

Influência do índice de acidez do óleo extraído da bacaba (*Oenocarpus distichus* mart.), na reação de transesterificação via catálise básica para produção de biodiesel

Carla Cristina Araújo dos Santos¹, Isabel Matos Fraga²

¹ Discente do curso de Tecnologia em Biocombustíveis do IFMT

² Mestre, Docente do IFMT, Isabel.fraga@cas.ifmt.edu.br

Submetido em 18/09/2013; Versão revisada em 06/12/2013; Aceito em 01/02/2014

RESUMO

Atualmente, o método mais utilizado para a produção de biodiesel é a reação de transesterificação via catálise básica, por apresentar melhores rendimentos e condições operacionais mais brandas. No entanto, as características físico-químicas do óleo determinam a possibilidade do uso do catalisador básico nessa reação. Este estudo tem como objetivo mostrar como a alta acidez do óleo de bacaba (*Oenocarpus Distichus* MART), influência na reação de transesterificação via catálise básica, impedindo a produção de biodiesel, e facilitando a reação de saponificação.

Palavras-Chave: Acidez, Óleo, Biodiesel, Bacaba (*Oenocarpus Distichus* MART.).

ABSTRACT

Currently, the most widely used method for the production of biodiesel is the transesterification reaction via base catalysis by presenting better yields and milder operating conditions. However, the physicochemical characteristics of the oil determine the possibility of using basic catalyst in this reaction. This study aims to show how the high acidity of the oil bacaba (*Oenocarpus distichus* MART), influence on the transesterification reaction via basic catalysis, preventing the production of biodiesel, and facilitating the saponification reaction

Keywords: Acidity, Oil, Biodiesel, Bacaba (*Oenocarpus Distichus* MART.).

INTRODUÇÃO

Imensa extensão territorial, variações edafoclimáticas e condições inigualáveis para cultivo, o Brasil apresenta uma gama de diversidade de matérias-primas para a produção de biodiesel. Algumas comumente citadas na literatura são a soja, o girassol, macaúba, a mamona, o milho, o pinhão-manso, sementes de maracujá, o caroço de algodão, canola, babaçu, coco da Bahia, murici, cupuaçu, abacate, buriti, dendê, amendoim, dentre outras. As gorduras animais e os óleos de frituras também são utilizados na produção de biodiesel.

Diversas palmeiras nativas da Amazônia e outras regiões tropicais na América Latina tem sido objeto de pesquisa e desenvolvimento (P&D) desde o final da década de 1970, com resultados muito diversos, que vão

desde o fracasso total até sucesso no mercado moderno. Periodicamente, uma nova onda de entusiasmo surge, pois as palmeiras são emblemáticas dos trópicos, são abundantes (até oligárquicas), são produtivas, foram muito importantes na subsistência dos povos indígenas, algumas são importantes na subsistência de povos tradicionais hoje, e outras são economicamente importantes no mercado mundial. Atualmente alguns segmentos do governo e da sociedade brasileira estão falando novamente do potencial das palmeiras, especialmente para a produção de biodiesel (CLEMENT, LLERAS PÉREZ, e VAN LEEUWEN, 2005).

Algumas palmeiras oferecem quantias importantes de óleo na polpa do fruto (mesocarpo), outras na semente, e outras em ambos. Tratando-se do óleo do mesocarpo, este tende a ser rico em ácido oléico

(mono-insaturado) e/ou palmítico (saturado). Quando se trata do óleo da semente, este tende a ser rico em ácido laúrico (saturado) (CLEMENT, LLERAS PÉREZ, e VAN LEEUWEN, 2005).

Dentre as diversas espécies, destaca-se a *Oenocarpus bacaba* Mart., vulgarmente conhecida como bacaba, que ocorre com mais frequência no Pará e Amazonas, vegetando em matas secundárias de terra firme e em capoeiras e tem óleo similar, embora seja menos semelhante, ao do azeite de oliva. No estado do Mato Grosso, pode ser facilmente encontrada no município de Cana Brava do Norte. Seu potencial econômico baseia-se principalmente na utilização da polpa e na extração de um óleo comestível (MENDONÇA e ARAÚJO, 1999; CLEMENT, LLERAS PÉREZ, e VAN LEEUWEN, 2005).

As características físico-químicas dos óleos são de extrema importância quando se seleciona uma matéria-prima para a produção de biodiesel, pois são tidos como parâmetros de qualidade, necessárias para um bom aproveitamento do produto. Com base em seus estudos, Araújo *et al*, (2007) propõem por exemplo, que resíduos gordurosos devem conter no máximo a acidez de 1 mg KOH/g para que atenda a acidez normalizada pela ANP de 0,5 mg KOH/g para Biodiesel.

Um elevado índice de acidez indica, portanto, que o óleo ou gordura está sofrendo quebras em sua cadeia de trigliceróis, liberando seus constituintes principais, que são os ácidos graxos. Ácidos graxos são constituintes dos óleos e gorduras na forma de mono, di e triglicerídios, uma grande quantidade de ácidos graxos livres indica que o produto está em acelerado grau de deterioração (MURGEL, 2010). Avaliar o índice de acidez é muito importante para se decidir qual a rota de transesterificação se deve seguir, mais precisamente, decidir se a reação será por transesterificação básica ou ácida, ou ainda se é necessário submeter o óleo a um tratamento prévio, para só então prosseguir com a transesterificação.

Características como ácidos graxos de cadeia longa podem fornecer uma viscosidade durante a reação, podendo comprometer o rendimento da reação, e a

separação posterior da glicerina, ou seja, as propriedades do biodiesel são fortemente influenciadas pelas propriedades individuais dos ésteres graxos que varia de acordo com a matéria prima em estudo.

Atualmente a rota para produção de biodiesel é a transesterificação de óleos utilizando catalisadores homogêneos básicos com metanol. Essa rota apresenta cinética rápida, baixo custo na reação, condições reacionais amenas e equipamentos simples. No entanto, na presença de ácidos graxos livres e água, reagem com o catalisador básico formando a reação de saponificação, à hidrólise dos triglicerídeos e ao consequente consumo do catalisador.

Dificultando a separação do produto, reduzindo o rendimento da reação e aumentando o custo de produção provocado pela purificação da matéria-prima (LEUNG, WU e LEUNG, 2010; MEHER, SAGAR e NAIK, 2006; MENEGHETTI, MENEGHETTI e BRITO, 2013).

Os catalisadores frequentemente utilizados na catálise básica são bases como KOH (hidróxido de potássio), NaOH (hidróxido de sódio). Nestes processos, a base é dissolvida no álcool utilizado, e adicionada ao óleo. São utilizados agitação e aquecimento, onde o tempo reacional varia entre uma ou duas horas (SOUZA, 2006). Posteriormente a transesterificação, o produto adquirido é uma mistura de ésteres, glicerol, álcool, tri, di e monoglicerídeos.

A catálise básica permite alcançar taxas de conversão superiores a mesma concentração de catalisadores ácidos, permitindo ainda pressão e temperaturas amenas reduzindo o custo econômico, energético e a utilização de menores razões molares álcool/óleo.

Todavia, devido à possibilidade de saponificação, o processo é restrito a óleos de baixa acidez, de maior preço, dificultando a utilização de óleos não processados e mais baratos.

Diante do exposto, esse estudo teve como objetivo, avaliar a influência do índice de acidez do óleo extraído da bacaba (*oenocarpus distichus* Mart.), na reação de transesterificação via catálise básica para produção de biodiesel. O álcool metílico (metanol) foi o

álcool escolhido para processar a reação. O óleo foi previamente caracterizado em termos de índice de acidez, ácidos graxos livres e índice de saponificação.

MATERIAIS E MÉTODOS

As análises do óleo foram realizadas no laboratório de química e de bromatologia do IFMT-campus Cáceres, bem como a reação de transesterificação. A caracterização do óleo foi realizada em termos das seguintes análises físico-químicas: índice de acidez, índice de saponificação e ácidos graxos livres. Os métodos utilizados foram os recomendados pela metodologia Padrão Alemã para análise de gorduras e outros lipídeos, conforme Esteves, Gonçalves e Arellano, 1995; Moreto e Alves 1986, e Araújo, 2008.

O índice de acidez (AC) para óleos e gorduras é definido como o número de mg de hidróxido de potássio necessário para neutralizar os ácidos livres de um grama de amostra. Este procedimento foi determinado segundo Moreto e Alves, (1986) e Esteves, Gonçalves e Arellano, (1995). O procedimento consiste em colocar duas gramas da amostra em um erlenmeyer adicionando-se em seguida 25 mL de solução de éter etílico: etanol (2:1) para esse recipiente, agitando-se vigorosamente e adicionando-se a seguir duas gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1%, e, por fim, titulando-se com solução aquosa de hidróxido de sódio 0,1 N até viragem do indicador de incolor para uma tonalidade rósea (ARAÚJO, 2008).

Para a determinação do índice de saponificação seguiu-se a metodologia Araújo, (2008) e Vieira *et al.*, (2011). Este índice indica a quantidade de hidróxido de potássio (KOH), em miligramas, requerida para saponificar 1 g do óleo utilizado (MORETTO E ALVES, 1986). A determinação do índice de saponificação (IS_K) foi feita colocando-se em refluxo, durante 1 hora, 2 g do óleo em estudo com uma solução alcoólica de KOH (4%). Após a completa saponificação deixou-se esfriar e titulou-se com ácido clorídrico a 0,5N, utilizando-se como indicador a fenolftaleína. Foi preparado um branco com todos os reagentes exceto a amostra.

A determinação da porcentagem de ácidos

graxos livres baseou-se em Araújo (2008), que descreve o método adotado por Moreto e Alves (1986) e por Esteves, Gonçalves e Arellano, (1995), que determina a porcentagem de ácidos graxos livres, expressa como ácido oléico, em óleos comuns, brutos e refinados. Avalia a qualidade do óleo para consumo ou carburantes. Foram pesados aproximadamente 5 g da amostra em um Erlenmeyer e foram adicionados 50 mL de álcool etílico (95,8% de pureza), previamente neutralizado com solução aquosa de NaOH 0,1N, utilizando 0,5 mL de solução etanólica de fenolftaleína a 1% como indicador. Em seguida, aqueceu-se a solução sobre uma placa térmica até apresentar “sinais” de ebulição. Depois, se titulou ainda quente com solução aquosa de NaOH 0,1N, até coloração rósea persistente por 15 segundos.

A reação de transesterificação de biodiesel metílico do óleo de bacaba via catálise básica foi realizada em um balão de fundo redondo de 500 mL, o óleo foi inicialmente aquecido até uma temperatura de 70°C. O catalisador foi adicionado ao álcool, e mantido sob forte agitação até constituir uma mistura homogênea. A mistura metanol/KOH foi então adicionada ao óleo e a reação de transesterificação se processou durante 1h a 70°C, sob forte agitação em chapa de aquecimento Magnetic Stirrer Biomixer. Após cessar a reação, a mistura foi levada ao funil de separação de 500 mL, no qual foi deixada por 24h a fim de que houvesse total separação de fases. Nessa etapa realizou-se uma tentativa de se produzir Biodiesel metílico a partir do óleo extraído da polpa da bacaba, utilizando como catalisador, 1% de hidróxido de potássio, em relação a massa do óleo. O álcool utilizado foi o metanol, utilizando a razão molar de 6:1.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos na caracterização do óleo de Bacaba estão listados na Tabela 1. O óleo da polpa de bacaba apresentou um índice de acidez de 7,14 mg KOH/g, enquanto matérias primas como algodão possuem aproximadamente 17,08 % de acidez (FIRMINO, *et al.*, 2005) e macaúba apresentam um valor de 11,42% (CICONINI *et al.*, 2010). Índice de acidez é definido como a massa de hidróxido de potássio, em

Tabela 1- Caracterização físico-química do óleo extraído da polpa de Bacaba

CARACTERISTICAS	OLE ODE BACABA
Índice de Acidez (mg KOH/g)	7,14
Índice de Saponificação (mg KOH/g)	201,19
% Ácidos graxos livres	30,51

miligramas, gasta na neutralização dos ácidos livres presentes em um grama de amostra de óleo (VASCONCELOS & GODINHO, 2002).

A acidez dos óleos e gorduras brutas é decorrente da hidrólise enzimática que ocorre na semente ou no fruto em condições de alta umidade. Com a oxidação não enzimática a acidez também pode se elevar. O índice de acidez revela o estado de conservação do óleo. A decomposição dos glicerídeos é acelerada pelo aquecimento e pela luz. A rancidez é quase sempre acompanhada pela formação de ácido graxo livre (MACHADO, CHAVES e ANTONIASSI, 2006).

Gonçalves *et al*, (2009), avaliaram o índice de acidez de diferentes gorduras residuais e a média de acidez observada nas amostras foi de $2,7 \pm 0,1$ mg KOH, segundo os autores essa média é considerada alta, logo processos de pré-tratamento e purificação de óleos residuais necessitam ser desenvolvidos e aplicados nas unidades industriais que se atenam a trabalhar com este resíduo. De acordo com esses autores, óleos mais degradados que não sejam pré-tratados resultam num processo mais complexo de produção do biodiesel.

Óleos com acidez elevada, se aplicados diretamente no processo de transesterificação etílica não apresentam separação de fases, éster e glicerina, mesmo com a remoção do excesso de álcool. Tal comportamento se dá, possivelmente pelo consumo da quantidade de catalisador aplicada que age na redução da acidez, não resultando em quantidade suficiente para catalisar com eficiência o processo catalítico de reação (GONÇALVES *et al*, 2009).

Lima *et al*, (2007), avaliaram o índice de acidez do óleo de babaçu e encontraram um valor de $0,505 \pm 0,004$ mg KOH/g. Segundo o autor, este é um valor adequado para transformação do óleo em biodiesel, visto que um

excesso de ácidos graxos livres, quando se usa hidróxidos como catalisador, levaria a reações de saponificação competindo com a reação de transesterificação.

A alta acidez dificulta a produção do biodiesel, já que este fator influencia na reação e a catalise básica é a mais utilizada nas usinas. Elevados índices de acidez nos óleos podem ocasionar reações intermoleculares dos triacilgliceróis, simultaneamente afetar a estabilidade térmica do combustível na câmara de combustão e havendo a possibilidade de uma ação corrosiva sobre os componentes metálicos do motor (ALBUQUERQUE, 2006)

Para a porcentagem de ácidos graxos livres (AGL), obteve-se o valor de 30,51%, essa porcentagem está intimamente ligada ao índice de acidez, onde o nível de ácidos graxos residuais não oxidados pode ser estimado (SILVA, BORGES e FERREIRA, 1999).

Para a produção de Biodiesel por transesterificação, sabe-se que, se o óleo apresentar um índice de ácido graxo livre elevado a transesterificação utilizando a catálise ácida é a mais apropriada. Sabe-se que para a obtenção da reação de transesterificação catalisada por base, é preciso que os óleos possuam um valor de ácido graxo livre menor que 3%, pois quanto mais elevado for índice de acidez do óleo, menor é a eficiência da conversão, pois pode ocorrer a formação do sabão (SERRA, 2010).

No caso do óleo caracterizado nesse trabalho, fica evidenciada então, a necessidade de se escolher a via catalítica ácida para a reação de transesterificação para a produção de Biodiesel, essa avaliação é corroborada pelo trabalho de Conceição *et al.*, (2008), onde para se produzir Biodiesel etílico do óleo extraído da polpa da bacaba, foi utilizado como catalisador, o ácido metano sulfônico.

O índice de saponificação no óleo de bacaba resultou 201,19 mg KOH/g, não existem dados de índice de saponificação para o óleo de Bacaba registrados em literatura, no entanto sabe-se que o índice de saponificação revela a identidade do óleo. É possível fazer uma comparação com os valores de índice de saponificação encontrados para o azeite de oliva que segundo Knothe *et al.*, (2006), varia de 184 a 196 mg KOH/g, que segundo a literatura possui características bem próximas as do óleo de bacaba. Lima *et al.*, (2007), avaliaram o índice de saponificação do óleo de Babaçu e encontraram um valor igual a 233 mg KOH/g

Para o óleo de algodão, o índice de saponificação estabelecido pela Anvisa, (1999) encontra-se em um intervalo de 189 a 198 mg KOH/g, para o óleo de amendoim varia de 187 a 196 mg KOH/g, para o óleo de canola vai de 182 a 193 mg KOH/g e para o óleo de soja de 189 a 195 mg KOH/g. Para o óleo de bacaba, não existe legislação específica segundo a ANVISA (1999).

A transesterificação por catalise básica apresentou resultados insatisfatórios, ocorrendo a formação de sabão, mesmo realizando diversas tentativas, pois o índice de acidez estava acima do recomendado pela literatura. Em virtude disso não houve separação de fases e impossibilidade da recuperação do álcool em excesso. Esses resultados indicam que a rota escolhida para a reação de transesterificação esta diretamente ligada ao índice de acidez. Para óleos que contenham elevada acidez, o uso de catalizadores básicos na reação de transesterificação não é favorecido. No entanto, se o óleo em questão for submetido a tratamentos prévios que diminuam essa acidez a catálise básica pode ser aplicada. A acidez de um óleo está intimamente relacionada com a qualidade da matéria-prima, onde um elevado índice de acidez indica o desenvolvimento de reações hidrolítica com produção de ácido graxos livres.

CONCLUSÃO

O óleo da polpa de bacaba apresentou um índice de acidez de 7,14 mg KOH/g e uma porcentagem de ácidos graxos livres (AGL), de 30,51%. Os resultados

apontaram para uma elevada acidez, e acentuada presença de ácidos graxos livres. Os valores índice de saponificação não puderam ser comparados, visto que o estudo sobre as características do óleo de bacaba ainda é muito pobre, o que torna esse trabalho muito importante quando se trata da produção de um banco de dados sobre o referido óleo na literatura.

A produção de Biodiesel metílico a partir do óleo de Bacaba via catálise básica foi inviável devido à alta acidez do óleo (7,14 mg KOH/g) que segundo a literatura, pode levar paralelamente, à reação de saponificação, que além de consumir o catalisador e reduzir a eficiência catalítica, dificulta a etapa de purificação do mesmo. A acidez de um óleo é uma característica intimamente relacionada com a qualidade da matéria-prima, onde um elevado índice de acidez indica o desenvolvimento de reações hidrolítica com produção de ácido graxos livres. Para o óleo avaliado neste estudo, produção de biodiesel utilizando catalisadores básicos só seria possível, se houvesse um tratamento prévio do óleo para diminuir sua acidez, do contrário, a reação de transesterificação deveria ser realizada com a utilização de catalizadores ácidos como por exemplo, o ácido sulfúrico.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, G. A. **Obtenção e caracterização do biodiesel de Canola (*Brassica Napus*)**. 2006. 126 f. Dissertação (Programa de Pós Graduação em Química) - Universidade Federal da Paraíba. João Pessoa.
- ANVISA. Regulamento técnico para fixação de identidade e qualidade de óleos e gorduras vegetais, 1999. Disponível em < <http://portal.anvisa.gov.br> > Acesso em: 07 maio 2013.
- ARAÚJO, F. D. S.; CHAVES, M. H.; ARAÚJO, Eugênio C. E. Caracterização do óleo de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). In: Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis - Energia de Resultados, Teresina, 2007.
- ARAÚJO, G. S. **Produção De Biodiesel A Partir Do Óleo Do Coco (*coco nuficera L.*)**. 2008. 105 f. Dissertação (Programa de pós graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal.
- ARAÚJO, L. R. R.; ZOTIN, F. M. Z.; SCOFIELD, C. F.; RODRIGUES, T. V.; LAVATORI, M. P. A.; PORTILHO, M. Transesterificação etílica de óleo de soja via catálises

- básica e ácida. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 48,2008, Rio de Janeiro, outubro de 2008. **Anais...**Rio de Janeiro.
- CICONINI, G.; FAVARO, S. P.; SOUZA, C. F. T.; MIYAHIRA, M. A. M.; CORRÊA, A.; PLEIN, G. S.; SOUZA, J. L. C.; SANTOS, G. P. Óleo De Polpa Da Macaúba: Variabilidade Das Características Físico-Químicas Em Plantas Do Mato Grosso Do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 4 & SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS, 1, 2010, João Pessoa. Inclusão Social e Energia: **Anais...** Campina grande: Embrapa Algodão, p. 1910-1914. 2010.
- CLEMENT, C.R.; LLERAS PÉREZ, E.; VAN LEEUWEN, J. 2005. O potencial das palmeiras tropicais no Brasil: acertos e fracassos das últimas décadas. **Revista Agrociências**, Montevideu, v. 9, n.2, p. 67-71, 2005.
- CONCEIÇÃO, L. R. V.; ALMEIDA, R. C. S.; PANTOJA, S. S.; SILVA, M. M. C.; COSTA, C. E. F.; ROCHA FILHO, G. N.; ZAMIAN, J. R. Caracterização Físico-Química e Térmica do Biodiesel Etílico de Bacaba (*Oenocarpus bacaba*, Mart.). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, 48,2008, Rio de Janeiro, outubro de 2008. **Anais...**Rio de Janeiro, 48º Congresso Brasileiro de Química, 2008.
- SOUZA, C. A. Sistemas catalíticos na produção de biodiesel por meio de óleo residual . In: ENCONTRO DE ENERGIA NO MEIO RURAL, 6., 2006, Campinas. **Anais...**Campinas: EEMR, p. 1, 2006.
- ESTEVES, W.; GONÇALVES, L.; ARELLANO, D. B. **Compilação da Metodologia Padrão Alemã para análise de gorduras e outros lipídeos**. CAMPINAS/SP: Ed. FEA, UNICAMP, 1995.
- FIRMINO, P. T.; ALVES, S. M.; BELTRÃO, N. E. M.; SILVA, A. C.; ALVES, H. S. Determinação De Constituintes Do Óleo De Sementes De Algodão Colorido Variedade Brs Safira Pelo Método De Cromatografia Gasosa. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, 5, 2005, Salvador, Bahia,. **Anais...** V CONGRESSO BRASILEIRO DE ALGODÃO, Salvador, Bahia, 2005.
- GONÇALVES, A.; SOARES, J.; BRASIL, A. N.; NUNES, D. L. Determinação Do Índice De Acidez De Óleos e Gorduras Residuais Para Produção De Biodiesel. In: Congresso da rede brasileira de tecnologia de biodiesel, 3, 2009, Brasília. **Anais...** III Congresso da rede brasileira de tecnologia de biodiesel, Brasília, 2009, P. 187-188.
- KNOTHE, G.; GERPEN, J. V.; KRAHL, J.; RAMOS, L. P. **Manual do Biodiesel**. São Paulo: Blücher, 2006. 352 p.
- LEUNG, D. Y. C.; WU, X.; LEUNG, M.K.H. A review on biodiesel production using catalyzed transesterification. **Applied Energy**, v.87, p.1083–1095, 2010.
- LIMA, J. R. O.; SILVA, R. B.; SILVA, C. C. M.; SANTOS, L. S. S.; SANTOS JR, J. R.; MOURA, E. M.; MOURA, C. V. R. Biodiesel De Babaçu (*Orbignya sp.*) Obtido Por Via Etanólica. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 30, n.3, p. 600-603, 2007.
- MACHADO, G. C.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição Em Ácidos Graxos E Caracterização Física E Química De Óleos Hidrogenados De Coco Babaçu. **Revista Ceres**, Viçosa, v.53, n.308, p.:463-470, 2006.
- MEHER, L. C.; SAGAR, D. V.; NAIK, S. N. Technical aspects of biodiesel production by transesterification – a review. **Renewable & Sustainable Energy Reviews**, v.10, p. 248–268, 2006.
- MENDONÇA, M. S.; ARAÚJO, M. G. P. A Semente De Bacaba (*Oenocarpus Bacaba* Mart Arecaceae): Aspectos Morfológicos. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 21, n.1, p. 122-124, 1999.
- MENEGHETTI, S. M. P.; MENEGHETTI, M. R.; BRITO, Y. C. A Reação de Transesterificação, Algumas Aplicações e Obtenção de Biodiesel. **Rev. Virtual Química**, Rio de Janeiro, v.5, p. 63-73, 2013.
- MORETTO, E.; ALVES, R. **Óleos e Gorduras Vegetais**, Editora da UFSC, Florianópolis, 1986.
- MURGEL, M.F. **Cápsulas De Óleo De Peixe: Percepção Da Dosagem E Finalidade De Consumo**. 2010, 86 f. Dissertação (Programa de pós-graduação em Ciências na área de Saúde Pública) - Fundação Oswaldo Cruz, RJ.
- SERRA, T.M. Desenvolvimento De Catalisadores A Base Deestanho(IV), Para Produção De Ésteres Metílicos De Ácidos Graxos, Via Transesterificação E Esterificação. 2010, 89 f. Dissertação (Programa de pós-graduação em Engenharia química) - Universidade Federal de Alagoas.
- SILVA, F. A. M., BORGES, M. F. M.; FERREIRA, M. A. A. Métodos Para Avaliação Do Grau De Oxidação Lipídica E Da Capacidade Antioxidante. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 22, n.1, p. 94-103, 1999.
- VASCONCELOS, A. F. F. & GODINHO, O. E. S. Uso De Métodos Analíticos Convencionados No Estudo Da Autenticidade Do Óleo De Copaíba. **Revista Química Nova**, São Paulo, v. 25, n.6, p. 1057-1060, 2002.
- VIEIRA, M.B.; TORALLES, I. G.; CRIZEL, M..G.; BALAGUEZ, R. A.; MESKO, M. F.; PEREIRA, C. M. ESTUDO COMPARATIVO DA QUALIDADE DO BIODIESEL DE ÓLEO DE FRITURA E ÓLEO COMERCIAL. In: XIII ENPOS - Encontro da Pós-Graduação - Universidade Federal de Pelotas, 2011. **Anais...** XIII ENPOS -Encontro da Pós-Graduação - Universidade Federal de Pelotas, 2011.