

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



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
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 Margaretta 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 Matiulli
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.



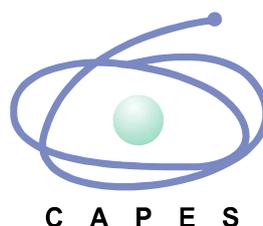
REALIZAÇÃO

SECRETARIA DE
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO
E INOVAÇÃO**

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



APOIO





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

TRABALHOS CIENTÍFICOS APROVADOS

Esterificação do ácido oleico utilizando a hidroxiapatita proveniente do osso bovino impregnada com Al e Zn como catalisador

Leonardo Araújo Rosa Ribeiro (DCET/UDESC, xleorosa@gmail.com); Bruno Lopes Andrade (DCET/UDESC, brunol.andrade@hotmail.com); Miriam Sanae Tokumoto (DCET/UDESC, miriam.tokumoto@gmail.com); Rosenira Serpa da Cruz (DCET/UDESC, roserpa@uesc.br)

Palavras Chave: osso bovino, biodiesel, esterificação, hidroxiapatita

1 - Introdução

A demanda de biocombustíveis no mercado vem exigindo processos catalíticos com baixa geração de resíduos e baixo custo. A produção de biodiesel mais utilizada comercialmente (transesterificação via catálise homogênea) tem a desvantagem referente as etapas pós-reação, como a separação do catalisador dos produtos e a purificação do biodiesel, estas etapas são laboriosas e tornam o custo do processo elevado^{1,2}.

Em alternativa, os catalisadores heterogêneos apresentam grande vantagem sobre os homogêneos, pois são facilmente separados do produto da reação e podem ser reutilizados. A hidroxiapatita é um material inorgânico que tem se destacado entre os materiais cerâmicos devido à possibilidade de inserção de íons na sua estrutura, processo conhecido por impregnação, seu baixo custo e ausência de toxicidade são características que potencializam sua utilização como catalisador heterogêneo. Os processos naturais de obtenção da hidroxiapatita são econômicos e ecológicos, uma vez que, podem-se utilizar matérias-primas de baixo custo¹. A obtenção da hidroxiapatita neste trabalho foi realizada a partir da calcinação da carcaça de osso bovino. Esta, como resíduo da produção de carne, é uma matéria-prima amplamente disponível.

A reação de esterificação de ácidos graxos é também uma rota de produção de biodiesel de importância industrial, pois possibilita o uso de matérias-primas de menor custo.

Nesse contexto, o presente trabalho teve como objetivo a obtenção da hidroxiapatita (HAP) e a síntese dos catalisadores Al-HAP, Zn-HAP e Al/Zn-HAP através da impregnação da hidroxiapatita por precipitação química com os íons Al^{3+} e Zn^{2+} e posterior aplicação na reação de esterificação do ácido oleico.

2 - Material e Métodos

A síntese da HAP foi realizada utilizando-se a carcaça de osso bovino, da qual foi cortada em pedaços, lavada com água quente e calcinada a 900°C por 2 h (Figura 1). Este catalisador foi nomeado como HAP.

A impregnação dos metais em HAP foi realizada por método de precipitação³, utilizando como precursores dos íons metálicos os sais de nitrato dos metais desejados (Al e Zn) para obtenção dos catalisadores. Estes catalisadores foram nomeados como Al-HAP e Zn-HAP.

Estes catalisadores foram caracterizados por espectroscopia na região do infravermelho, utilizando um

espectrofotômetro da Smart Omni Nicolet, na região entre 400 a 4000 cm^{-1} e com uma resolução de 4 cm^{-1} . As amostras foram preparadas na forma de pastilhas diluídas em KBr com uma proporção de 1% do sólido em análise.

Os padrões de raios X foram obtidos no difratômetro da Rigaku, empregando a radiação Cu-K α operando a 40 kV e 15 mA com filtro de níquel e velocidade de goniômetro de 0,5 °/min. A faixa analisada em 2 θ foi de 5° a 80°.

Para o estudo da atividade catalítica foi realizada a reação de esterificação do ácido oleico com o metanol empregando as seguintes condições reacionais: razão metanol : ácido oleico igual a 20:1, com 10% (m/m) de catalisador em relação ao ácido oleico, sendo o catalisador ativado na estufa a 120°C por 1h. A reação foi realizada em um frasco fechado imerso em banho de areia para a homogeneização da temperatura por todo o recipiente. O processo ocorreu durante 1h à temperatura de 150°C e agitação de 300rpm. A conversão em ésteres foi calculada por meio da determinação de acidez remanescente, em que o ácido graxo remanescente foi titulado com uma solução padronizada de hidróxido de sódio.

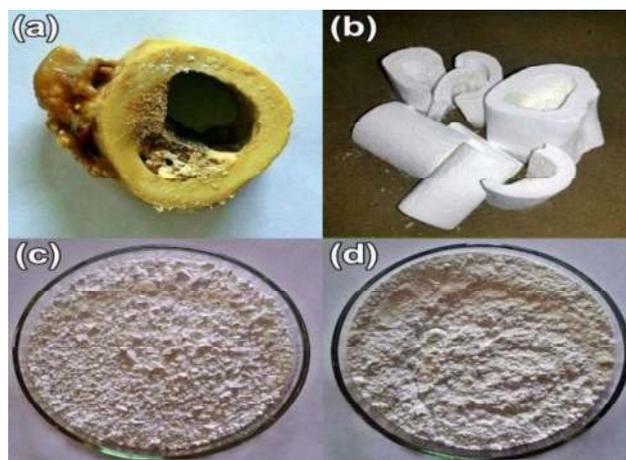


Figura 1. Etapas de processamento da carcaça de osso bovino (a) até a obtenção do pó fino da HAP (d).

3 - Resultados e Discussão

A Figura 2 mostra os padrões de difração de raios X para os catalisadores HAP, Al-HAP, Zn-HAP e Al/Zn-HAP. No catalisador HAP foram observados os picos característicos da hidroxiapatita, sendo confirmado pela comparação com o padrão teórico *Inorganic Crystal Structure Database* – ICSD de n° 082289.

O padrão do catalisador Zn-HAP apresentou picos além da HAP, picos referentes ao óxido de zinco estão em destaque com asteriscos (*) em 2θ 34,7°, 36,52°, 47,78°, 56,86° e 68,12°, tendo como referência os dados teóricos dos ICSD 082029 para o ZnO.

Por outro lado, os padrões dos catalisadores Al-HAP e Al/Zn-HAP não apresentaram os picos característicos visíveis. Os padrões teóricos analisados apresentam picos sobrepostos com o HAP, assim não podendo realizar a identificação. Tem-se a hipótese também de que a utilização da mistura dos sais de nitrato – precursora dos íons Zn^{2+} e Al^{3+} , não tenha alcançado condições favoráveis de concentração e pH durante a precipitação simultânea e como consequência não tenha havido uma impregnação eficaz dos íons na estrutura da HAP.

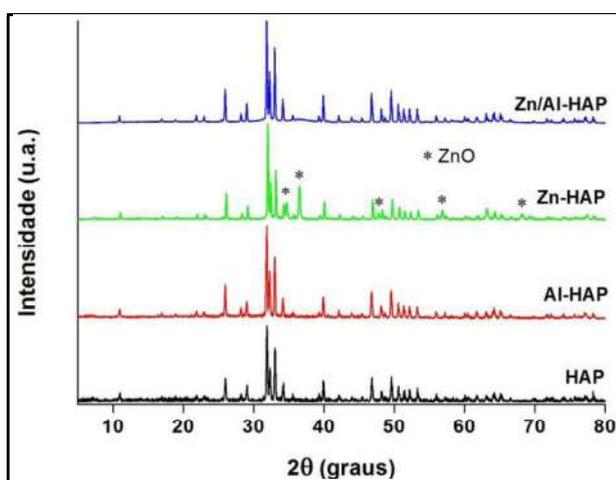


Figura 2. Padrões de difração de raios X dos catalisadores sintetizados.

A Figura 3 mostra os espectros de transmitância na região do infravermelho para os catalisadores estudados.

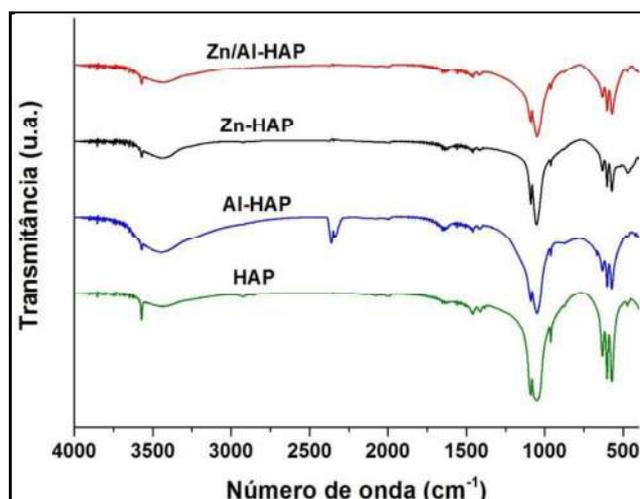


Figura 3. Espectro de transmitância no infravermelho dos catalisadores.

Foram observados que todos os espectros são semelhantes para todos os catalisadores. A banda larga de baixa intensidade entre 3620-3207 cm^{-1} é de moléculas de água adsorvidas e a banda em 3571 cm^{-1} caracteriza o grupo hidroxila OH. As bandas em 1090 cm^{-1} e 1096 cm^{-1} referem-se ao estiramento P-O assimétrico triplamente

degenerado e a banda em 962 cm^{-1} representa o estiramento P-O simétrico não degenerado, essas bandas são características das ligações do fosfato. A banda de absorção em 2360 cm^{-1} para o Al-HAP trata-se de uma interferência de análise e é característica de vibrações de estiramento CO de CO_2 .

Os valores de conversão em ésteres metílicos são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1. Conversão em ésteres metílicos para a reação de esterificação do ácido oleico.

Catalisador	Conversão em ésteres metílicos (%) _a
HAP	13,6 ± 1,8
Al-HAP	20,3 ± 2,1
Zn-HAP	33,6 ± 2,4
Al/Zn-HAP	13,4 ± 2,2

^aCondições reacionais: razão metanol : ácido oleico igual a 20:1, com 10% (m/m) de catalisador em relação ao ácido oleico, sendo o catalisador ativado na estufa a 120°C por 1h antes da reação. As reações foram realizadas em triplicada.

Observa-se que a inserção do Al e do Zn isoladamente favorece a reação de esterificação como esperado, no entanto impregnação simultânea não foi satisfatória. Isto pode ser atribuído as condições de síntese que não permitiram a precipitação. Este fato será confirmando pela análise química dos catalisadores.

4 – Conclusões

Os resultados obtidos das caracterizações dos catalisadores mostraram a obtenção da hidroxiapatita e a sua impregnação com metais por precipitação não alterou a sua estrutura. Porém, as conversões dos ácidos graxos em ésteres não foram satisfatórias mostrando que há uma necessidade da otimização do método de síntese do catalisador.

5 – Agradecimentos

LARR e BLA agradecem a CNPq e FAPESB pela bolsa de IC, respectivamente e RSC agradece à FAPESB pelo apoio ao projeto de pesquisa (RED0015/2013).

6 - Bibliografia

- Obadiah, A.; Swaroopa, G.A.; Kumar, S.V.; Jeganathan, K.R.; Ramasubbu, A., *Bioresource Technology*, **2012**, 116, 512.
- Ramos, L.P., Silva, F.R., Mangrich, A.S., Cordeiro, C. S., *Revista Virtual de Química*, **2011**, 3, 385.
- Sahu, H., Mohanty, K., *Chemical Engineering Journal*, **2015**, 280, 564.