

Potencial Catalítico das Perovskitas Duplas de $Sr_{1-x}K_xTiCu_{x/2}O_3$, onde $x = 0,2; 0,3$ e $0,5$, na Preparação de Biodiesel.

F. Storti *, S. Lanfredi, M. A. L. Nobre

Faculdade de Ciências e Tecnologia – FCT
Universidade Estadual Paulista – UNESP
Departamento de Física, Química e Biologia – DFQB
Laboratório de Compósitos e Cerâmicas Funcionais – LaCCeF
R. Roberto Simonsen 305, C.P. 467, CEP: 19060-900
Presidente Prudente – SP
[*fernando.storti@hotmail.com](mailto:fernando.storti@hotmail.com)

RESUMO

Neste trabalho, foram sintetizados as estrutura tipo perovskita dupla de $Sr_{0,8}K_{0,2}TiCu_{0,10}O_3$, $Sr_{0,7}K_{0,3}TiCu_{0,15}O_3$ e $Sr_{0,5}K_{0,5}TiCu_{0,25}O_3$ e investigado o potencial catalítico de novos catalisadores heterogêneos na preparação do biodiesel via rota etílica. Os pós foram preparados pelo método Poliol Modificado e tratados termicamente a 950° C em atmosfera de ar. Foi obtido pós monofásicos, com alta cristalinidade e tamanho médio de cristalito em torno de 35 nm. O estudo catalítico foi realizado a partir da catálise heterogênea, com a adição das nanopartículas em solução contendo óleo vegetal e álcool etílico. O processo de transesterificação foi realizado em um reator de escala laboratorial com sistema de agitação e temperatura controlada, tendo como principais produtos o biodiesel e o glicerol residual. O biodiesel obtido foi caracterizado por cromatografia gasosa, mostrando uma elevada conversão em ésteres de álcool de cadeia primária, em torno de 99%.

Palavras-chave: Perovskitas Duplas, biodiesel, cromatografia gasosa.

INTRODUÇÃO

Desde a descoberta da perovskita $BaTiO_3$ em 1939⁽¹⁾ e de suas propriedades ferroelétricas relacionadas, um grande número de trabalhos têm sido realizados sobre óxidos de estrutura perovskita, na procura de novos materiais para aplicações tecnológicas, científicas e industriais⁽²⁻⁵⁾. Esses compostos constituem estruturas versáteis, capazes de originar uma grande família de sólidos. Quando um ou mais íons da estrutura perovskitas simples ABO_3 , são substituídos por outros íons, resulta em um grupo de compostos conhecidos como perovskitas compostas, $AA'BB'O_3$ ou

$A_2BB'O_6$. Estas perovskitas apresentam propriedades semelhantes às perovskitas simples, podendo também ter propriedades multiferróicas, ou seja, exibem ferromagnetismo e ferroeletricidade simultaneamente, apresentam comportamento dielétrico, piroelétrico, piezoelétrico e magnético, magnetoresistência convencional e colossal ⁽³⁾. Enquanto que as estruturas $A_2BB'O_6$ são estudadas por suas propriedades magnéticas e magnetoresistiva, as estruturas $AA'BB'O_6$ têm sido investigadas por suas propriedades catalíticas e dielétricas ⁽⁴⁻⁵⁾. Neste trabalho foram investigados o potencial catalítico e a otimização de parâmetros necessários à obtenção de biodiesel, a partir de pós nanoestruturados de $Sr_{0,8}K_{0,2}TiCu_{0,10}O_3$, $Sr_{0,7}K_{0,3}TiCu_{0,15}O_3$ e $Sr_{0,5}K_{0,5}TiCu_{0,25}O_3$ obtidos pelo método poliol modificado ^(6,7). O biodiesel obtido foi caracterizado por espectrometria de massa acoplado a cromatografia gasosa.

MATERIAIS E MÉTODOS

Neste trabalho foi utilizado o Método Poliol Modificado ^(8,9) para a preparação dos pós nanoestruturados de $Sr_{0,8}K_{0,2}TiCu_{0,10}O_3$, $Sr_{0,7}K_{0,3}TiCu_{0,15}O_3$ e $Sr_{0,5}K_{0,5}TiCu_{0,25}O_3$. Tal método é adequado para obtenção de pós monofásicos, além de ser um método já utilizado e conhecido pelo Laboratório de Compósitos e Cerâmicas Funcionais – LaCCeF – FCT/UNESP. Os reagentes de partida constituídos por $SrCO_3$, K_2CO_3 , TiO_2 e CuO foram dissolvidos em ácido nítrico com agitação contínua. Em seguida adicionou-se 40 ml de etilenoglicol. A solução foi aquecida até 90°C, promovendo o despreendimento de gases do grupo NO_3 , similar ao processo desenvolvido pelo método Pechini ^(10,11). Após a reação de poliesterificação obteve-se uma resina polimérica. O polímero mantido no béquer foi submetido à primeira calcinação em um forno tipo mufla. O ciclo de aquecimento ocorreu em duas etapas de calcinação, partindo da temperatura ambiente. Na primeira etapa, a temperatura foi elevada a uma taxa de aquecimento de 10°C/min até atingir 150°C, a qual foi mantida constante por 1 hora para eliminação de moléculas de baixa massa molecular como vapor de água e alguns compostos orgânicos. Na sequência, mantendo a mesma taxa de aquecimento, a temperatura foi elevada a 300° C. Todo tratamento térmico foi realizado sob fluxo de nitrogênio a 300 ml/min. Após o tratamento térmico, o material foi desaglomerado em almofariz de ágata, passado em peneira de 350

mesh, obtendo-se assim o pó precursor. O precursor foi calcinado em um forno tubular com fluxo de ar a 950° C por 3 horas, para obter pós monofásicos e cristalinos de $\text{Sr}_{0,8}\text{K}_{0,2}\text{TiCu}_{0,10}\text{O}_3$, $\text{Sr}_{0,7}\text{K}_{0,3}\text{TiCu}_{0,15}\text{O}_3$ e $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$.

Os ensaios para produção dos ésteres etílicos foram realizados utilizando óleo de soja comercial refinado. A transesterificação ⁽¹²⁾ do óleo foi realizada com etanol absoluto, sob as condições experimentais descritas a seguir.

Em um balão de fundo redondo acoplado a um condensador de refluxo, contendo 30 mL de óleo, foram adicionados 1,35 g de catalisador (5% mol) e 72 mL de etanol. A mistura reacional foi mantida sob refluxo e agitação vigorosa, por um período de 8 horas a temperatura constante de 78° C. Após este período, o aquecimento foi desligado e assim que a mistura reacional alcançou temperatura ambiente, os produtos foram decantados, filtrados em filtro de papel e separados em funil de separação. As nanopartículas e a fase contendo o glicerol foram separadas. O glicerol foi pesado e o biodiesel obtido foi aquecido por 10 min a 80° C para evaporação de possíveis moléculas de etanol. Obteve-se então biodiesel límpido, de cor amarelo claro, como mostrado na Figura 1. Em seguida, o biodiesel foi pesado e caracterizado por Cromatografia Gasosa, acoplada a Espectrometria de Massa.

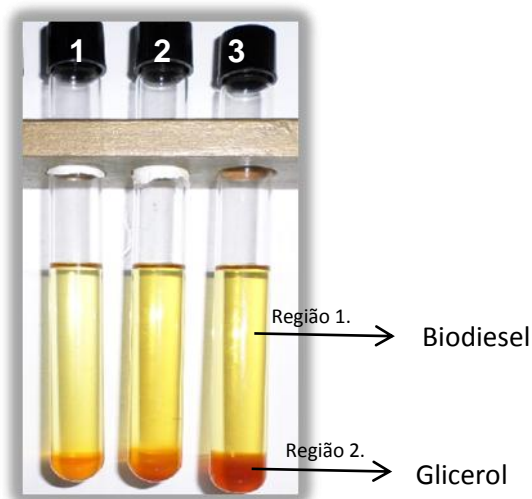


Figura 1: Frações denominadas biodiesel obtidas na presença de (1) $\text{Sr}_{0,8}\text{K}_{0,2}\text{TiCu}_{0,10}\text{O}_3$, (2) $\text{Sr}_{0,7}\text{K}_{0,3}\text{TiCu}_{0,15}\text{O}_3$ e (3) $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$, como catalisadores respectivamente, com tempo reacional de 8 horas e massa do catalisador de 5% em relação ao óleo de soja.

A Figura 1 mostra a presença de duas fases, identificadas como sendo região 1 biodiesel e região 2 glicerol, de maior densidade e coloração castanho avermelhado.

Caracterização do biodiesel.

O biodiesel foi caracterizado por cromatografia gasosa, acoplado a espectrometria de massas, realizado em um equipamento de marca Shimadzu, modelo GC-MS QP2010 Plus, com modo de Injeção Split e com controle de fluxo em velocidade linear. O biodiesel foi depositado sobre a superfície de um tubo fino de material inerte (tubo capilar) e o gás de arraste foi aquecido passando pelo injetor de modo a promover a rápida vaporização da amostra, arrastando consigo o aerossol da amostra. A coluna capilar utilizada foi Rtx-5MS. O gás de arraste utilizado foi Hélio (9,4 mL/min) e o fluxo da coluna foi de 0,71 mL/min. O volume de injeção da amostra foi 1,0 µL, com divisão de fluxo de 1:20. A temperatura inicial do capilar foi de 110° C, mantidas por 6 minutos, seguidos por duas rampas de aquecimento: a primeira taxa de aquecimento foi de 10° C/min até 180° C, mantidas por 25 minutos e a segunda, de 12,5° C/min até 230° C, mantidas por 8 minutos. O tempo total de corrida foi de 50 minutos. O injetor foi operado com temperatura de interface a 250° C e a câmara de ionização a 300° C. As medidas quantitativas foram realizadas no modo monitoramento seletivo de íons (MSI). As análises foram acopladas a um detector de espectrometria de massas. A partir da técnica de cromatografia gasosa, acoplada a espectrometria de massas, foi possível identificar e determinar as massas moleculares dos ésteres constituintes do biodiesel. O tempo de retenção da amostra e sua área foram utilizados para o cálculo da concentração. A partir da integração da área dos picos, analisados por cromatografia gasosa, pode-se quantificar as conversões em ésteres e calcular o rendimento da reação. Os tempos de retenção dos íons e os percentuais (%m/m) de cada um dos ésteres detectados, foram monitorados através de cromatografia gasosa do biodiesel. O modo SCAN, na faixa de massa de 40 a 500 Dalton, foi utilizado para confirmação dos espectros de massas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quantificação da massa de Glicerol

Para quantificação das massas obtidas de glicerol e das frações denominada biodiesel foi investigado a reação de transesterificação, variando suas massas proporcionais a 5%, 10% e 15% em relação à massa do óleo e tempo reacional de 8 horas. Os dados obtidos são listados nas Tabelas 1, 2 e 3.

Tabela 1: Massa (g) de glicerol e das frações denominadas biodiesel preparadas com os catalisadores de $Sr_{0,8}K_{0,2}TiCu_{0,10}O_3$, $Sr_{0,7}K_{0,3}TiCu_{0,15}O_3$ e $Sr_{0,5}K_{0,5}TiCu_{0,25}O_3$, com massa de 5% em relação ao óleo de soja.

Catalisador	Massa Óleo (g)	Massa Glicerol (g)	Massa Biodiesel (g)
$Sr_{0,8}K_{0,2}TiCu_{0,10}O_3$	27,45	0,95	26,35
$Sr_{0,7}K_{0,3}TiCu_{0,15}O_3$	27,37	1,84	26,10
$Sr_{0,5}K_{0,5}TiCu_{0,25}O_3$	27,30	1,98	26,60

Tabela 2: Massa (g) de glicerol e das frações denominadas biodiesel preparadas com os catalisadores de $Sr_{0,8}K_{0,2}TiCu_{0,10}O_3$, $Sr_{0,7}K_{0,3}TiCu_{0,15}O_3$ e $Sr_{0,5}K_{0,5}TiCu_{0,25}O_3$, com massa de 10% em relação ao óleo de soja.

Catalisador	Massa Óleo (g)	Massa Glicerol (g)	Massa Biodiesel (g)
$Sr_{0,8}K_{0,2}TiCu_{0,10}O_3$	27,15	1,15	26,20
$Sr_{0,7}K_{0,3}TiCu_{0,15}O_3$	27,35	2,00	26,34
$Sr_{0,5}K_{0,5}TiCu_{0,25}O_3$	27,05	2,37	26,50

Tabela 31: Massa (g) de glicerol e das frações denominadas biodiesel preparadas com os catalisadores de $Sr_{0,8}K_{0,2}TiCu_{0,10}O_3$, $Sr_{0,7}K_{0,3}TiCu_{0,15}O_3$ e $Sr_{0,5}K_{0,5}TiCu_{0,25}O_3$, com massa de 15% em relação ao óleo de soja.

Catalisador	Massa Óleo (g)	Massa Glicerol (g)	Massa Biodiesel (g)
$Sr_{0,8}K_{0,2}TiCu_{0,10}O_3$	27,15	1,45	26,18
$Sr_{0,7}K_{0,3}TiCu_{0,15}O_3$	27,12	2,65	26,40
$Sr_{0,5}K_{0,5}TiCu_{0,25}O_3$	27,10	3,36	26,75

De acordo com os dados listados nas Tabelas 1, 2 e 3, a utilização de 15% em massa do catalisador com estequiometria $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$, com tempo reacional de 8 horas, apresentou maior atividade nas reações de transesterificação, produzindo mais glicerol. Dessa forma, no intuito de otimizar o tempo reacional, partindo do catalisador com estequiometria $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$ em 15% em massa, foi investigado neste trabalho a reação de transesterificação, com tempos variando entre 1, 2, 3, 4, 6, 8, 12 e 24, horas, a partir de alíquotas retiradas em cada tempo, respectivamente. Os dados obtidos são listados na tabela 4.

Tabela 4: Frações de glicerol e biodiesel em função do tempo de reação contendo $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$ como potencial catalisador, com 15% em massa em relação a massa do óleo.

Alíquota (g)	tempo (horas)	Glicerol (g)	Biodiesel (g)
8,05	1	0,70	7,75
8,20	2	0,78	7,82
7,95	3	0,75	7,70
8,12	4	0,87	7,85
8,13	6	0,98	7,90
8,10	8	1,00	7,99
8,15	12	1,03	8,05
7,90	24	0,95	7,92

De acordo com a Tabela 4, o aumento do tempo de reação leva a uma maior eficiência na atividade catalítica, com aumento da quantidade em massa de glicerol. A partir de 8 horas de tempo reacional, não houve um aumento significativo da quantidade de glicerol em meio reacional. Assim, partindo da quantidade de glicerol obtido, adotou-se o melhor tempo para a reação de transesterificação como sendo de 8 horas, em temperatura de 78° C e na presença de $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$ em 15% em massa.

Determinação e Quantificação de Ésteres no Biodiesel de Soja por Cromatografia Gasosa

Dentre as ferramentas analíticas disponíveis para identificação e quantificação de biodiesel pode-se destacar a Cromatografia Gasosa acoplada à Espectrometria de Massa (CG-EM) ⁽¹³⁾. Esta técnica evidencia a formação e conversão dos ácidos graxos em ésteres (metílicos e/ou etílicos). Como o potencial

catalisador de $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$, com 15% em massa, apresentou uma maior quantidade de glicerol, realizou-se a caracterização do biodiesel por cromatografia gasosa apenas no biodiesel obtido por este catalisador. A Figura 2 apresenta o cromatograma do biodiesel etílico obtido na presença de $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$, com 15% em massa e com tempo reacional de 8 horas.

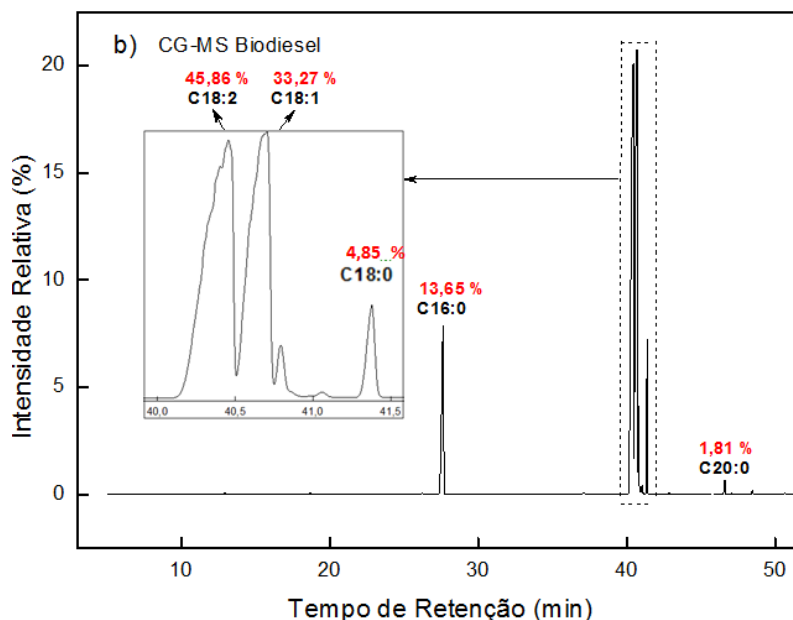


Figura 2: Cromatograma de determinação e de quantificação de ésteres de biodiesel etílico de soja a partir do catalisador de $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$.

A Figura 2 mostra os picos relacionados aos ésteres etílicos obtidos a partir da reação de transesterificação do óleo de soja na presença de $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$ como catalisador. A análise cromatográfica destes ésteres, após a transesterificação, levou a determinação de três regiões de maiores eluição específica. A primeira região de eluição, com intensidade moderada, pode ser observada a partir de 27 minutos e representa o éster Palmitato de Etila (C16:0), de menor peso molecular. A segunda região de forte intensidade (inserção ampliada), em torno de 40 minutos, corresponde à região de eluição de três ésteres de massa moleculares muito próximas, sendo identificadas como sendo: Linoleato de Etila (18:2), Oleato de Etila (18:1) e Estearato de Etila (18:0), respectivamente. A última região de eluição, de menor intensidade, em torno de 47 minutos, representa o éster Araquidato de Etila (20:0), de maior massa molecular.

De acordo com a literatura ⁽¹⁴⁻¹⁵⁾, cerca de 99 % dos triglicerídeos presentes no óleo de soja comercial tem uma composição média centrada em cinco ácidos

graxos principais: palmítico (16:0), esteárico (18:0), oléico (18:1), linoléico (18:2) araquídico (20:0) (Tabela 3). Assim, pode-se concluir que praticamente todos estes ácidos graxos foram transesterificados em ésteres de álcool de cadeia primaria.

As Figuras 3 a), b), c), d) e e) mostram a espectrometria de massa dos seguintes ésteres: a) Palmitato de Etila (C16:0), b) Linoleato de Etila (C18:2), c) Oleato de Etila (C18:1), d) Estearato de Etila (C18:0) e e) Araquidato de Etila(C20:0).

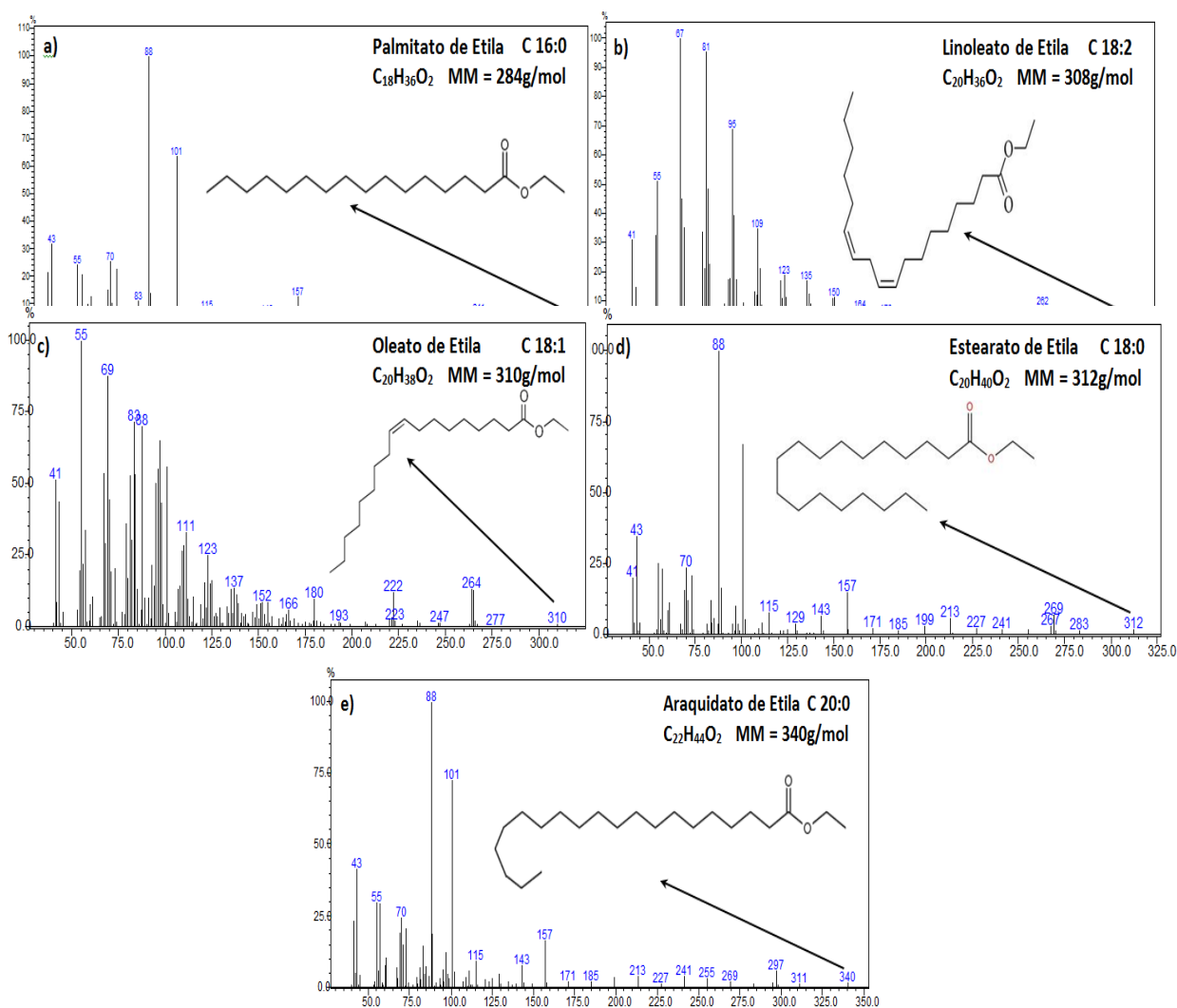


Figura 3: Espectrometria de massa de: a) Palmitato de Etila (C16:0), b) Linoleato de Etila (C18:2), c) Oleato de Etila (C18:1), d) Estearato de Etila (C18:0) e e) Araquidato de Etila(C20:0).

A Tabela 5 lista o rendimento reacional para o catalisador de $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$ analisados pela técnica de cromatografia gasosa.

Tabela 5: Rendimento do catalisador de $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$ na reação de transesterificação por cromatografia gasosa.

Catalisador	Massa Óleo (g)	Massa Glicerol (g)	Massa Biodiesel (g)	Rendimento (%)
$\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$	27,10	3,36	26,75	99,44 %

A partir da análise cromatográfica foi possível observar que o catalisador $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$ apresentou maior rendimento que os demais. A somatória da integração das áreas dos picos demonstrou um total de ésteres etílicos em torno de 99% e, em todas as reações de transesterificação investigadas, este catalisador produziu uma maior quantidade de glicerol em diversas concentrações.

Os tempos de retenção dos íons monitorados e os percentuais (%m/m) de cada um dos ésteres, detectados através de cromatografia gasosa do biodiesel, estão listados na Tabela 6. O modo SCAN, na faixa de massa de 40 a 500 Dalton, foi utilizado para confirmação dos espectros de massas.

Tabela 6: Dados obtidos na determinação e quantificação do total de ésteres do biodiesel de soja etílico por cromatografia gasosa, na presença do catalisador de $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$.

Potencial Catalisador: $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$		
Ésteres	Tempo de retenção (min)	% m/m
Palmitato (C 16:0)	0,25	13,65
Linoleato (C 18:2)	0,27	45,86
Oleato (C 18:1)	0,22	33,27
Estearato (C 18:0)	0,10	4,85
Araquidato (C 20:0)	0,15	1,81
Total de Ésteres	---	99,44

De acordo com o regulamento técnico da Agência Nacional do Petróleo ANP, N°1/2008, o teor de ésteres do B100 deve ser no mínimo 96,5%. Portanto, os biodieseis obtidos neste trabalho via rota etílica, estão de acordo com as especificações da legislação vigente ⁽¹⁶⁾.

CONCLUSÕES

O método Poliol Modificado mostrou-se adequado para a obtenção de nanopós cristalinos de estequiometria $\text{Sr}_{0,8}\text{K}_{0,2}\text{TiCu}_{0,1}\text{O}_3$, $\text{Sr}_{0,7}\text{K}_{0,3}\text{TiCu}_{0,15}\text{O}_3$ e $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$. A partir da espectrometria de massa, acoplada à cromatografia gasosa, foi possível identificar a massa molecular dos principais ésteres presente no biodiesel como sendo: Palmitato de Etila (C16:0), Linoleato de Etila (18:2), Oleato de Etila (18:1) e Estearato de Etila (18:0) Araquidato de Etila (20:0). O rendimento da reação de transesterificação, determinado por cromatografia a partir da integração da área dos picos, mostrou valores elevados, sendo que para a perovskita de $\text{Sr}_{0,7}\text{K}_{0,3}\text{TiCu}_{0,15}\text{O}_3$ o rendimento foi de 97,64% e para o $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$ o rendimento foi de 99,44%. Dessa forma, o catalisador de $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$, com 15% em massa e 8 horas de reação a temperatura de 78° C, mostrou ser o mais eficiente.

REFERÊNCIAS

-
- ¹ WENK, RUDOLF H. ANDREI B. (2004). Minerals: Their Constitution and Origen. New York. NY: Cambridge University Press.
- ² ZHANG L., ZHONG W. L., WANG C. L., ZHANG P. L., WANG Y. G. Finite-size effects in ferroelectric solid solution $Ba_xSr_{1-x}TiO_3$. J. Phys. D: Appl. Phys. v.32, p.546, 1999.
- ³ PEREZ, O. A. G. Estudos Estruturais a Baixas Temperaturas em Compostos com Estrutura Perovskita. Tese apresentada a Universidade Estadual de Campinas UNICAMP, para obtenção do Título de Doutor, 2000.
- ⁴ KNAPP, M. C. Investigations into the structure and properties of ordered perovskites, layered perovskites, and defect pyrochlores. Electronic Thesis or Dissertation. Ohio State University, 2006. <https://etd.ohiolink.edu/>
- ⁵ URA B; Effect of potassium addition on catalytic activity of SrTiO₃ catalyst for diesel soot combustion. Applied Catalysis B: Environmental v. 101, p. 169–175, 2011.
- ⁶ LANFREDI S.; GÊNOVA D. H. M., BRITO I. A. O.; LIMA A. R. F.; NOBRE, M. A.L. Structural characterization and Curie temperature determination of a sodium strontium niobate ferroelectric nanostructured powder. Journal of Solid State Chemistry, v. 184, p. 990-1000, 2011.
- ⁷ NOBRE M. A. L., LANFREDI S. Electrical characterization by impedance spectroscopy of Zn₇Sb₂O₁₂ ceramic. Materials Research, v. 6, n.2, p. 151-156, 2003.
- ⁸ LANFREDI, S.; BRITO, I., A., O.; POLINI, C.; NOBRE, M., A., L.; Deriving The Magnitude Of Niobium Off-Center Displacement In Ferroelectric Niobates From Infrared Spectroscopy, J. Appl. Spectroscopy., v.79, p. 254-260, 2012.
- ⁹ GUTIÉRREZ J. B. Synthesis of Silver Nanocrystals by a Modified Polyol Method. Journal of Applied Polymer Science v. 107, n. 1, p. 45–53, 2008.
- ¹⁰ PECHINI, M. P.; **U.S. Patent**, No. 3.330.697 (1967).

¹¹ LANFREDI, S.; CARDOSO, C. X.; NOBRE, M. A. L.; Crystallographic properties of $\text{KSr}_2\text{Nb}_5\text{O}_{15}$, *Materials Science and Engineering*, v.112, n. 2–3, p.139–143, 2004.

¹² SANDRO F. Transesterificação de óleos vegetais: Caracterização por cromatografia em camada delgada e densidade. *Quím. Nova*, v.30, n.8, 2007.

¹³ RITA C.M.F., MICHELLE J. C. R., CLAUDIA M. R. ANGELO C. P. Desenvolvimento e validação de Metodologia de Análise de Misturas Biodiesel: Diesel. *Quim. Nova*, v. 30, n. 8, p.1900-1905, 2007.

¹⁴ MA, F., HANNA, M. Biodiesel Production: a review. *Bioresource Technology*, v. 70, p. 1-15, 1999.

¹⁵ PELISSON L. Análise direta de mono, di e triacilglicerídeos em biodiesel por cromatografia gasosa de alta resolução: resolução ANP 42 e suas extensões. Dissertação apresentada ao instituto de Química de São Carlos, da Universidade de São Paulo para obtenção de título de Mestre em Ciências (Química Analítica) 2008.

¹⁶ ANP Agência Nacional do petróleo, gás Natural e Biocombustíveis Resolução ANP Nº 14, De 11.5.2012 - DOU 18.5.2012.

Catalytic Potential of Double Perovskites $\text{Sr}_{1-x}\text{K}_x\text{TiCu}_{x/2}\text{O}_3$, where $x = 0.2; 0.3$ and 0.5 in the Biodiesel Preparation

ABSTRACT

In this work were synthesized double perovskite structures of $\text{Sr}_{0,8}\text{K}_{0,2}\text{TiCu}_{0,10}\text{O}_3$, $\text{Sr}_{0,7}\text{K}_{0,3}\text{TiCu}_{0,15}\text{O}_3$ and $\text{Sr}_{0,5}\text{K}_{0,5}\text{TiCu}_{0,25}\text{O}_3$ and investigated the catalytic potential of new heterogeneous catalysts in the preparation of biodiesel via ethyl route. The powders were prepared by modified polyol method. Single phase powders were obtained with a high crystallinity and crystallite size at around 35 nm. The catalytic study was performed from heterogeneous catalysis, with the addition of nanoparticles in solution containing vegetable oil and ethyl alcohol. The transesterification process was carried out in a laboratory scale reactor with stirring and controlled temperature. The main products obtained were the biodiesel and the residual glycerol. The biodiesel was characterized by gas chromatography, showing high conversion in esters of alcohol of chain primary, at around 99%.

Keywords: *Double Perovskites, biodiesel, gas chromatography.*