

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DO ÓLEO DE ALGAROBA

(Prosopis juliflora)

Raniely Alves de Oliveira¹

Paulo Tavares Barbosa²

Iandra Beatriz Praxedes Da costa³

Lucas Patrícus De Medeiros Leite⁴

Marcionila de Oliveira Ferreira⁵

INTRODUÇÃO

Dentre inúmeras culturas de oleaginosas disponíveis em território nacional, a algarobeira *Prosopis juliflora*, mais popularmente conhecida como Algaroba, é uma espécie vegetal da família Leguminosae e originária do deserto de Piura no Peru e que foi introduzida no bioma Caatinga do sertão nordestino do Brasil, onde adquiriu a capacidade de adaptar-se de maneira bastante proeminente. Por tratar-se de uma planta xerófito, a algaroba mostrou-se compatível com a realidade ambiental do sertão em consonância com a exigência de uma fonte de alimento para a atividade pecuária regional mediante a influência proeminente do periódico e antagônico fenômeno das secas (SILVA, et al., 2003).

A vagem da algarobeira apresenta uma alta concentração de açúcares (carboidratos) e proteínas, sendo os frutos importantes fontes de matéria orgânica. A doce polpa do conteúdo das vagens e as sementes concentram, aproximadamente, cerca de 34-39% de proteínas e 7-8% de óleos (RIBASKI, et. Al., 2009). Assim, a oleaginosa apresenta condições propícias para manejo em favor da produção de combustíveis renováveis, levando em conta o seu potencial energético a partir do óleo embutido em sua biomassa, analogamente a outras culturas existentes. (MEHER, et al., 2006).

No presente trabalho, a cultura da Algaroba *Prosopis juliflora*, típica planta muito presente na região nordeste do Brasil, será submetida a um processo de extração de óleo,

¹ Graduanda do Curso de Tecnologia em processos químicos do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, ranieyoliveira18@gmail.com;

² Graduado pelo Curso de licenciatura em química da do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, paulotavares63@hotmail.com.br;

³ Formada pelo Curso de técnico em biocombustíveis da do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, iandrabeatric@gmail.com;

⁴ Formado pelo Curso de técnico em biocombustíveis da do Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte, lucaspatricius@gmail.com;

⁵ Professora orientadora: Doutora em Engenharia Química pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte - UFRN, nilaof@gmail.com.

submetendo-o a análises e caracterização. As análises foram realizadas a partir de insumos correspondentes às vagens de algaroba, que, submetidos à trituração, foram, posteriormente, mantidos sob a ação de equipamentos de extração do óleo. Para tanto, tornou-se necessário a intensa busca por mecanismos de extração e trituração das sementes, uma vez que foram os únicos métodos não realizados integralmente dentro de ambiente laboratorial e que exigiam mais tempo de operação. Em seguida, foram feitas as análises das propriedades com refração, acidez, densidade, saponificação, degomagem e neutralização do mesmo. A partir dos resultados obtidos, o estudo do potencial da algaroba e testes de novas formas de sua obtenção demonstrou-se ser interessante para o entendimento das principais propriedades e características de seu óleo mostrando ser uma boa matéria prima para extração de óleo.

METODOLOGIA

Extração da semente

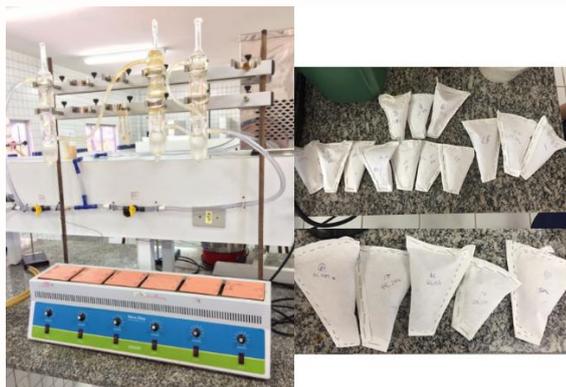
As vagens para os experimentos foram coletadas nas proximidades das cidades de Caraúbas, Felipe Guerra e Natal, no Estado do Rio Grande do Norte. Após a coleta, foi necessário coloca-las regularmente ao sol para exaurir a umidade das vagens e facilitar a retirada das sementes devido à matéria vegetal seca. Em seguida, a extração ocorreu manualmente com diferentes equipamentos: facas, pinças e martelos.

Extração do óleo

Primeiramente, para extrair o óleo das sementes de algaroba foi necessário promover a trituração destas por meio de diferentes equipamentos: o moinho de facas, liquidificadores (comum e industrial) e um mixer.

Em seguida, as sementes trituradas foram acondicionadas a pacotes com diferentes tamanhos e quantidades, variando em, aproximadamente 20g e 50g, como ilustrado na figura 11. Esses pacotes foram transferidos para o Soxhlet onde foram submetidos à extração por cerca de 4 horas, em que se utilizou 300 mL de hexano. A temperatura do processo girou em torno de 70°C, correspondente a aproximadamente o ponto de ebulição do solvente.

Figura 10 – Soxhlet e pacotes de semente trituradas usados na extração do óleo



Fonte: Os autores (2018)

Após a obtenção do óleo, a mistura hexano-óleo foi colocada sob a ação de um rota-
evaporador para separá-los e recuperar o solvente. Para separar melhor o solvente do óleo, a
mistura foi ainda submetida por um período de uma hora ao banho-maria.

Caracterização do óleo de algaroba

Índice de refração

Segundo JORGE (et al., 2005), o índice de refração se refere ao grau de insaturação das
ligações, compostos de oxidação e tratamento térmico. O aumento do índice ocorre a partir do
número de duplas ligações, conjunções e tamanho da cadeia de hidrocarbonetos, sendo ele
característico de cada tipo de óleo.

A caracterização da refração começa ao calibrar o aparelho com água destilada a 25°C,
verificando se o índice de refração condiz com a temperatura correspondente. Quando o
instrumento estiver calibrado, aplica-se uma amostra do óleo com uma pipeta e depois se fecha
os prismas. O passo seguinte foi ajustar o aparelho na posição mais adequada para, então, obter
a leitura precisa do índice de refração do óleo.

Análise de acidez

A análise de acidez foi realizada para examinar o índice da acidez do óleo. Este
procedimento realizou-se da seguinte forma: primeiramente colocou-se 1 g de óleo em um
Erlenmeyer de 125 mL, depois se adicionaram duas gotas do indicador (solução alcoólica de
fenolftaleína a 1%) mais 12,5 de solução de éter: álcool etílico (2:1). Por último, titulou-se o
composto com uma solução de hidróxido de potássio (0,1 N) até ele deixar de ser incolor.

O cálculo foi realizado a partir da equação abaixo, em que volume de hidróxido usado na
titulação foi 1 mL e foram colocadas 1,015 g de óleo para análise.

Equação 1 – Índice de Acidez

$$IA = \frac{56,1 \times V \times N}{E}$$

Nesta equação V corresponde ao volume de hidróxido de potássio utilizado para titulação em mililitros, N à normalidade da solução de KOH e E ao peso da amostra.

Densidade do óleo

A análise da densidade do óleo de algaroba foi realizada a partir do intermédio de um densímetro portátil da marca Anton Paar, modelo DMA 35. O exame foi feito em triplicata, utilizando 2 milímetros de óleo a cada análise feita no equipamento. Cada valor foi recebido instantaneamente, facilitando o processo.

Para o cálculo da densidade, a amostra de óleo de algaroba foi depositada dentro de um tubo de ensaio, e em seguida foram coletadas alíquotas de óleo através do capilar do densímetro. Para garantir o êxito do processo, foi importante verificar a ausência de bolhas no interior do capilar, em vista de impedir a interferência da medição. A cada 2 mm de óleo analisado, o tubo capilar foi lavado com água destilada, com a mesma quantidade. Esse processo foi repetido três vezes, sendo a última lavagem feita com metanol.

Índice de saponificação

O índice de saponificação informa sobre o índice de matéria saponificável. É definido pela quantidade em miligramas de hidróxido de potássio (KOH) necessária para promover uma reação de saponificação em 1 grama de óleo ou gordura (KOBORI; JORGE, 2005).

Para o teste, 1 g de óleo foi depositado, com o auxílio de uma proveta de 50 mL, em um balão de fundo chato de 250 mL, pelo qual foi pesado em uma balança analítica. Após isso, foi misturado ao composto supracitado 12,5 mL de solução de hidróxido de potássio (KOH) a 4% em álcool.

O balão volumétrico foi, então, conectado a um condensador de refluxo, por onde permaneceu em ebulição por um período de tempo de 30 minutos. Após isso, com a reação de saponificação completa, o balão foi deixado esfriar por 5 minutos. Em seguida, o composto presente no balão foi titulado com uma solução de ácido clorídrico (HCl) a 0,5N, tendo como indicador a fenolftaleína (4 gotas) até o descoloramento total. Em seguida, o cálculo para a análise do índice de saponificação foi realizado com base nos dados analisados.

Equação 2 – Índice de saponificação

$$IS = \frac{(V_b - V) \times f \times 28,05}{m}$$

Fonte: Elaborada pelos autores (2018).

A equação acima tem como variáveis o volume de HCl (0,5 N) gasto na titulação do branco (V_b); o volume de HCl (0,5 N) gasto na titulação da amostra (V); o fator de padronização do ácido clorídrico EqKOH – equivalente grama do KOH (56 g / mol), (f) e o peso da amostra em gramas (m). Para cada variável, tinha-se: $V_b = 27$; $V = 12,9$; $f = 0,962$; $m = 0,985$.

Degomagem

A degomagem corresponde ao processamento de matérias graxas brutas, como fosfatídeos, proteínas e outras substâncias de caráter coloidal. Esse tratamento é necessário para conferir ao óleo a aptidão necessária para o andamento das etapas posteriores e para a obtenção de matérias graxas refinadas de qualidade. Como consequência, obtém-se um óleo com menores quantidades de impurezas, diminuindo, assim, a turbidez do composto (RAMALHO; SUAREZ, 2012; VIEIRA et al., 2009).

Para a realização da degomagem na amostra de óleo de algaroba, foi utilizada uma amostra do óleo bruto de 7,491g, submetida a uma temperatura de aquecimento em torno de 70°C. No momento que essa temperatura foi atingida, foram adicionadas ao composto alíquotas de água nas quantidades de 3% em volume de água (H₂O) em relação à massa de óleo submetida a tal análise, favorecendo a formação de emulsões. Para isso, foi necessária constante agitação durante um tempo de 30 minutos. O aquecimento da amostra de óleo deve-se em favor do aumento da solubilidade dos fosfatídeos na água, que também requereu ser previamente aquecida em uma manta de aquecimento de laboratório.

Após a etapa de hidratação, a amostras de óleo fora centrifugada a 3000 rpm por 20 minutos em uma centrífuga e divididas em quatro tubos de ensaio para a separação dos fosfolipídeos do óleo. Desse modo, pôde-se separar a goma, obtendo-se, assim, o óleo degomado em uma quantidade de 3 gramas.

Neutralização

Segundo Lorenzo (et al., 2011), o índice de acidez presente no óleo de algaroba apresenta um valor alto. O número do índice de acidez indica a necessidade do tratamento do óleo antes da síntese do biodiesel por transesterificação, diminuindo os riscos de possíveis reações de saponificação. O teste do índice de acidez realizado, no qual foi submetido o óleo de algaroba, constatou uma quantidade de ácidos graxos livres de 5,527%, um valor muito alto e que condiz com os dados presentes na literatura sobre o caráter ácido do óleo da *P.juliflora*.

Nesse sentido, foi utilizada uma quantidade de 3 g de óleo de algaroba degomado. A solução de NaOH 18% (massa/volume) utilizada foi aplicada a partir do cálculo

estequiométrico de NaOH necessário para neutralizar os ácidos graxos livres, ocorrendo, ainda o uso em excesso desse composto. Esta solução foi adicionada ao óleo de algaroba aquecido a 55°C, permanecendo em contato durante 20 minutos sob a ação de um agitador magnético. Posteriormente, o óleo foi centrifugado a 3000 rpm e lavado três vezes com água aquecida a 95°C em uma manta de aquecimento.

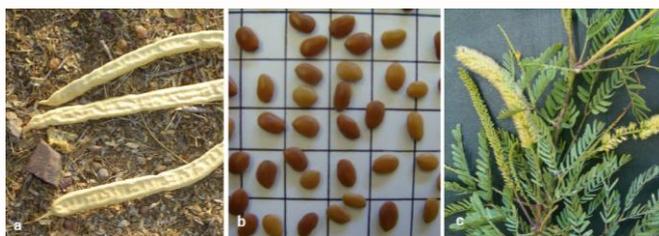
DESENVOLVIMENTO

A algarobeira (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) trata-se de uma arbórea leguminosa, do gênero *Prosopis*. Esta árvore está presente nos continentes africano, asiático e americano, tendo sua ocorrência natural na América Central, norte da América do Sul (Peru, Venezuela, Equador e Colômbia) e México. Em outras regiões como Brasil, Sudão, Sahel, África do Sul e Índia foi introduzida para utilização como forragem e madeira. No Brasil, a algarobeira é cultivada principalmente no Nordeste, com a sua introdução se dando a partir de 1942, em Serra Talhada, PE, com sementes provenientes do Peru (RIBASKI et al., 2009).

Segundo MOREIRA (2014), os frutos, denominadas vagens, são indeiscentes, secos e podem variar na sua forma, peso e tamanho. A figura 1 mostra exemplos das partes da algaroba:

Figura 1 – Partes da algaroba

a) fruto ou a vagem; b) semente; c) inflorescências



Fonte: RIBASKI et al, 2009, P.2.

As vagens quando estão maduras caem ao solo, se apresentando na cor amarela e com 10% de umidade. Esses frutos são formados por um exocarpo delgado, mesocarpo carnoso, endocarpo fibroso e sementes duras. As vagens da algarobeira apresentam alto teor de açúcares (em torno de 30% da matéria seca) e proteína (aproximadamente 12%). Existem cerca de 20 sementes em cada uma, sendo elas bastante duras, envoltas por invólucro fibrosos, em formato achatado e ovulado, com cor marrom-claro (MOREIRA, 2014).

Extração de óleo

Algumas sementes e frutas possuem em sua estrutura componentes que podem fornecer óleos e gorduras. Para a extração destes óleos pode se realizar diferentes processos, sendo a forma mecânica e a química as formas mais comuns. Segundo Carvalho (2011), há a necessidade de fazer o preparo da amostra de acordo com sua qualidade com operações como limpeza, descascamento, secagem, floculação, dentre outros.

Extração mecânica

A extração mecânica envolve um dos processos mais antigos com a finalidade de se extrair óleo vegetal: a prensagem (RAMALHO & SUAREZ, 2012). Este processo é normalmente utilizado em pequena escala, voltado para o atendimento de demandas de cooperativas locais e pequenas produções. A prensagem mecânica pode ocorrer em prensas hidráulicas (em um processo descontínuo) e/ou em prensas contínuas (ilustrada na figura 2). Segundo Antoniassi (EMBRAPA), são submetidas à prensagem sementes ou amêndoas com 30% a 50% de óleo. Normalmente, são matérias-primas com baixa umidade (menor que 10%) e apresentando material fibroso. Como exemplo têm-se o amendoim, gergelim, girassol, canola, mamona, babaçu, amêndoas, dentre outras.

Extração química

A extração química corresponde à retirada do óleo com a utilização de um solvente. A partir de Ramalho & Suarez (2012) entende-se que este tipo de extração é voltado para oleaginosas com pouco valor de óleo. Como exemplo tem-se a soja, com cerca de 20% de material graxo em seu peso, fazendo com que não seja submetida à prensagem mecânica. Isto deve-se ao fato, de acordo com Oetterer (et al., 2006), que esta operação é um método de extrair óleo mais eficiente que a prensagem, sendo uma de suas vantagens a redução do tempo de extração. Além disso, a utilização do solvente permite um desengorduramento completo do óleo, com a produção de resíduo com menos de 1% na sua composição. Contudo, o rendimento e a eficiência são dependentes do preparo do grão e das condições da operação.

Para Carvalho (2011), neste processo consegue-se a separação de compostos de produtos naturais a partir da mudança de fase para outra, podendo ser sólido-líquido ou líquido-líquido. Neste tipo de extração, matéria-prima deve ser triturada e laminada para facilitar o solvente penetrar. Deste modo, este método consiste em duas etapas: dissolução (rápida e fácil)

e difusão, a mais demorada. Ramalho & Suarez (2012) descrevem a dissolução como um simples contanto das células vegetais destruídas por moagem ou prensagem. Enquanto a difusão seria a etapa na qual o óleo consegue atravessar as paredes semipermeáveis das células para o meio líquido, de forma lenta.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Extração da semente

Observou-se que a técnica de melhor eficiência foi a de fazer cortes transversais com facas nas vagens de algaroba para obter a semente. A extração mostrou-se uma operação bastante complicada, isto porque a vagem e a semente são compostas por uma estrutura resistente, sendo necessária a utilização de métodos arcaicos e manuais para ter um maior aproveitamento das sementes. Por esse motivo, a extração se mostrou como um processo oneroso e demorado.

Extração do óleo

Durante a extração do óleo, ocorreram grandes dificuldades para encontrar instrumentos que conseguissem triturar a semente de algaroba devido a sua alta resistência e diminuto tamanho. Nos equipamentos, como o liquidificador e o mixer, foi preciso submeter grandes quantidades de semente à trituração para que o processo ocorresse plenamente, uma vez que a utilização de poucas unidades delas tornava o processo ineficaz mediante a pequena dimensão das sementes. Em ambos os equipamentos, o processo de trituração ocorreu por um tempo de 20 minutos para cada porção de sementes. Com o mixer, utilizou-se um recipiente com abertura menor, no caso, um Becker de 600 mL, para que as sementes não fossem lançadas para fora. A região externa das sementes (casca) não conseguiu ser triturada totalmente no mixer nem no liquidificador comum.

O êxito na trituração das sementes ocorreu no moinho de facas, durante um tempo de 15 minutos, e no liquidificador industrial, por 30. Os melhores desempenhos foram do moinho de facas e do liquidificador industrial. O primeiro exigiu um menor tempo de operação para o processamento das sementes, mas o liquidificador, entretanto, mostrou-se como um equipamento de melhor facilidade de manuseio e limpeza.

O cálculo do rendimento se deu pela divisão da quantidade em gramas de óleo pela de sementes trituradas. No Soxhlet foram realizadas três extrações onde todas elas apresentaram rendimentos diferentes, como mostra a tabela abaixo.

Tabela 3 – Rendimento do óleo em três extrações

RENDIMENTO	
1ª Extração	5,3%
2ª Extração	4,3%
3ª Extração	3,2%

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

A diferença de cerca de 1% no rendimento de cada extração atribui-se ao método de tritura-las. A 1ª extração se deu a partir das sementes trituradas provenientes do moinho de facas, constituindo-se somente de pó de semente. Na 2ª e principalmente na 3ª extração, a matéria de algaroba proveio da trituração no liquidificador e no mixer, apresentando sementes menos trituradas e com fragmentos médios de casca.

Caracterização do óleo de algaroba

Refração

A tabela a seguir mostra os índices de refração do óleo de algaroba.

Tabela 4 – Índice de Refração do óleo de algaroba

Índice de Refração	Temperatura (°C)
1,3010	28,8
1,3367	28,6

Fonte: elaborada pelos autores (2018)

A diferença numérica de 0,0357 no índice de refração deve-se à diferença de temperatura e a uma certa dificuldade de ajustes no aparelho com o óleo na posição correta.

Acidez

Segundo Lorenzo (et al., 2011), o índice de acidez do óleo de algaroba foi de 2,315 KOH/g de óleo. Todavia, os experimentos feitos mostraram uma acidez ainda maior com um índice de 5,527 KOH/g de óleo. Tal constatação pode ser atribuída a fatores distintos, como, por exemplo, o tipo de algaroba utilizada nos dois estudos, bem como o estado de conservação que as vagens dessa planta tinham na etapa dos experimentos.

Densidade

Como explicitado na tabela 5, mesmo tendo sido realizado em triplicata, os resultados da análise da densidade do óleo de algaroba obtidos foram muito semelhantes.

Tabela – Dados de análise por densímetro digital

Densidade	Temperatura
0,8312 g/cm ³	25,7° C
0,8315 g/cm ³	25,9° C
0,8317 g/cm ³	25,7° C

Fonte: Elaborada pelos autores (2018)

A densidade do óleo de algaroba mostra-se como parecida, mas inferior, às densidades de outras oleaginosas. Sob uma de temperatura de 26° C, Almeida (et al., 2011), constatou que o óleo de girassol tem uma densidade média de 0,945 g/cm³, o óleo de soja, por sua vez, uma densidade média de 0,952 g/cm³, o óleo de milho 0,931 g/cm³ e o óleo de canola, com densidade de 0,943 g/cm³. Dessa forma, a partir de tal estudo, verifica-se que existe uma clara semelhança entre a densidade dos respectivos óleos citados com o óleo oriundo da semente de algaroba, embora este seja significativamente menos denso, com um valor médio 0,8314 g/cm³, aproximadamente.

Índice de Saponificação

Para a realização do cálculo de índice de saponificação da amostra de óleo, a operação foi feita com base na fórmula para a apuração dessa propriedade, como apresentada na equação 2. Posteriormente, ao serem feitos os cálculos, o resultado do índice de saponificação do óleo de algaroba foi de 386, 269. Um valor considerado relativamente alto, levando-se em conta a mesma característica em óleos diferentes, como o óleo da semente de soja, canola, milho e girassol, que foram analisados por ALMEIDA (et al., 2011), como demonstrado a seguir, na tabela 6.

Tabela – Índice de saponificação do óleo de soja, milho, girassol e canola

Óleo	Índice de saponificação
Soja	142,327
Milho	148,156
Girassol	133,686
Canola	123,862

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir dos resultados obtidos, o estudo do potencial da algaroba e testes de novas formas de sua obtenção demonstrou-se ser interessante para o entendimento das principais propriedades e características de seu óleo, mostrando ser uma boa matéria prima para extração desse. Apesar das grandes dificuldades para encontrar instrumentos que conseguissem triturar a

semente de algaroba devido a sua alta resistência. O êxito na trituração das sementes ocorreu no moinho de facas facilitando a extração do óleo. Outro ponto importante é o incentivo a estudos com uma planta do semiárido nordestino, que segundo a literatura apresenta grande valor cultural assim como plantas nativas da região. Desta forma, a significância desta pesquisa enriquece o tema e valoriza ainda mais a cultura da algaroba.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. K. P. et al. **Caracterizações físico químicas de óleos vegetais utilizados para produção de biodiesel com metodologias alternativas simples.** In: ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO, 31., 2011, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Enegep, 2011. p. 1 - 14.

ANTONIASSI, R. **Prensagem em pequena escala.** Ageitec (EMBRAPA), Brasília. Disponível em: <http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/tecnologia_de_alimentos/arvore/CONT000gc8yujq302wx5ok01dx9lcudlguw.html>. Acesso em: 10 jan. 2018.

CARVALHO, C. O. **Comparação entre métodos de extração do óleo de *Mauritia flexuosa* L.f. (ARECACEAE - buriti) para o uso sustentável na reserva de desenvolvimento tupé: Rendimento e atividade antimicrobiana.** 109 f. Dissertação (Mestrado) - Biotecnologia e Recursos Naturais, Universidade do Estado do Amazonas, 2011.

JORGE, Neuza et al. **Alterações físico-químicas dos óleos de girassol, milho e soja em frituras.** **Quím. Nova**, São Paulo, v. 28, n. 6, p. 947-951, Dec. 2005.

KOBORI, Cíntia Nanci; JORGE, Neuza. **Caracterização dos óleos de algumas sementes de frutas como aproveitamento de resíduos industriais.** **Ciênc. Agrotec.**, Lavras, v. 29, n. 5, p. 1008-1014, Oct. 2005

LORENZO, J et al. **Extração do óleo da semente de algaroba para a produção de biodiesel, uma abordagem de educação ambiental.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE EDUCAÇÃO QUÍMICA, 9., 2011, Natal. **Anais.** Disponível em: <<http://www.abq.org.br/simpequi/2011/trabalhos/11-9874.htm>>. Acesso em: 22 dez. 2017

MEHER L.C. et al. **Technical aspects of biodiesel production by transesterification—a review.** **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, New Delhi, v. 10, n. 3, p.248-268, jun. 2006.

MOREIRA, J.V. **Efeitos de extratos alcaloídicos da vagem de algaroba sobre os produtos de fermentação ruminal *in vitro*.** 2014, 64 F. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia. Itapetinga, 2014, p. 2-3.

OETTERER, M.; D'ARCE, M. A. B. R.; SPOTO, M. H. F. Fundamentos da Ciência e tecnologia dos alimentos. Barueri: Manole, 2006. ISBN: 85-204-1978-X.

RAMALHO, H. F.; SUAREZ, P. A. Z. A Química dos Óleos e Gorduras e seus Processos de Extração e Refino. **Revisa Virtual de Química**, Brasília, v. 5, n. 1, p.2-15, nov. 2012.

RIBASKI, J.; et al. **Algaroba (*Prosopis Juliflora*)**: A arvore de uso múltiplo para região semiárida brasileira. 1ª ed. Colombo: Embrapa florestais, 2009, p. 1-2,9.

SILVA, Clóvis Gouveia et al. **EXTRAÇÃO E FERMENTAÇÃO DO CALDO DE ALGARROBA** (*Prosopis juliflora* (Sw.) DC) PARA OBTENÇÃO DE AGUARDENTE. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 5, n. 1, p.51-56, abr. 2003.

VIEIRA, A. C. et al. **DEGOMAGEM DE ÓLEO DE GIRASSOL PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL**. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA EM INICIAÇÃO CIENTÍFICA**, 8., 2009, Uberlândia. **Anais do VIII Congresso Brasileiro de Engenharia Química em Iniciação Científica**. Uberlândia: Cobeq, 2009. p. 1 - 4.