_2O_4 . Generally the samples presented in the form of irregular agglomerates. All samples were catalytically active in the esterification reaction, with the highest conversion obtained by the sample MnFe_2O_4 with 57 % .

Keywords : magnetic nanoparticle; combustion reaction; esterification.