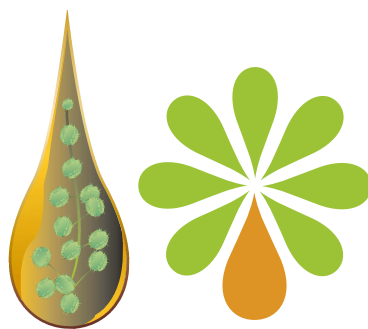


ISBN 978-85-65615-02-0



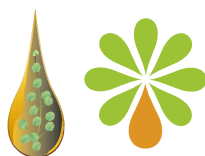
6° Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9° Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL: 10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL



VOLUME 2

ANAIS - ARTIGOS CIENTÍFICOS
2016



6º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

BIODIESEL:
10 ANOS DE PESQUISA, DESENVOLVIMENTO E INOVAÇÃO NO BRASIL
Anais - Trabalhos Científicos

Editores:

Pedro Castro Neto

Antônio Carlos Fraga

Rafael Silva Menezes

Gustavo de Lima Ramos

Natal, 22 a 25 de Novembro de 2016
Rio Grande do Norte - Brasil

**Ficha Catalográfica Elaborada pela Divisão de Processos Técnicos da
Biblioteca da UFLA**

Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
(6. : 2016 : Natal, RN).

Anais do 6. Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel, 9. Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel, Natal, RN, 22 a 25 de novembro
de 2016 / Editores: Pedro Castro Neto ... [et al.]. – Lavras :
UFLA, 2016.

1432 p.

Bibliografias

ISBN 978-85-65615-02-0

1. Biodiesel. 2. Plantas oleaginosas. 3. óleos vegetais. I

Castro Neto, Pedro et al. II. Congresso Brasileiro de Plantas
Oleaginosas, óleos, Gorduras e Biodiesel.

CDD – 633.85

APRESENTAÇÃO

O Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) possui papel fundamental no processo de aprimoramento tecnológico do biodiesel brasileiro. No âmbito do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel (PNPB), o módulo de Desenvolvimento Tecnológico é coordenado pelo MCTIC e objetiva organizar e fomentar a base tecnológica existente no País e norteá-la a gerar resultados que atendam às demandas do PNPB.

Nesse sentido, foi implantada a Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que articula os diversos atores envolvidos, permitindo a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos na busca por soluções para os desafios tecnológicos da cadeia produtiva, levando em consideração aspectos de sustentabilidade, geração de empregos e desenvolvimento regional.

Como ferramenta de avaliação e divulgação dos resultados dos projetos fomentados, o MCTIC promove, desde 2006, o Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel e a Universidade Federal de Lavras promove, desde 2004, o Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel. Eventos que em suas edições anteriores foram um sucesso, tanto em termos de público, como na divulgação do conhecimento gerado por pesquisadores de inúmeras universidades e institutos de pesquisa de todo o país. A partir de 2010 esses dois eventos foram realizados simultaneamente constituindo o maior evento técnico científico em biodiesel do mundo. Este evento é referência para as áreas de produção de plantas oleaginosas, óleos, gorduras e biodiesel.

APRESENTAÇÃO

É estratégico para o setor de biodiesel possuir fóruns de discussão para se debater temas ligados à pesquisa, desenvolvimento e inovação em Biodiesel, como também promover encontros entre especialistas, estudantes, empresários e a sociedade civil para discutir meios para o desenvolvimento desse novo combustível.

Para o evento deste ano os organizadores receberam 884 trabalhos, dos quais 715 foram aprovados e serão expostos nas sessões de apresentação de pôster. Foram destacados trabalhos que também serão apresentados oralmente nas sessões temáticas. Busca-se atingir com a divulgação dos Anais do evento a difusão do conhecimento gerado, servindo como base para a continuidade das ações e como motivação para que a inovação tecnológica contribua de forma efetiva para os objetivos do PNPB.

Cordialmente,

Professor Pedro Castro Neto
Presidente do Congresso

Professor Antônio Carlos Fraga
Presidente da Comissão Técnico-Científica

Rafael Silva Menezes
**Coordenador de ações de
desenvolvimento
energético RBTB-MCTIC**

COMISSÃO ORGANIZADORA

Pedro Castro Neto

**Presidente do Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel**

Rafael Silva Menezes

**Presidente do Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia
de Biodiesel**

Gustavo de Lima Ramos

Secretário-Geral

Antônio Carlos Fraga

Presidente da Comissão Técnico-Científica

Juliana Espada Lichston

Presidente da Comissão Local da UFRN

Rafael Peron Castro

Anderson Lopes Fontes

Secretários Comissão Local da UFRN

COMISSÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

Antônio Carlos Fraga (UFLA) - Presidente

Pedro Castro Neto (UFLA) – Vice-Presidente

Lucas Ambrosano (UEM) – Secretário

Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA) – Secretário

Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA) – Secretário

MEMBROS DAS ÁREAS TEMÁTICAS

Aristeu Gomes Tininis (IFSP)

Bill Jorge Costa (TECPAR)

Bruno Galvêas Laviola (EMBRAPA)

Cláudio José de Araujo Mota (UFRJ)

Danilo Luiz Flumignan (IFSP)

Donato Alexandre Gomes Aranda (UFRJ)

Eduardo Homem de Siqueira Cavalcanti (INT)

Fátima Menezes Bento (UFRGS)

Gustavo Lima Ramos (SETEC/MCTIC)

Iêda Maria Garcia dos Santos (UFPB)

Luiz Pereira Ramos (UFPR)

Maria Aparecida Ferreira César-Oliveira (UFPR)

Nelson Roberto Antoniosi Filho (UFG)

Paulo Anselmo Ziani Suarez (UnB)

Rafael Silva Menezes (SETEC/MCTIC)

Roberto Bianchini Derner (UFSC)

Rosenira Serpa da Cruz (UESC)

Sérgio Peres Ramos da Silva (UPE)

Simoni Margarette Plentz Meneghetti (UFAL)

COMISSÃO EXECUTORA

Associação dos
Pesquisadores em Plantas Oleaginosas,
Óleos, Gorduras e Biodiesel



Rede Brasileira de
Tecnologia de Biodiesel

SECRETARIA DE
DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO

MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES



REVISÃO E EDITORAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA)
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Lucas Ambrosano (UEM)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (G-Óleo/UFLA)
Geovani Marques Laurindo (G-Óleo/UFLA)

COMISSÃO DE TECNOLOGIA DA INFORMAÇÃO

Pedro Castro Neto (UFLA) – Presidente
Antônio Carlos Fraga (UFLA)
Gilson Miranda Júnior (BCC/UFLA)
Jaime Daniel Corrêa Mendes (BCC/UFLA)
João Paulo de Araújo (BCC / G-Óleo/UFLA)
Ferguson Antônio Gomes Peres de Souza (G-Óleo/UFLA)
Henrique Fidencio (G-Óleo/UFLA)
Arnon de Castro Oliveira (G-Óleo/UFLA)
Saulo Kirchmaier Teixeira (G-Óleo/UFLA)

AGRADECIMENTOS

Apoiadores, Autores, Congressistas, Expositores e Palestrantes.

MEMBROS DA G-ÓLEO

Associação dos Pesquisadores em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

Pedro Castro Neto (Presidente)
Lucas Ambrosano (Vice-Presidente)
Douglas Pelegrini Vaz-Tostes (Tesoureiro)
Vinícius Reis Bastos Martins (Secretário)
Antônio Carlos Fraga
Arnon de Castro oliveira
Bárbara Lemes
Camilla Freitas Maia
Camilo José Rodrigues Dal Bó
Carlos Henrique Santos Fonseca
Carlúcio Queiroz Santos
Clara de Almeida Filippo
Daniel Augusto de Souza Borges
Danilo da Silva Souza
Diego Flausino Brasileiro
Erika Tokuda
Ferguson Antonio Gomes Peres de Souza
Gabriel Dlouhy Alcon
Gabriele de Faria Castro
Geovani Marques Laurindo
Gilson Miranda Júnior
Guilherme de Oliveira Martins
Gustavo de Almeida Adolpho
Hamilton Olinto Pimenta Lima Junior
Henrique Fidencio
Jaime Daniel Corrêa Mendes
Janice Alvarenga Santos Fraga
João Paulo de Araújo
Julia Andrade de Ávila
Juliana de Xisto Silva
Maraiza Assis Mattar Silva
Marcela Santos Moreira
Matheus Sterzo Nilsson
Paulo Rogério Ribeiro Pereira
Pedro Henrique Barcelos Mota
Pedro Rodolfo Bianchim de Oliveira
Rafael Peron Castro
Rodrigo Martins Santos
Sandra Regina Peron Castro
Sandro Freire de Araújo
Saulo Kirchmaier Teixeira
Stênio Carvalho
Thalita Caroline Azevedo Gonçalves
Thiago Matioli
Vitor Favareto Silva

REALIZAÇÃO

O Núcleo de Estudos em Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biocombustíveis (G-Óleo) idealizado

pelos professores Antônio Carlos Fraga

do Departamento de Agricultura

e Pedro Castro Neto do

Departamento de Engenharia

da Universidade Federal de

Lavras, desde 2006 promove a



produção científica e realiza eventos acadêmicos voltados a estudantes, pesquisadores e empreendedores que atuam nas diversas etapas da cadeia produtiva do biodiesel, transferindo ao produtor rural por meio de eventos de extensão, onde inovações da pesquisa e indústria são levadas e apresentadas à comunidade.

A diversidade das áreas de atuação do grupo torna os projetos amplamente diversificados, englobando atividades em fitotecnia, química, projetos e manutenção de máquinas agrícolas e industriais, gerência e tecnologia de informação, administração, extração e purificação de óleos e gorduras, gestão de coprodutos e resíduos, todas associadas à produção científica visando inovação para a indústria e melhoria na produção rural.

REALIZAÇÃO

Com o objetivo de impulsionar o desenvolvimento tecnológico e a inovação do biodiesel no Brasil, o Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicações (MCTIC) promove diversas ações, principalmente por meio da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel (RBTB), que envolve diversos atores da cadeia produtiva. Isso permite a convergência de esforços e a otimização de investimentos públicos, buscando soluções para os desafios tecnológicos do setor. Desde 2006, a Secretaria de Desenvolvimento Tecnológico e Inovação (SETEC/MCTIC) promove o Congresso da RBTB com objetivo de disseminar os conhecimentos tecnológicos gerados, a divulgação das potencialidades da Rede, as competências e os trabalhos em andamento. A realização do evento envolve a comunidade científica e empresarial e abrange sete diferentes áreas temáticas: Matéria Prima; Armazenamento, Estabilidade e Problemas Associados; Caracterização e Controle da Qualidade; Co-Produtos; Produção do Biocombustível; Uso de Biodiesel; e Políticas Públicas e Desenvolvimento Sustentável.



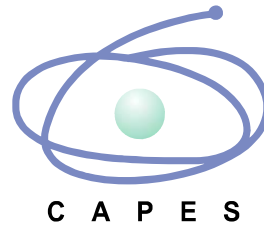
REALIZAÇÃO

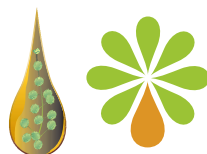
SECRETARIA DE
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO**

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA,
INOVAÇÕES E COMUNICAÇÕES**



APOIO





6º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel
9º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

TRABALHOS CIENTÍFICOS APROVADOS

Estudo das condições reacionais para produção de biodiesel utilizando catalisador heterogêneo (KOH/Al₂O₃)

Maria Fernanda Vicente dos Santos (LCP/UFRN, mfnanda_rn@hotmail.com), Mayara Lopes Gundim de Macedo (LCP/UFRN, mayaragundim@hotmail.com), Tatiane Potiguara Oliveira (LCP/UFRN, tatiane.potiguara@gmail.com), Valter José Fernandes Jr. (LCP/UFRN, valter.ufrn@gmail.com), Amanda Duarte Gondim (LCP/UFRN, amandagondim.ufrn@gmail.com)

Palavras Chave: Biodiesel, KOH/Al₂O₃, Transesterificação, Termogravimetria

1 - Introdução

O biodiesel consiste de um combustível biodegradável derivado de óleos vegetais e gorduras animais, formado por ésteres de ácidos graxos, ésteres de alquila (metila, etila ou propila) de ácidos carboxílicos de cadeia longa⁴. O processo convencional para sua produção ocorre pela transesterificação de óleos vegetais com álcool na presença de um catalisador¹.

Este trabalho se propõe a sintetizar e caracterizar o catalisador heterogêneo (KOH/Al₂O₃). Além de estudar a melhor temperatura, razão etanol:óleo na produção de biodiesel.

2 - Material e Métodos

O procedimento empregado para a síntese dos materiais (KOH/Al₂O₃) foi realizado de acordo com o artigo³. Inicialmente, prepara-se 30 mL de uma solução de 30% de KOH (aq.), em seguida é misturada em 10 g de alumina, a mistura resultante foi mantida por cerca de 3 h sob aquecimento e agitação constante a 80 °C. Após a impregnação, a mistura foi transferida para um cadinho e levado a estufa para secagem a 110°C por 24 h. Antes de cada reação de transesterificação, o catalisador foi calcinado a 500 °C em um forno do tipo mufla por 3 h sob fluxo de 100 mL min⁻¹ em ar sintético. O catalisador foi caracterizado por difratograma de raio X (DRX), fluorescência de raio X (FRX) e Microscopia Eletrônica de Varredura (MEV) e termogravimetria (TG/DTG). Os difratogramas de raios X dos materiais foram obtidos em um equipamento da Shimadzu, modelo XRD 6000. Os dados foram coletados na faixa de 2θ de 10-80 graus com velocidade de goniômetro de 2 °/min com um passo de 0,02 graus. As análises de microscopia eletrônica de varredura (MEV) dos catalisadores foram realizadas em um equipamento Philips modelo XL30-ESEM. Espectros na região do infravermelho por transformada de Fourier (FTIR) foram obtidos no modo transmitância no intervalo de 4000 a 400 cm⁻¹ com resolução de 4 cm⁻¹ e auxílio de uma janela de KBr, em um espectrofotômetro de infravermelho com transformada de Fourier da Bomem, modelo MB102.

A reação de transesterificação foi realizada utilizando um sistema de refluxo, com um balão de fundo chato de 500 mL conectado a um condensador. A mistura reacional foi adicionada ao balão sob agitação e aquecimento constante. As demais condições reacionais como a razão molar de etanol:óleo (12:1 e 15:1) e temperatura (60 e 70 °C) são variáveis a fim de se obter um maior rendimento da reação. Após terminar a reação, a mistura foi separada por filtração para a remoção do

catalisador. Em seguida, o filtrado foi transferido para um funil de decantação.

Tabela 1: Matriz dos testes catalíticos com KOH/Al₂O₃.

Biodiesel	%Cat	Etanol:Óleo	Temperatura	Tempo
1	2	15:1	60 °C	5 h
2	2	15:1	70 °C	5 h
3	2	12:1	60 °C	5 h
4	2	12:1	70 °C	5 h

Os biodieseis produzidos foram avaliados por termogravimetria (TG/DTG) para avaliar o teor de ésteres obtidos⁵. As amostras de óleo de biodiesel de algodão foram analisadas usando uma termobalança Mettler Toledo TGA/SDTA, modelo 851e. As curvas termogravimétricas foram obtidas aquecendo cada uma das amostras, contidas em um cadinho de porcelana, da temperatura ambiente até 900 °C, com uma razão de aquecimento de 10 °C/min e sob atmosfera dinâmica de hélio (25 mL/min).

3 - Resultados e Discussão

A formação do catalisador KOH/Al₂O₃ foi observada em 2θ = 17°, 23°, 25°, 29°, 30°, 31°, 34°, 38°, 40°, 44°, 46°, 47°, 48°, 51° e 52°. Observa-se também o aparecimento de uma nova fase interpretada como sendo o K₂O (confirmado também pelo EDX – Tabela 2) cujos picos podem ser observados para valores de 2θ em 51°, 56°, 69° e 76°. As análises fluorescência de raios X (EDX) dos catalisadores foram realizadas em um equipamento EDX-720.

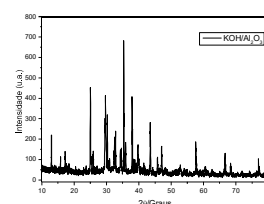
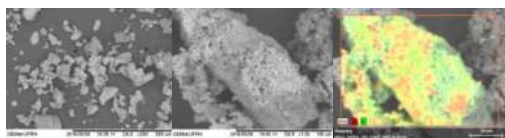


Figura1: Difratograma de raio X da amostra do catalisador KOH/Al₂O₃.

Tabela 2: Fluorescência de raios X da amostra do catalisador KOH/Al₂O₃.

Composição	%
K ₂ O	73.95 %
Al ₂ O ₃	25.23 %
SiO ₂	0.82 %

Com o MEV-EDS (Figura 2), foi possível determinar a composição química pontual das fases minerais que compõem o catalisador.



Figuras 2: Microscopia eletrônica de varredura da amostra do catalisador KOH/Al₂O₃.

Tabela 3: EDS da amostra do catalisador KOH/Al₂O₃.

Elemento	Peso %	Peso %	Atômico %
Oxigênio	83,26	0,72	90,85
Alumínio	8,39	0,49	5,43
Potássio	8,35	0,59	372

As curvas TG (Figura 3) da decomposição térmica do catalisador apresenta duas etapas. A primeira etapa (132-217 °C, 34%) corresponde à perda de água, a segunda etapa (326-446 °C, 13%) corresponde à transformação do grupo Al-O-H no grupo Al-O-K, mais as espécies K₂O·CO₂ foram geradas².

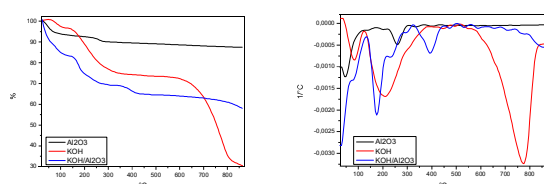
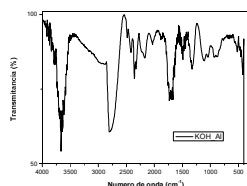


Figura 3: Curvas TG/DTG das amostras de Al₂O₃, KOH e do catalisador KOH/Al₂O₃.

Através dos espectros de FTIR (Figura 4), a banda de absorção em 1385 cm⁻¹ pode ser atribuída à ligação K-O. A banda entre 3200-3400 cm⁻¹ que pode ser atribuída à água.



Figuras 4: FTIR da amostra do catalisador KOH/Al₂O₃.

As análises termogravimétricas (TG/DTG) foram realizadas com o objetivo avaliar a reação de transesterificação através da diferença na temperatura de volatilização dos triglicerídeos e ésteres. As curvas TG/DTG do óleo de algodão e do biodiesel obtidos nas diversas condições reacionais estão apresentadas na Figura 5. A curva TG do óleo de algodão mostrou uma única perda de massa de 96,2% referente à volatilização/evaporação dos ácidos graxos (triglicerídeos). Para as curvas TG/DTG de biodiesel observa-se claramente duas etapas de decomposição, a primeira referente à volatilização/decomposição dos ésteres etílicos e a segunda a volatilização/decomposição dos triglicerídeos. O dados obtidos das curvas TG/DTG estão apresentados na Tabela 4.

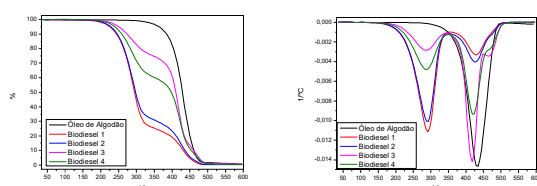


Figura 5: Curvas TG/DTG dos biodiesel de algodão nas condições reacionais estudada.

Tabela 4: Dados obtido da curva TG/DTG do óleo e biodiesel de algodão com o catalisador KOH/Al₂O₃.

Amostras	Etapas	ΔT(°C)	Tmáx.(°C)	Δm(%)	mR(%)
Óleo de Algodão	1	304-461	431	96,2	3,8
Biodiesel 1	1	100-311	325	71,2	0,6
	2	311-479	412	28,2	
Biodiesel 2	1	135-317	320	64,8	0,3
	2	317-489	402	34,9	
Biodiesel 3	1	165-318	317	19,5	1,4
	2	318-496	392	79,1	
Biodiesel 4	1	171-322	328	35,9	0,9
	2	322-496	396	63,2	

De acordo com a Figura 5 e a Tabela 4 a razão etanol:óleo de 15:1 favorece a reação de transesterificação e que o aumento da temperatura para 70 °C não favorece a reação. Portanto, o melhor resultado obtido através da variação das condições reacionais foi do biodiesel 1 (razão etanol:óleo – 15:1 e temperatura – 60 °C) produzindo 71,2 % de biodiesel.

4 – Conclusões

O catalisador heterogêneo KOH/Al₂O₃ foi sintetizado e caracterizado por diversas técnicas analíticas, sendo confirmada a fase ativa K₂O. Sua aplicação na reação de transesterificação do óleo de algodão foi considerada eficaz, pois através das curvas TG/DTF foi possível verificar a conversão de triglicerídeos para ésteres. Sendo o biodiesel 1 apresentou maior percentual de conversão de triglicerídeos para ésteres (71,2%). Considerando a utilização de 2% do catalisador a melhor condições reacionais foi razão etanol:óleo – 15:1 e temperatura – 60 °C.

5 – Agradecimentos

UFRN, IQ, LCP.

6 - Bibliografia

- Evangelista, J. P. C. *Obtenção de biodiesel através da transesterificação do óleo de farelo de arroz utilizando KI/Al₂O₃*, 2011, 135p. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Programa de Pós Graduação em Química. Natal-RN.
- Li, X.; Yu, D.; Zhang, W.; Li, Z.; Zhang, X.; Huang, H. *Effective synthesis of cis-3-hexen-1-yl acetate via transesterification over KOH/γ-Al₂O₃: structure and catalytic performance*. Elsevier, v. 455, p. 1-7, 2013.
- Noiroj, K.; Intarapong, P.; Luengnaruemitchai, A.; Jai-in, S. *A comparative study of KOH/Al₂O₃ and KOH/NaY catalysts for biodiesel production via transesterification from palm oil*. Elsevier, v. 34, p. 1145–1150, 2009.
- Silva, V. Biodiesel e Biocombustível: Como fazer biodiesel?. Disponível em: <http://valterbio.blogspot.com.br/>. 10/09/2015.
- Silva, J. C. T.; Gondim, A. D.; Galvão, L. P. F. C.; Evangelista, J. P. C.; Araujo, A. S.; Júnior V. J. F. *Thermal stability evaluation of biodiesel derived from sunflower oil obtained through heterogeneous catalysis (KNO₃/Al₂O₃) by thermogravimetry*. J Therm Anal Calorim, v. 119, p. 715–720, 2015.