

ESTUDO DE DIFERENTES ROTAS DA SÍNTESE POR REAÇÃO DE COMBUSTÃO EM ESCALA PILOTO PARA PRODUÇÃO DE NANOCATALISADORES MAGNÉTICOS $\text{Ni}_{0,5}\text{Zn}_{0,5}\text{Fe}_2\text{O}_4$

Ana Beatriz de Sousa Barros¹; Thales Filipe Barbosa de Moura¹; Erik Vilar Vasconcelos²; Kleberon Ricardo de Oliveira Pereira¹; Joelda Dantas¹; Ana Cristina Figueiredo de Melo Costa¹

¹ Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia de Materiais – ana_sousa_barros@hotmail.com

² Universidade Federal de Campina Grande, Unidade Acadêmica de Engenharia Mecânica – eirkvilar12@gmail.com

RESUMO

Biodiesel é derivado de fontes renováveis e, devido as preocupações com meio ambiente, tem ganhado relevância no que concerne a busca de fontes sustentáveis. Pode ser obtido por diferentes processos que consistem numa reação química de óleo vegetal ou gordura animal com o álcool comum, estimulada por um catalisador. Neste trabalho utilizou-se para a produção do biodiesel o óleo de gordura animal, sebo bovino, por ser uma matéria prima barata, evitando despejos e poluição do meio ambiente e por ser considerada uma matéria prima limpa. Este trabalho objetivou preparar um catalisador magnético de NiZn, onde a síntese foi realizada em dois recipientes de aço inox com diferentes capacidades, PM e MM, 10 e 30g/produto por reação respectivamente, e caracterizado por DRX e EDX. O biodiesel foi obtido através da esterificação metílica, a 180°C/1hrs, razão molar 1:12, 2% de catalisador. Teste em branco também foi realizado para a comparação dos resultados. Verificou-se que as duas rotas apresentaram picos de maior intensidade correspondente a fase cristalina majoritária cúbica espinélio da ferrita NiZn. O valor do tamanho de cristalito para o catalisador PM, foi maior 23% em relação ao do MM. Os resultados de conversão em biodiesel foram: aproximadamente 62%, 42% e 5%, PM, MM e teste em branco respectivamente. Então, quando se comparou o teste em branco com PM e MM, o catalisador mostrou eficiência para a reação catalítica, sendo mais efetiva para PM.

Palavra chave: biodiesel, nanocatalisadores, combustão.

INTRODUÇÃO

O biodiesel é um combustível considerado limpo, orgânico e renovável. É assim considerado, por ser produzido através de fontes vegetais ou gordura animal, misturado com um metanol ou etanol, na presença de um catalisador. Devido ao esgotamento de recursos fósseis e a grande emissão de poluente existente atualmente, o biodiesel tem sido grande alvo de estudos. Por ser obtidos atrás de óleo vegetal ou gordura animal, tem despertado grande atenção como sendo uma das melhores fontes de energia para a substituição do diesel de petróleo.

Quando se trata de recursos energéticos, o tema ganha interesse universal, tanto no contexto científico como tecnológico. É universal a ideia para estudiosos, autoridades, empresários e consumidores que o contínuo suprimento de energia pode propiciar um maior crescimento econômico e melhor qualidade de vida. O crescimento da demanda por energia tem pressionado o desenvolvimento de sistemas e tecnologias mais eficientes e a diversificação de fontes de suprimento, especialmente de energias limpas e renováveis. Às tradicionais fontes energéticas de carvão, petróleo e gás gradativamente somam-se, a outras fontes de energia como a nuclear, a elétrica, a eólica e a dos biocombustíveis (MASIERO e LOPES, 2008).

É estimado que a demanda projetada de energia no mundo será acrescida por volta de 1,7% ao ano, entre 2000 a 2030, de acordo com o cenário projetado pelo Instituto Internacional de Economia (IIE). Segundo essa análise, tem-se que, sem alteração da matriz energética mundial, os combustíveis fósseis corresponderiam a 90%, o que é bastante preocupante, haja vista que o mundo está cada vez mais temeroso com os impactos negativos que o uso de combustíveis fósseis causa sobre o sistema climático do globo. Vale salientar, que a matriz energética mundial hoje, tem participação total de 80% de fontes de carbono fóssil, sendo 36% de petróleo, 23% de carvão e 21% de gás natural. Seguindo essa avaliação, tem-se que o Brasil se destaca, entre as economias industrializadas, pela elevada participação das fontes renováveis em sua matriz energética, e essa condição deve-se ao fato de que o País é agraciado por alguns privilégios naturais, tais como: bacia hidrográfica propícia para a produção de eletricidade e também o fato de ser um país tropical que permite a produção de energia por meio da biomassa (FONTES e FONTES, 2010).

Tendo como vantagem, a queima do biodiesel gera baixos índices de poluição, não contribuindo para o aquecimento global, e ser uma fonte de energia renovável, deixa os países menos dependente dos produtores de petróleo e quando produzido em grande escala e com uso de tecnologias, o custo de produção pode ser bem mais baixo quando comparado com os derivados do petróleo.

Existem diferentes espécies de oleaginosas no Brasil que podem ser usadas para produzir o biodiesel. Entre elas estão a mamona, dendê, canola, girassol, amendoim, soja e algodão. Matérias-primas de origem animal, como o sebo bovino e gordura suína, também podem ser utilizadas na fabricação do biodiesel (SCHUCHARDT, 2006).

Em cada Estado e região do país, está sendo avaliado o desenvolvimento das cadeias produtivas de diferentes óleos vegetais. Para a região Norte: soja, dendê, babaçu e gordura animal; para o Nordeste: soja, babaçu, mamona, dendê, algodão, coco, gordura animal e óleo de peixe; para a região Sul: soja, colza, girassol, algodão, gordura animal e óleo de peixe; e, para o Sudeste: soja, mamona, algodão, girassol, gordura animal e óleo de peixe (JARDINE et al., 2009).

O sebo bovino, quase sempre produzido por grandes frigoríficos, é a segunda principal fonte do produto “ambientalmente correto”, segundo relatório divulgado pela Organização Não Governamental Repórter Brasil. Em junho de 2009, o sebo de boi respondeu por 14,03% das matérias-primas do agrocombustível. Os dados da ANP (Agência Nacional do Petróleo) mostram, ao mesmo tempo, uma grande variação mensal no uso de matérias-primas para a produção de biodiesel – mas, na soma, soja e sebo de boi respondem pela parte realmente significativa da produção (BRASIL, 2010).

Genericamente o termo sebo é utilizado para denominar gordura animal, porém pode-se destacar dentro desta categoria, o sebo propriamente dito e as graxas. A diferença entre os dois são o ponto de fusão ou título dos ácidos graxos derivados das triglicérides das gorduras animais. Geralmente são brancas ou sem cor e são quimicamente formada de triglicerídeos, isto é, os ácidos graxos são combinações com glicerina e as quantidades de ácidos graxos livres são praticamente baixas ou não existem (ABOISSA, 2013).

A principal utilização do sebo é na fabricação de sabão, tanto os mais simples, para uso em limpeza, até os mais sofisticados sabonetes. Também pode ser usado na fabricação de ração, por ser uma boa fonte de energia para animais. No atual trabalho, será estudado a sua utilização para a criação de biodiesel. A utilização do mesmo para a produção de biodiesel é uma grande vantagem ambiental, por apresentar um descarte eficiente do produto (PIRES, 2012).

A obtenção do biodiesel por reação de transesterificação 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. Sendo assim, o biodiesel é considerado um combustível biodegradável formado por ésteres de ácidos graxos de cadeia longa (ésteres alquílicos). A molécula de óleo vegetal é formada por três moléculas de ácidos graxos ligadas a uma molécula de glicerina, o que faz dele um triglicerídeo, dessa forma o triglicerídeo correspondente reage com um álcool na presença de um catalisador, classificando assim a transesterificação como um procedimento relativamente simples (PARENTE, 2003; GERIS et al., 2007).

Assim, transesterificação nada mais é do que a separação da glicerina do óleo vegetal. Cerca de 20% de uma molécula de óleo vegetal é formada por glicerina. A glicerina torna o óleo mais denso e viscoso, então durante o processo de transesterificação, a glicerina é removida do óleo vegetal, deixando o óleo mais fino e reduzindo a viscosidade. Nesse contexto, o biodiesel se define como uma alternativa aos combustíveis derivados do petróleo, podendo ser usado em carros e qualquer outro veículo com motor diesel (KNOTHE G, et al., 2005).

A transesterificação pode ser catalisada por sítios ácidos ou básicos, em meio homogêneo ou heterogêneo. Por outro lado, a utilização de catalisadores básicos na transesterificação de óleos vegetais com elevado índice de acidez, ou umidade, pode gerar uma grande quantidade de sabão, e conseqüentemente de uma emulsão, que é uma reação paralela e indesejada por consumir muito catalisador e formar emulsões (DOSSIN et al., 2006).

No processo catalítico usando catalisadores homogêneos, são usados catalisadores básicos (hidróxidos e alcóxidos) e catalisadores ácidos (ácidos inorgânicos). Na catálise homogênea, o catalisador permanece dissolvido no meio reacional, devendo ser removido após síntese, entretanto ele não é utilizado novamente, sendo material de descarte e provavelmente mais um agente de poluição do meio ambiente. Contudo, no processo catalítico envolvendo catalisadores heterogêneos, os mesmos não se dissolvem no meio e durante a reação ficando suportados em sólidos, de forma que podem ser recuperados (SOUZA et al., 2010).

Por outro lado, os catalisadores heterogêneos não apresentam essas desvantagens. A catálise heterogênea possibilita o uso de álcoois de elevado peso molecular em reação de transesterificação de óleos vegetais, e em alguns casos, conseguem alcançar altos valores de conversão em sistemas, nos quais catalisadores homogêneos são inativos (HE e SCHOENUNG, 2002; SUAREZ et al., 2007). Também, os catalisadores podem ser reutilizados e conseqüentemente não ser descartado para o meio ambiente. Daí o interesse em substituir os catalisadores homogêneos pelos catalisadores heterogêneos, devido os procedimentos operacionais mais fáceis e a redução significativa da poluição ambiental (SCHUCHARDT, 2006).

Em escala de laboratório, vários métodos químicos inorgânicos têm sido desenvolvidos para síntese de catalisadores cerâmicos, visando principalmente, o controle de suas características (pureza, morfologia, tamanho médio das partículas e homogeneidade química), dentre eles a síntese por reação de combustão convencional (COSTA, et al., 2007).

Ferritas são compostos magnéticos que contém ferro, com estruturas cristalinas e composições variadas e podem ser considerados produtos da reação entre o óxido de ferro (Fe_2O_3) e outros óxidos metálicos, como exemplo, óxido de cobre (CuO), óxido de níquel (NiO), óxido de zinco (ZnO), óxido de manganês (MnO). O sistema cristalino deste material é cúbico com arranjo compacto de íons de oxigênio em uma rede cúbica de face centrada (CFC), composto de oito sub-fórmulas gerando uma estrutura cristalina ternária do tipo AB_2O_4 (CALLISTER e RETHWISCH, 2012).

As ferritas com estrutura espinélio apresentam como componentes secundários metais de transição bivalentes ou trivalentes e fórmula geral $\text{MeO.Fe}_2\text{O}_4$, onde M pode ser íons bivalentes como Mn, Ni, Co, Zn, Fe, Mg, e Cu. Essas ferritas cristalizam com 8 átomos por célula unitária, sendo ferrimagnéticas (BUCHANAN, 1991; HALLIDAY e RESNICK, 1984). As ferritas Ni-Zn são materiais cerâmicos que apresentam estrutura cristalina do tipo espinélio inverso, pertencente ao grupo espacial $\text{Fd}3\text{m}$, sendo materiais

ferrimagnéticos, cuja composição química é formada por uma solução sólida dos óxidos de NiO, ZnO e Fe₂O₃ (RANE et al, 1994).

Assim, neste estudo produziu-se e estudou-se a ferrita Ni-Zn como catalisador para biocombustível, derivado do sebo bovino, levando em consideração a alta estabilidade térmica e química, e também o fato de que as ferritas tipo espinélio possuem uma grande mobilidade catiônica.

MATERIAIS E MÉTODOS

Síntese dos catalisadores

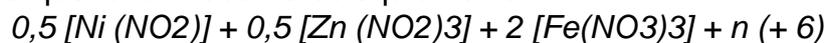
Para a síntese das ferritas Ni-Zn foram utilizados os reagentes descritos na Tabela 1.

Tabela 2: Reagentes utilizados para a obtenção dos pós de ferrita Ni-Zn.

Reagentes	Fórmula Molecular	Fornecedor	Massa Molecular (g/mol)	Pureza (%)
Nitrato de níquel Hexahidratado	Ni(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	VE TEC	145,40g	99
Nitrato de zinco Hexahidratado	Zn(NO ₃) ₂ ·6H ₂ O	VE TEC	148,73g	98
Nitrato de Ferro Nonohidratado	Fe(NO ₃) ₃ ·3H ₂ O	NEON	808,00g	99
Ureia	CO(NH ₂) ₂	NEON	60,06g	98

Para a síntese, foram utilizados reagentes de elevada pureza (nitratos) e como combustível a ureia. A composição inicial da solução foi baseada na valência total dos reagentes oxidantes e redutores utilizando conceitos da química dos propelentes e explosivos (JAIN et al., 1981), de forma que foi estabelecida a estequiometria da fase de interesse. A mistura redox de nitratos metálicos e combustíveis foi submetida ao aquecimento direto em uma resistência espiral acoplada em uma base cerâmica como suporte (Costa e Kiminami, 2012). Os catalisadores foram sintetizados por reação de combustão usando um recipiente de aço inox com capacidade de produção em bateladas de 10 g, 30g/bateladas. A mistura redox de nitratos metálicos e o combustível foram aquecidos diretamente no reator até atingir a combustão. Após a obtenção das amostras, o produto da reação, foram desaglomerados em peneira malha 325, e encaminhados a caracterização.

A seguir é apresentado, o cálculo estequiométrico da concentração em mol de ureia que foi utilizada na estequiometria:



$$0,5 [(- 10)] + 0,5 [(- 10)] + 2 [(- 15)] + n (+ 6) = 0$$

$$- 40 = - n (+ 6)$$

$$n = 40/6$$

$$n = 6,667 \text{ mols de ureia}$$

Tem-se n como sendo a quantidade de ureia em moles a ser utilizada, e de acordo com a fórmula química da ureia $[\text{CO}(\text{NH}_2)_2]$, a sua valência é 6+. Considerando a massa molecular de cada reagente, pode-se assim, determinar a quantidade estequiométrica (em gramas) dos reagentes, multiplicando-se a quantidade (em mols), de cada elemento pela massa molar do seu respectivo reagente, como é apresentando a seguir:

$$\text{Nitrato de níquel} - 0,5 \times 290,81 = 145,405 \text{ g}$$

$$\text{Nitrato de zinco} - 0,5 \times 297,47 = 148,735 \text{ g}$$

$$\text{Nitrato de ferro} - 2 \times 404,00 = 808,00 \text{ g}$$

$$\text{Ureia} - 6,6667 \times 60,06 = 400,360 \text{ g}$$

A partir dos cálculos estequiométricos foram utilizadas porcentagens da quantidade total dos reagentes de acordo com a capacidade de cada recipiente utilizados para a reação de combustão. De acordo com os recipientes utilizados, os catalisadores foram designados pelas nomenclaturas PM, MM (10, 30g/produto, respectivamente).

Caracterização dos caratisadores

Difração de Raios-X (DRX)

A determinação das fases presentes, o grau de cristalização, parâmetro de rede e o tamanho de cristalito das amostras preparadas por reação de combustão foram determinados utilizando um difratômetro de raios X SHIMADZU (modelo XRD 6000, radiação Cu K). O tamanho médio de cristalito foi calculado a partir da linha de alargamento de raios X (d311) por meio da deconvolução da linha de difração secundária do cério policristalino (utilizado como padrão) utilizando-se a equação de Scherrer (KLUNG, 1962).

Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDX)

A avaliação dos dados de EDX lança mão do conhecimento dos valores teóricos em porcentagem, referentes aos óxidos individuais que constituem a composição estequiométrica em mol (RUSSEL, 1994).

Teste Catalítico

Obtenção do sebo bovino

O sebo foi disponibilizado de um matadouro da cidade de Natuba na Paraíba, e armazenado em um freezer, tanto para ele não ser contaminado por outras substancias e também para não alterar as suas propriedades. Todos esses cuidados são tomados para assim não alterar o resultado da pesquisa. Como o sebo veio junto com outras coisas (osso e sangue), foi necessária uma separação manual para não passar essas e outras impurezas para o óleo. Depois de separado o sebo, este foi aquecido a 120°C em um becker de 100 mL em uma placa de aquecimento para obter a gordura animal liquida e assim ser filtrado usando um algodão comercial. Depois de filtrado, foi armazenado em um

pote de plástico de cor escura para que o mesmo não perca as suas propriedades.

Os reagentes utilizados para o processo de reação de Biodiesel foram: o próprio sebo bovino já filtrado e nas condições favoráveis para reação, o álcool metílico e o catalisador.

Os testes catalíticos foram produzidos em reator de aço inox pressurizado e com agitação, em condições próximas das utilizadas em processos industriais. O reator pertence ao LabSMaC da UAEMA/UFCG. As condições reacionais para síntese do biodiesel estão apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2: Condições Racionais

Velocidade de agitação (RPM)	Temperatura (°C)	Quantidade de catalisador (%)	Relação óleo/álcool	Tempo de reação (h)
1000	180	2	1:12	1

Conversão Catalítica

A conversão catalítica do biodiesel final foi feita através do índice de acidez. O índice de acidez é definido como a quantidade de hidróxido de potássio (mg) necessário, para neutralizar os ácidos livres presentes em um grama de óleo ou gordura. A acidez livre de uma gordura decorre da hidrólise parcial dos glicerídeos, por isso não é uma constante ou característica, mas é uma variável que está intimamente relacionado com a qualidade e o grau de pureza do óleo, com o processamento e, principalmente, com as condições de conservação, pois a decomposição dos glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz.

O alto teor de acidez, de um óleo bruto, aumenta a perda da neutralização, sendo também indicador de sementes de baixas qualidades, de manuseio e armazenamento impróprios ou de um processamento insatisfatório⁴³.

O procedimento adotado para determinação do índice de acidez é descrito a seguir de forma simplificada. O mesmo está de acordo com o método oficial da AOCS (Cd 3d-63)⁴⁴.

O reagente utilizados foram: Solução (1+1) álcool etílico e tolueno P. A.; Indicador fenolftaleína 1%; Hidróxido de potássio ou de sódio 0,1mol/L ou 0,01 mol/L (padronizado); Biftalato de Potássio.

O índice de acidez foi determinado pesando-se cerca de 1 grama de óleo em um erlenmeyer com capacidade de 125 mL. Foi adicionado 10mL da solução (1:1) álcool etílico (C₂H₅OH) e tolueno (C₇H₈) no erlenmeyer contendo óleo e um outro sem amostra (prova em branco). Em seguida adicionou-se 4 gotas de fenolftaleína 1% (indicador de viragem), em todos os erlenmeyers, para que se possa fazer a titulação com hidróxido de sódio (NaOH) ou hidróxido de potássio (KOH) numa concentração de 0,01 mol/ L ou 0,1mol/L. Se a solução titulante for NaOH, será necessário multiplicar o valor encontrado por um fator de correção identificado pelo valor = 1,4. Esse fator é a relação da massa molecular do KOH pela massa molecular do NaOH.

Para os cálculos de índice de acidez, utiliza-se a seguinte expressão:

$$I.A. = \frac{(V - PB) \cdot F \cdot M \cdot (56\text{g/mol de KOH}) \text{ ou } (40\text{g/mol de NaOH})}{P}$$

Onde:

V = volume de NaOH ou KOH gasto pela amostra (mL)

P = massa pesada da amostra em gramas;

F = fator de correção;

PB = volume gasto na prova em branco;

M = molaridade do NaOH ou KOH;

Após feito o cálculo do índice de acidez, fez-se outra conta com a seguinte formula:

$$C(\%) = \left[\frac{IA_i - IA_f}{IA_i} \right] \cdot 100$$

Em que IA_i e IA_f são os índices de acidez inicial (sebo bovino) e final (biodiesel), respectivamente.

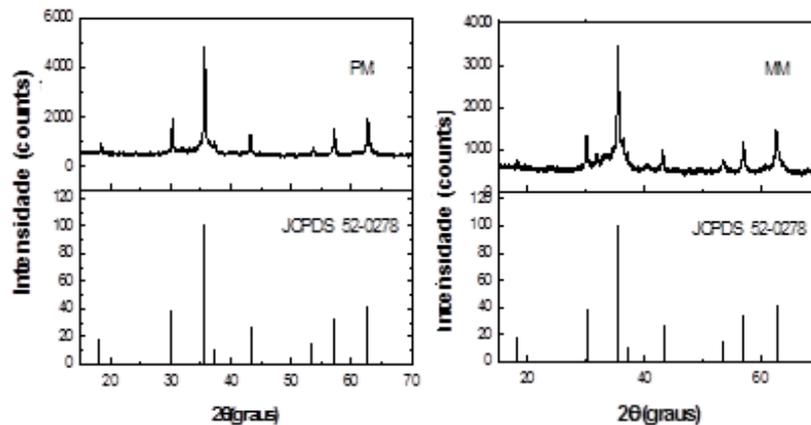
RESULTADOS E DISCUSSÃO

Caracterização dos caratisadores

Difração de Raios-X (DRX)

Na Figura 1 abaixo, exibe os difratogramas das reações de combustão das nanoparticulas magnéticas de $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$.

Figura 6 - Difratograma de raios X das NPM's de $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ para PM e MM.



Nos DRX da Figura 1 podemos observar os resultados das reações de combustão. Verifica-se que todas as reações apresentam os oito picos de maior intensidade correspondentes a fase cristalina majoritária cúbica espinélio da ferrita $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$ de acordo com a ficha cristalográfica (JCPDS 52-0278),

indicando que houve a formação completa da ferrita Ni-Zn nos sítios octaédricos de coordenação 6, e traços da segunda fase hematita Fe₂O₄ (JCPDF 40-1139) e óxido de zinco ZnO (JCPDF 40-1139). Os picos apresentam-se com elevada intensidade, indicando que as amostras são cristalinas.

Todos os recipientes possuem formato cônico, variando a razão entre o diâmetro superior e o diâmetro inferior (D_{sup}/D_{inf}) e com alturas diferentes, o que leva a distintas capacidades volumétricas (Costa e Kiminami, 2012) e conseqüentemente permitem quantidades de reagentes diferentes. Porém, de modo geral, apesar de uma leve diferença na quantidade das fases segregadas, pode-se afirmar que em todas as condições de reação, as sínteses foram reprodutíveis, indicando que os nanocatalisadores apresentaram a fase majoritária de interesse, podendo serem processados por reação de combustão em bateladas em escala piloto.

Espectroscopia de Fluorescência de Raios-X por Energia Dispersiva (EDX)

A análise dos dados de EDX lançou mão do prévio conhecimento dos valores teóricos em porcentagem, referentes aos óxidos individuais que constituem a composição estequiométrica em mol dos nanocatalisadores PM e MM, sintetizados por reação de combustão. A Tabela 3 descreve estes valores, bem como os valores experimentais da análise semi-quantitativa dos óxidos presentes nas amostras, determinados por EDX realizado em triplicatas.

Todos os reagentes utilizados para a síntese dos nanocatalisadores possuem grau de pureza 98%, isto significa que 2% são de impurezas, relatadas pelo fabricante como resíduos de cloreto, sulfato, ferro, cálcio, magnésio, potássio, sódio, níquel, chumbo, zinco e cobalto. As impurezas concernentes aos valores experimentais são atribuídas aos resíduos após ignição e SO₃.

Tabela 3- Percentuais de óxidos presentes teóricos e determinados por fluorescência de raios X (EDX) para NiO, ZnO e Fe₂O₃.

Óxidos	PM	MM
NiO	*E – 16,337±0,323 *T – 15,712 *D – 0,625	E – 15,721±0,144 T – 15,712 D – 0,009
ZnO	E – 13,019±0,210 T – 17,113 D – -4,094	E – 16,054±0,200 T – 17,113 D – -1,059
Fe ₂ O ₃	E – 70,644±0,225 T – 67,175 D – 3,469	E – 68,225±0,121 T – 67,175 D – 1,050

De maneira geral, frente aos resultados detectados, expressos na Tabela 3, verificou-se que os valores foram próximos aos valores teóricos calculados,

considerando o fato dos reagentes utilizados conterem 2% de impurezas. Entretanto, observa-se que as concentrações do ZnO e Fe₂O₃ para os nanocatalisadores apresentaram pequenas variações em detrimento das concentrações do NiO, que por sua vez se mantiveram muito próximas.

Com base numa análise mais detalhada das variações dos valores dos óxidos de ZnO e Fe₂O₃, possivelmente isto justifica a formação dos traços de segunda fase apresentadas nos difratogramas, que foram atribuídos também a insuficiência das temperaturas de combustão alcançadas. Esta variação é devida principalmente ao balanço de massa estequiométrico feito entre os teores de óxidos presentes nos nanocatalisadores, ou seja, se os teores de ZnO reduziram em média 40,82% do seu valor teórico, em detrimento da elevação dos teores de Fe₂O₃, que em média foi 7,97% do valor teórico, isto como consequência do comportamento dos gases gerados durante as sínteses de combustão, então as quantidades como um todo são balanceadas para atingir um total de 100%.

Testes Catalíticos

Após as reações catalíticas realizadas, fez-se e calculou-se os índices de acidez do sebo bovino, do biodiesel sem catalisador (para comparação com biodiesel feito com catalisador), do biodiesel com catalisador PM, do biodiesel com catalisador MM e de um teste em branco, sem amostra, para realização dos cálculos. Para colocar na fórmula, precisa-se saber o volume gasto para cada um. Na tabela 4 tem-se os resultados dos volumes gastos de NaOH para cada amostra feita e o Índice de Acidez para cada amostra.

Tabela 4 – volume de NaOH gasto para cada amostra e Índice de acidez.

	Teste em branco	Sebo bovino	Biodiesel sem catalisador	PM	MM
Volume Gasto (ml)	0,2	1,0	0,95	0,5	0,66
Índice de Acidez	-	4,48	4,25	1,68	2,57

A tabela 5 está o resultado das conversões realizadas a partir dos valores da tabela 4.

Tabela 5 – Resultado das conversões do Biodiesel.

	PM	MM	Sem catalisador
Conversão (%)	62,5	42,63	5,13

CONCLUSÃO

Conclui-se que, o nanocatalisador, apesar de ser produzidos por rotas diferente, não apresentaram muita diferença estrutural e morfológica. Conclui-se também que, quando comparado o biodiesel sem catalisador com o na presença de catalisador, o mesmo se mostra eficiente e melhora a conversão do biodiesel, se mostrando mais eficiente para PM, com aproximadamente 62% de conversão. E o sebo bovino, também mostra-se como matéria prima para a produção de biodiesel.

REFERÊNCIAS

ABOISSA Óleos Vegetais - 2013 © Todos os direitos reservados Design: AC² - Arte Criação e Comunicação.

BRASIL. Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento. Regra Para Análise de Sementes, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária – Brasília; Mapa/ACS, 2009.

CALLISTER, Willian D., 1940. Ciência e engenharia de materiais; tradução Sergio Murilo Stamile Soares; revisão técnica José Roberto Moraes de Almeida. Rio de Janeiro; LTC, 2012.

COSTA, A. C. F. M.; TORTELLA, E.; MORELLI, M. R.; KIMINAMI, R. H. G. A. Combustion Synthesis: Effect of Urea on the Reaction and Characterization of Ni-Zn Ferrite Powders. Journal of Materials Synthesis and Processing. v. 9, n. 6, p. 347- 352, 2002.

COSTA, N. P. R.; ROSSI, L.F.S. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em frituras. In: Revista Química Nova, Curitiba - PR, v. 23, n. 4, p.531- 537, 2000.

DOSSIN,I.A.; UHLEIN,A. & DOSSIN,T.M. 1984. Geologia da Faixa Movei Espinhaço em sua porção meridional, MG . XXXIII Cong. Bras. Geol., Anais 7: 3118-3134, Rio de Janeiro.

KNOTHE, G. Dependence of biodiesel fuel properties on the structure of fatty acid alkyl esters. Fuel Processing Technology, v. 86, p. 1059-1070, 2005.

KNOTHE, G.; GERPEN, J. V., KRAHL, J.; RAMOS, L. P. Manual de Biodiesel. EditoraEdgardBlücher, 1º edição, 2006, 333 p

MASIERO, G.; LOPES, H. Etanol e biodiesel como recursos energéticos alternativos: perspectivas de América Latina e da Ásia. Revista Brasileira de Política Internacional, v. 51, p. 60-79, 2008.

PARENTE,E. J. S. Biodiesel: uma aventura tecnológica num país engraçado, Fortaleza, 2004.

PARENTE JR, E.; CASTELO BRANCO, P. T. Análise Comparativa entre etanol e metanol visando sua utilização como coadjuvante químico na produção do biodiesel. Organizado pela Coordenação de Publicações, Série Cadernos de Altos estudos Biodiesel e Inclusão Social, Brasília, Câmara dos Deputados, 2004, p. 83-88.

SCHUCHARDT, U.; SERCHELLI, R.; VARGAS, R. M. Transesterification of vegetable oils: a review. Journal Brazilian Chemical Society. São Paulo – SP, v. 9, n. 1, p. 199-210, 2006.

SUAREZ, P. A. Z.; RUBIM, J. C.; MUNDIM, K. C. Sistemas de conversão de óleos vegetais, óleos usados e gorduras animais em combustíveis. UnB/Embrapa Patente: PI BR 0204019-0, 2002.

TITLE

SUMMARY OF ROUTES FOR DIFFERENT STUDY OF COMBUSTION REACTION IN SCALE PILOT MAGNETIC NANOCATALYSTS PRODUCTION $Ni_{0,5}Zn_{0,5}Fe_2O_4$.

Biodiesel is derived from renewable sources and because of concerns about the environment, has gained relevance as regards the search for sustainable sources. It can be obtained by different processes consisting of a chemical reaction of vegetable oil or animal fat with a common alcohol, stimulated by a catalyst. In this work we used for the production of biodiesel the animal fat oil, beef tallow, because it's a cheap raw material, avoiding discharges and pollution of the environment and considered to be a raw material clean. This study aimed to prepare a magnetic NiZn catalyst, wherein the synthesis was performed in two stainless steel containers with different capacity, PM and MM 10 and 30g / product by reacting, respectively, and characterized by XRD and EDX. The biodiesel was obtained by methyl esterification at 180 ° C / 1hrs, molar ratio 1:12, 2% catalys. Blank test was also conducted to compare the results. It was found that the two routes showed peaks of highest intensity corresponding to the cubic spinel crystalline phase majority of NiZn ferrite. The value of the crystallite size for the PM catalyst was higher by 23% compared to MM. The conversion into biodiesel results were approximately 62%, 42% and 5%, AM, and MM test blank respectively. So when comparing the blank test with PM and MM, the catalyst showed efficiency for the catalytic reaction, more effective for PM.

Keyword : biodiesel , nanocatalysts , combustion.