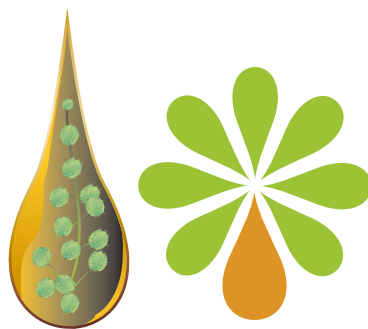


ISBN 978-85-65615-02-0



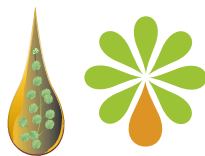
6º Congresso da Rede Brasileira de Tecnologia de Biodiesel  
9º Congresso Brasileiro de Plantas Oleaginosas, Óleos, Gorduras e Biodiesel

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



## 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.



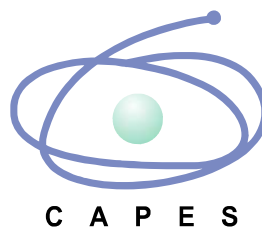
REALIZAÇÃO

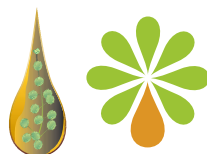
SECRETARIA DE  
**DESENVOLVIMENTO TECNOLÓGICO  
E INOVAÇÃO**

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

## Avaliação do carbono mesoporoso modificado com óxido de magnésio na transesterificação do óleo de soja

Bruna Ezequiel Bernardes Costa (PPGQUIM/UESC, brunabernardes18@hotmail.com), Ingrid Brito Barbosa (BIOMA/UESC, ingridbarbosa4@hotmail.com), Miriam Sanae Tokumoto (DCET/UESC, miriam.tokumoto@gmail.com), Rosenira Serpa da Cruz (DCET/UESC, roserpa@uesc.br)

**Palavras Chave:** carbono mesoporoso, biodiesel, catálise heterogênea, transesterificação

### 1 - Introdução

Diante do cenário mundial no que concerne aos danos ao meio ambiente e ao crescimento populacional a academia e a indústria têm voltado a pesquisa para busca de fontes renováveis por meio da utilização de produtos provenientes de biomassa. Dentre os produtos usados para geração de energia advindos da biomassa, o biodiesel tem se destacado<sup>1,2</sup>.

A produção de biodiesel é predominantemente realizada por meio da transesterificação alcalina em meio homogêneo. Porém, essa apresenta alguns inconvenientes como a geração elevada de efluentes bem como a exigência do uso de matéria-prima de alta pureza o que torna o processo mais oneroso, laborioso e de alto custo<sup>3</sup>.

Visando minimizar esses inconvenientes, a pesquisa tem se voltado para a catálise heterogênea, na busca por um catalisador que se mostre eficiente na reação de transesterificação para produção de biodiesel, dentro deste contexto, catalisadores baseados em carbono têm se destacado. Essa classe de materiais se mostra bastante promissora devido as suas propriedades, como a elevada área superficial, volume de poros adequados, estabilidade térmica e mecânica. Os materiais de carbono permitem ainda a funcionalização de sua superfície, onde se pode fazer modificações variadas com diferentes materiais, no decorrer da síntese, após a síntese ou na pré-síntese proporcionando ao mesmo as propriedades desejáveis para um excelente catalisador<sup>4-6</sup>.

Dentro dessas inúmeras possibilidades de funcionalização, e em virtude de favorecer a cinética da reação de transesterificação que se mostra mais eficiente em meio básico, o óxido de magnésio foi usado para a modificação do carbono, devido à sua basicidade acentuada<sup>6,8</sup>.

Assim, o presente trabalho tem como objetivo a síntese do carbono mesoporoso modificado com óxido de magnésio para uso como catalisador heterogêneo, na reação de transesterificação de óleo de soja com metanol.

### 2 - Material e Métodos

Foram sintetizados três materiais de carbono com óxido de magnésio com diferentes quantidades e um material correspondente ao carbono puro<sup>9</sup>. Dessa forma na 1ª etapa de síntese, foi preparada uma mistura com 10 g de resorcinol e 0,3 g de hidróxido de sódio, em seguida adicionou-se a essa mistura, sob agitação, 22 g de formaldeído e mais 16 g de etanol. Essa mistura foi agitada até que o material sólido se dissolvesse completamente.

Na 2ª etapa, em paralelo com a 1ª, uma solução com 20 g de Pluronic F127, 4 g de nitrato de magnésio (massa que corresponde a 20% de MgO) e 24 g de etanol foi preparada sob agitação a 30 °C. Misturas com 10% (2 g

de nitrato de magnésio) e 5% (1 g de nitrato de magnésio) de óxido de magnésio também foram preparadas correspondentes ao CM-MgO20, CM-Mg10, CM-MgO5 respectivamente. Esta solução foi então, adicionada gota-a-gota a mistura de resorcinol/formaldeído preparada na 1ª etapa de síntese. A mistura resultante foi mantida sob agitação por 2 h. Em seguida, foi submetida à temperatura ambiente por 24 h e a 100 °C por mais 24. Enfim a mistura foi calcinada a 700 °C, 1 °C.min<sup>-1</sup> sob fluxo de nitrogênio a 1 mL.min<sup>-1</sup>, por 2 h.

Os catalisadores foram caracterizados por difração de raio-x na faixa de 0° a 10°C e na faixa de 30° a 100°, teste de basicidade de Bronsted, BET e avaliado frente à reação de transesterificação do óleo de soja com metanol em um reator Parr de 300 mL, com as seguintes condições reacionais: razão metanol: óleo de soja, 12:1, 5% m/m de catalisador em relação ao óleo de soja, 3 h de reação à 150 °C. Foi quantificado por cromatografia gasosa, em CG Varian CP 3800, coluna capilar de 30m de comprimento, 0,25mmx0,25µm, fase estacionária polietilenoglicol, detector FID e injetor automático CP 8410.

### 3 - Resultados e Discussão

A caracterização textural dos sólidos foi avaliada a partir de isotermas de adsorção-desorção de nitrogênio (Figura 1).

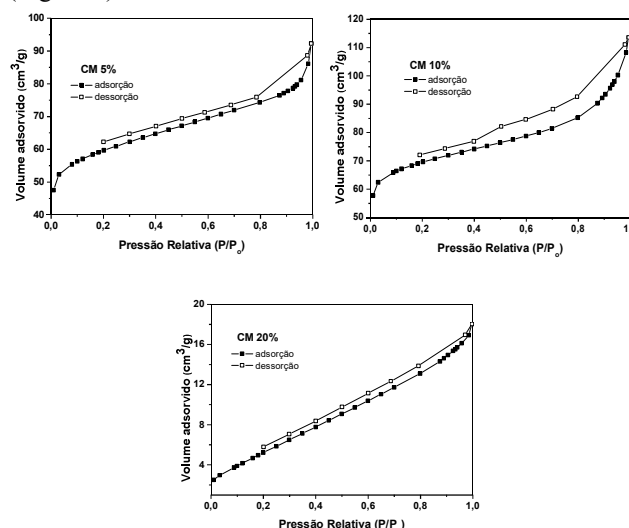


Figura 1. Isotermas de adsorção e desorção de nitrogênio dos catalisadores CM com diferentes teores de MgO

Os catalisadores CM-MgO5 e CM-MgO10, apresentaram isoterma do tipo IV. É um tipo de isoterma que ocorre a pressões baixas e formam monocamadas seguidas da formação de multicamadas do material adsorvido nas estruturas desses materiais, são normalmente

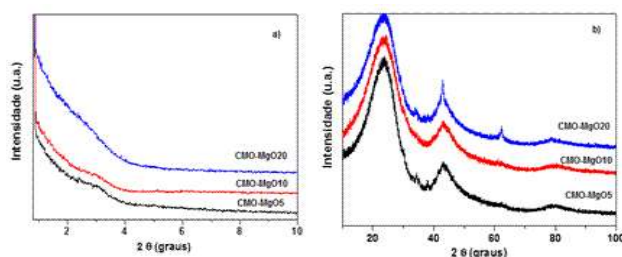
encontradas em sólidos mesoporosos. O CM-MgO20, apresentou isotermas do tipo III, que são característicos de materiais que não apresentam poros, ou que apresentam pouca interação entre o adsorvente e o adsorbato. As histereses encontradas nas amostras CM-MgO5 e CM-MgO10 são do tipo H3, mostrando que os materiais apresentam poros do tipo fenda com tamanho uniforme<sup>10</sup>.

Os dados referentes do volume de microporos por t-plot do CM-MgO20 não foram satisfatórios, sugerindo um possível colapso da estrutura. É provável que o teor de óxido de magnésio inserido na rede desse material seja o responsável pela má formação dessa estrutura, diminuindo consideravelmente a sua área superficial e volume de poros se comparado com os outros materiais como apresentado na Tabela 1.

**Tabela 1.** Área específica, diâmetro de volume de poros dos catalisadores

| Material | Área específica BET (m <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> ) | Diâmetro médio de poro BJH (nm) | Volume de microporo t-plot (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> ) | Volume total de poros (cm <sup>3</sup> g <sup>-1</sup> ) |
|----------|-------------------------------------------------------|---------------------------------|---------------------------------------------------------------|----------------------------------------------------------|
| CM-MgO5  | 200,9                                                 | 5,4                             | 0,06                                                          | 0,14                                                     |
| CM-MgO10 | 230,8                                                 | 7,4                             | 0,08                                                          | 0,17                                                     |
| CM-MgO20 | 21,24                                                 | 5,0                             | -                                                             | -                                                        |

Os padrões de raios X a baixo ângulo apresentaram picos pouco resolvidos indicando que os materiais sintetizados apresentaram pouca ou nenhuma ordenação de poros. Todos os materiais apresentaram picos característicos de óxido de magnésio nos padrões a alto ângulo, na região em 2θ de 35°, 43°, 63° e 80° o que evidência a eficiência na inserção desse óxido na estrutura do carbono como mostra a Figura 2, o pico mais evidenciado em 22,3° representa estruturas de materiais de carbono amorfo<sup>8-10</sup>.



**Figura 2.** Padrões de raios X. a) baixo ângulo b) alto ângulo

Como esperado, a basicidade do material mostrou relação direta com a conversão em ésteres metílicos<sup>1,5</sup> (Tabela 2). A inserção de óxido de magnésio intensifica os sítios básicos de Bronsted já existentes no carbono puro os quais são os responsáveis pela maior atividade catalítica apresentada pelo carbono mesoporoso na presença do óxido de magnésio.

O carbono puro se mostrou pouco ativo na reação, apresentando uma conversão de 9,2%. Essa pequena conversão está ligada a uma variedade de grupos funcionais existentes na sua superfície que apresentam um caráter levemente básico, tornando-os ativos a reação de transesterificação.

**Tabela 2.** Conversão em ésteres e concentração de OH<sup>-</sup>

| Catalisadores   | Concentração de OH <sup>-</sup> (mmol/g) | Conversão em ésteres metílicos (%) <sup>a</sup> |
|-----------------|------------------------------------------|-------------------------------------------------|
| MgO (comercial) | 1,86                                     | —                                               |
| Carbono puro    | 0,39                                     | 9,2±2,8                                         |
| CM-MgO5         | 0,51                                     | 27,6±2,2                                        |
| CM-MgO10        | 0,87                                     | 39,8±2,9                                        |
| CM-MgO20        | 1,31                                     | 51,2±3,2                                        |

<sup>a</sup>Transesterificação do óleo de soja, razão molar álcool/óleo 12:1, 5% m/m de catalisador, 150 °C, 3 h

É importante ressaltar que os testes de lixiviação e reutilização estão em andamento.

#### 4 – Conclusões

Os resultados de adsorção e dessorção de N<sub>2</sub> mostraram que a síntese dos catalisadores com menores foi efetiva na obtenção de mesoporos na estrutura do carbono. O padrão de raios X a baixo ângulo mostrou uma baixa ordenação dos mesoporos e a alto ângulo mostram que o óxido de magnésio foi inserido na estrutura desse material com sucesso.

O aumento da basicidade do carbono mesoporoso ordenado com a inserção de óxido de magnésio foi satisfatório e contribuiu para uma maior conversão em ésteres metílicos.

#### 5 – Agradecimentos

Os autores agradecem à FAPESB e ao CNPq pelo apoio a pesquisa. Ao CETENE pelas análises de BET. IBB agradece ao PIBIT/CNPq pela bolsa de IC e BBC agradece à FAPESB pela concessão da bolsa de mestrado.

#### 6 - Bibliografia

- Ramos, L.P.; Kucek, K.T.; Domingos, A. K.; Wilhelm, H.M; Revista Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento, **2003**, 31, 127.
- Aransiola, E.F.; Ojumu, T.V.; Oyekola, O. O.; Madzimbamuto, T.F.; Ikhu-omoregbe, D. I. O.; *Biomass Bioenergy*. **2014**, 61, 276.
- Yo, J.; Guo, M.; Muhammad, F.; Wang, A.; Yu, G.; Ma, H.; Zhu, G.; *Microporous Mesoporous. Mater.* **2014**, 190, 117.
- Gun'ko, V. M.; Bogatyrov, V. M.; Turov, V. V.; Leboda, R.; Skubiszewska-Zieba, J.; Urubkov, I.V.; *App. Surf. Sci.* **2013**, 283, 683.
- Russbueltd, B. M. E.; Hoelderich, W. F.; *J. Catal.* **2010**, 271, 290.
- Karimi, M.; Jenkins, B.; Stroeve, P.; *Biofpr Journal*, **2016**, 38,156
- Yao, J.; Li, L.; Song, H.; Liu, C.; Chen, X. *Carbon*. **2009**, 47, 436.
- Leofanti, G.; Padovan, M.; Tozzola, G.; Venturelli, B. *Catal. Today* **1998**, 41, 207.
- Junior, L. A. B. P. Vieira, E. A. Peixoto, R. A. F. Oliveira, J. R. *Rev. Esc. Minas*, **2010**, 48, 523.
- Nossol, E. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, 2009.