

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO ÓLEO DE OITICICA (*LICANIA RÍGIDA*) PARA PRODUÇÃO DO BIODIESEL

Vitoria Virginia Góis de Oliveira¹; Marcio Cleivo de Moraes Souza²; Tuanny Victória Fernandes Moraes³; Fernanda Mariely Dantas de Souza⁴; Francisco Alexis Dantas Maia⁵

[1, 3, 4, 5] Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

[2] Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte

Palavras-chave: *Oiticica*

Licença:



Resumo

Na atualidade, o Brasil se concentra como o país que possui maior variedade de Oleaginosas, entre as mais utilizadas pode-se destacar o dendê, mamona, soja, milho, abacate e coco, atuando em variadas áreas como medicinais, industriais, fabricação de tintas e vernizes, biodiesel e cosméticos, dentre elas o setor alimentício, que recebe a maior parte dos investimentos. E visando uma oleaginosa que fosse facilmente encontrada no Nordeste, foi escolhida a semente de oiticica, a qual é típica do clima semiárido, demora alguns anos para entrar em estado de frutificação, mas em compensação um pé de oiticica costuma produzir 75 quilos de frutos secos por safra, mas já foram registrados exemplos com produção de até 1.500 quilogramas. Diante desta problemática este trabalho tem por objetivo extrair, tratar e avaliar por meio de análises físico-químicas o óleo de oiticica para utiliza-lo na produção de biodiesel. As suas sementes foram coletadas no sitio Rosário, localizado na cidade de Felipe Guerra, RN. Para fazer a caracterização, as sementes passaram por um processo de trituração utilizando um moinho de facas, após este processo trituração realizou-se a extração do óleo utilizando um soxhlet, o solvente utilizado foi o hexano, durante 4 horas. Em seguida realizou-se o processo de rotaevaporação para recuperar o solvente e obter o óleo de oiticica. Após a extração do óleo foi realizado o processo de degomagem para a retirada dos fosfatídeos e uma neutralização para diminuir a acidez do óleo de oiticica. Por fim foram analisados os seguintes parâmetros físico-químicos desse óleo, como o índice de acidez, índice de peróxido, índice de saponificação e densidade. O óleo de oiticica após passar pelos processo de tratamento (Degomagem e Neutralização), mostrou-se um bom óleo para produção do biodiesel, pois de acordo com as análises físico-química ele se encontra dentro dos padrões estabelecidos pela a ANP, obtendo um índice de acidez de 0,4 mg KOH/g, um índice de saponificação de 148,77 mg KOH/g, um índice de peróxido de 4 meq/kg e uma densidade de 820 kg/m³, além de apresentar um rendimento de 52% de óleo nas amêndoas. O óleo de oiticica possui variados pontos positivos, mas que por não ser utilizado no comercio alimentar, é esquecido, pois existe um maior investimento em óleos que sejam aptos no setor de alimentos, entretanto, existem hoje, poucas pesquisas dessas amêndoas, não se dar a mesma importância como os óleos de coco e soja, diante deste resultados obtidos é possível perceber que esta oleaginosa é propícia para a produção do biodiesel. Diante da necessidade de obtermos novas oleaginosas para produção do biodiesel, este trabalho vem contribuir com este setor dos biocombustíveis.

Introdução

O consumo de óleos vegetais tem aumentado no mundo todo, substituindo parte do consumo de gorduras animais. Embora tenham algumas especificidades no que se refere às características químicas, os óleos vegetais, mas também as gorduras animais, concorrem entre si. A maioria desses óleos são utilizados em processos industriais e na alimentação humana e animal. Em função do aumento do consumo, a produção, que pode ser obtida através de várias espécies vegetais, também tem se elevado. (DESER, 2007)

Entre as oleaginosas pode-se encontrar a Oiticica (*Licania rígida* Benth.), as sementes são ricas em óleo e usadas para extração industrial, constituindo-se em importante atividade econômica do Nordeste. Suas folhas são empregadas na Medicina Popular de algumas regiões do Nordeste, se extrai o óleo secativo da amêndoa que é usado em larga escala pelas indústrias de tintas, vernizes e na fabricação de sabão, e sua

casca serve de ração para o gado. Além de todas essas aplicações e vantagens, também é uma árvore muito aproveitada no paisagismo por fornecer uma excelente sombra. (FREIRE et al., 2013)

A carência de trabalhos sobre plantas nativas da Caatinga nordestina é perceptível, sobretudo, no que se refere aos estudos de suas sementes. Dentre as referidas espécies, destaca-se por seus múltiplos usos, a oiticica. Que por meio da caracterização e pesquisas do óleo proveniente dessa semente, tenta se objetivar a relevância desse óleo, que é considerado de baixo custo, e facilmente encontrado no estado do Rio Grande do Norte, de onde foram coletadas as sementes para extração e caracterização do óleo. (DINIZ et al., 2015)

Problemática

Entre os óleos mais utilizados pode-se encontrar óleo de girassol, de milho, coco e algodão, entretanto, existe também o óleo de oiticica, que é rico em propriedades, mas essas são desconhecidas, por existir hoje um leque de sementes oleaginosas, entre as mais conhecidas e utilizadas, a oiticica não se encontra. O Brasil hoje é conhecido por sua enorme variedade em óleos vegetais; cada óleo possui uma propriedade diferente, uns são aptos para produção de sabão, no ramo da medicina, cosméticos e produção de biodiesel.

O óleo de oiticica pode atuar em variados setores, os quais se pode destacar na utilização em indústrias de tintas e vernizes, fabricação de tintas de impressão, lonas de freios, borrachas elásticas, produção de sabão e biodiesel. A caracterização do óleo é amplamente importante para ser um conhecimento sobre o óleo da semente de oiticica, que é muito rica mas pouco valorizado no Brasil, por não está no setor alimentício, não recebe a mesma valorização como os óleos de coco e abacate, por exemplo. Não se tem amplas pesquisas sobre esse óleo, no qual se deve avaliar índices como acidez, peróxido, densidade e saponificação, para ser de entendimento geral onde podem atuar esse óleo.

Pergunta(s)/Hipótese(s)

O óleo de oiticica serve como matéria prima para a produção do biodiesel?;

O tratamento do óleo de oiticica é importante para obter um biodiesel de qualidade?

Objetivos

Este trabalho tem por objetivo extrair, tratar e avaliar por meio de análises físico-químicas o óleo de oiticica para utilizá-lo na produção de biodiesel, comparando com os parâmetros estabelecidos pela ANP.

Triturar as amêndoas para se aumentar a área de superfície de contato durante a extração do óleo;

Extrair o óleo por meio de um soxhlet utilizando o hexano como solvente extrator;

Realizar o processo de degomagem e neutralização para purificar o óleo;

Realizar as análises de acidez, densidade, saponificação e peróxido para avaliar se esse óleo pode ser utilizado, conforme os parâmetros estabelecidos pela ANP.

Justificativa

Os óleos vegetais, na atualidade são usados em várias aplicações como industriais, medicinais, na área de cosméticos e etc., os quais buscam os mais vantajosos para determinadas atividades, e para o semiárido pode-se encontrar a semente de oiticica, que é típica desse clima, e possui um alto rendimento de óleo, que pode ser muito benéfica para a população do Nordeste, que é onde predomina esse bioma. A semente de oiticica não compete com o setor alimentício, por não ser utilizado nesse ramo, as pesquisas sobre esse óleo são quase inéditas, por não ser voltado para o comércio de alimentos, mas existem milhares de áreas o qual pode atuar.

Referencial teórico/Estado da arte

OITICICA

A Oiticica (*Licania rigida*, Benth.) é uma árvore da família das Rosáceas. É típica de matas ciliares do sertão nordestino como no Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte e Paraíba. Atualmente vem se pesquisando o óleo de oiticica para produção de biodiesel devido ao fato de sua semente conter uma amêndoa rica em óleo, com um teor aproximado de 54% na amêndoa. O interesse por se estudar o óleo da semente de oiticica vem crescendo nos últimos tempos. E muito se tem buscado sobre a utilização deste óleo considerado de custo baixo. Atualmente vem se pesquisando o uso do seu óleo para fins como biodiesel, biolubrificantes, sabão, na indústria farmacêutica, de cosméticos e de tintas e vernizes. (VIEIRA et al., 2010)

A Oiticica, é a árvore exclusiva da Caatinga, seletiva higrófila que vegeta preferencialmente em solos aluviais baixos próximos aos rios, a produção de frutos viáveis da espécie é reduzida fora de seu habitat. A árvore adulta pode alcançar 15 m de altura, com copa frondosa, com folhas simples, coriáceas, discolor, mais claras na face abaxial. As inflorescências são paniculadas racemosas terminais, com flores pequenas e hermafroditas. O fruto é de coloração verde, contendo uma única semente rica em óleo, floresce de junho a outubro, de forma contínua por até 100 dias e os frutos amadurecem de novembro a fevereiro. (QUARESMA, 2014)

Foto 1: Semente de Oiticica



Figura 1 - Amêndoas de Oiticica. **Fonte:** Centro Nordestino de Informações sobre Plantas .

ANALISES FÍSICO-QUÍMICAS

Índice de Peróxido

O índice de peróxido (IP) é um sensível indicador que mede o estado de oxidação inicial de um óleo. Ao

atingir certo nível, podem ocorrer mudanças complexas e formar compostos de baixo peso molecular como os aldeídos, cetonas, ácidos, álcoois e hidrocarbonetos, que são responsáveis por características de odor e sabor rançoso do produto. Esse índice fornece o grau de oxidação em que a gordura ou o óleo se encontram, sendo um método de titulação indireta, onde o iodeto é oxidado a iodo pelos peróxidos liberados como subproduto da oxidação lipídica. (ZAMBELLI, 2018)

Índice de Saponificação

A saponificação baseia-se na adição de uma base forte ao sistema contendo os triglicerídeos. Assim, se pudermos determinar a quantidade de base necessária para saponificar todo o conteúdo lipídico de uma amostra (o que pode ser feito através da simples titulação com um ácido), teremos o chamado Índice de Saponificação (I.S). Esse índice é definido como a massa de base necessária para saponificar 1g de óleo, e é muito útil na caracterização do óleo ou gordura. (SOUZA; NEVES, 2018)

Densidade

A medição da densidade do óleo de cozinha (ou qualquer outro tipo de óleo) pode ser realizada via sua definição padrão, ou seja, a medida de sua massa dividida pelo seu volume. Esta é uma prática comum em nos laboratórios didáticos de física. A exatidão da medição vai depender do tipo de proveta (instrumento cilíndrico de medida de volume para líquidos que pode ser fabricado em vidro ou plástico, com volumes que normalmente variam entre 5 e 2000 mL) e da balança utilizada para as medições do volume e da massa, respectivamente. (JESUS; PALMA, 2018)

Índice de Acidez

A determinação da acidez pode fornecer um dado importante na avaliação do estado de conservação do óleo. A decomposição dos glicerídeos é acelerada por aquecimento e pela luz, sendo responsável pela formação da rancidez, que quase sempre é acompanhada por ácidos graxos livres. O índice de acidez determina os ácidos graxos livres que existem na amostra, sendo definido como o número de miligramas de KOH necessários para neutralizar 1g da amostra. Dependendo de vários fatores, como o estado de conservação do grão do qual foi extraído, processo de extração, presença de enzimas hidrolíticas etc., um óleo pode apresentar maior ou menor teor de ácidos graxos livres, isto é, ácidos graxos não esterificados à glicerina. (AOCS, 2018)

Materiais e Métodos/Metodologia

EXTRAÇÃO DO ÓLEO

Primeiramente, as sementes de Oiticica foram descascadas manualmente para que, em seguida, serem processadas em um moinho de facas Fortinox tipo Willye para que fossem trituradas. Posteriormente, foi realizada a extração do óleo das amêndoas de oiticica trituradas.

A escolha da extração química se deu por apresentar melhores resultados na literatura do que a mecânica. A extração do óleo será feita através do extrator Soxhlet, com 300 mL de Hexano em cada balão volumétrico acoplado ao referido extrator. As sementes trituradas serão distribuídas em quatro sachês de papel filtro, e colocadas em pares dentre as quatro colunas do extrator. A extração ocorreu em um tempo de três horas sob temperatura a 80°C como mostrado na figura 2 a seguir.

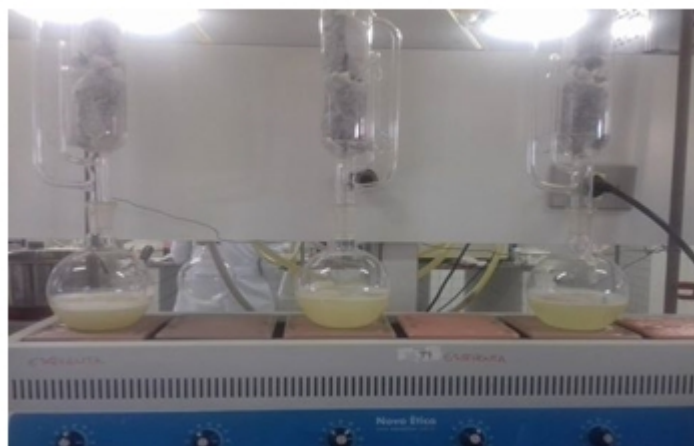


Figura 2 - Extração do Óleo de Oiticica no Soxhlet. **Fonte:** Autoria Própria.

ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E TRATAMENTO DO ÓLEO EXTRAÍDO

Todas as análises realizadas neste trabalho estão de acordo como o INSTITUTO ADOLFO LUTZ, (2005).

Degomagem

Para a realização da etapa da degomagem, foi utilizado amostras de óleo bruto, estas foram submetidas a temperatura de aquecimento em torno de 70 °C. Ao atingir a temperatura desejada, adicionou-se alíquotas de água, nas quantidades de 10% em volume de água em relação a massa de óleo utilizada com constante agitação durante 30 minutos. A amostra de óleo foi ser aquecida a fim de aumentar a solubilidade dos fosfatados na água que também foi previamente aquecida.

Finalizando a etapa de hidratação, as amostras de óleo foram então centrifugadas a 3.000 rpm por 20 minutos para separação dos fosfolipídios. Após esse tempo, separou-se a goma obtendo-se então, o óleo degomado.

Neutralização

Para a realização da etapa de neutralização, utilizou-se amostras de óleo degomado. A quantidade de solução NaOH 18% (massa/volume) foi calculada a partir da quantidade estequiométrico de NaOH necessária para neutralizar os ácidos graxos livres, sendo adicionado ainda, uma certa quantidade de excesso de NaOH, sendo que esta solução é adicionada ao óleo aquecido, e a mistura permanecerá em contato durante 20 min sob o vácuo de 500mmHg e constante agitação (500rpm).

Porcentagem de ácidos graxos livres no óleo	Concentração (%) da solução de NaOH	Temperatura final do óleo (°C)
1 a 1,5	3 a 5	90 a 95
1,5 a 3,0	5 a 10	65 a 70
Acima de 3,0	12 a 18	50 a 55

Figura 3 - Tabela com as Concentrações de Hidróxido de Sódio Utilizadas na Neutralização . **Fonte:** IAL, 2005.

Por fim, o óleo foi centrifugado a 3000 rpm e lavado três vezes com água a 95°C.

Índice de Acidez

O índice de acidez 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 índice revela o estado de conservação dos óleos e gorduras, uma vez que, com o tempo pode ocorrer o fenômeno da hidrólise com o aparecimento de ácidos graxos livre. Foi utilizado uma bureta de 25ml, erlenmeyer de 125ml e um cilindro graduado de 50ml, utilizando os reagentes de solução de éter-álcool etílico(2:1) neutra, solução de hidróxido de sódio 0,1 N e a solução alcoólica de fenolftaleína. Foi colocado em um erlenmeyer de 125 ml, dois gramas da amostra de óleo, adicionado 25 ml de solução de éter etílico: etanol (2:1) para esse recipiente, agitando-se vigorosamente. Adicionou-se em seguida duas gotas de solução alcoólica de fenolftaleína a 1% e por fim, titulou com solução aquosa de hidróxido de sódio 0,1 N até a viragem do indicador de incolor para um tonalidade rósea.

O índice de acidez (IA) em mg KOH/g foi calculado a partir da equação:

$$IA = (56,1 \times V \times N) / E$$

Em que:

V: é o volume de hidróxido de potássio utilizado na titulação em milímetros;

N: é a normalidade da solução de hidróxido de potássio;

E: é o peso da amostra em gramas.

Índice de Peróxido

Foram utilizados béquer, pipeta, erlenmeyer, proveta, bureta, e uma balança analítica. Os reagentes para realização dessa análise foram uma solução de ácido-clorofórmio (3:2 v/v), solução saturada de iodeto de potássio, solução de tiosulfato de sódio 0,01N e o indicador solução de amido 1%. Em um erlenmeyer foi colocado 2,5g do óleo de oiticica, 15 ml da solução ácido-clorofórmio, em seguida adicionado 0,25 ml da solução saturada de iodeto de potássio e deixou-se repousar durante 1 minuto, em seguida foi adicionado 15 ml de água destilada e 0,5 ml do indicador de amido, em seguida deixou repousar durante 5 minutos para desenvolver a cor rosa, e por final titulou com tiosulfato de sódio até o desaparecimento da cor rosa claro, anotou-se a quantidade gasta de tiosulfato de sódio e se utilizou da seguinte fórmula.

$$\text{Índice de Peroxido} = (A - P) \times N \times 1000$$

P

Índice de Saponificação

O índice de saponificação informa sobre o teor de matéria saponificável. Constituindo uma característica para cada tipo de óleo ou gordura encontrado na natureza. É definido como sendo a quantidade de hidróxido de potássio (KOH), em miligramas, requerida para saponificar 1 g do óleo utilizado. Foram utilizados os seguintes materiais a balança analítica, balão de fundo chato de 250 ml, proveta de 50 ml, bureta de 250 ml, becker de 50 ml, condensador de refluxo e a manta de aquecimento. De reagentes se foi utilizado a solução alcoólica de KOH a 4%, solução de fenolftaleína e solução de HCL 0,5 N. Foi pesado 2g do óleo em um balão de fundo chato de 250ml de capacidade. Em seguida, juntou-se 25 ml de solução de KOH (4%), conectou-se o balão a um condensador de refluxo e levou a ebulição durante 30 minutos. Em seguida para completar a saponificação, deixou esfriar e titulou com solução de ácido clorídrico a 0,5N, utilizando o indicador de fenolftaleína de (3 a 4 gotas) até o descoloramento. Obtendo o valor do índice de saponificação a partir da fórmula:

$$IS = (V_b - V) \times f \times 28,05$$

m

V_b: volume de HCl (0,5 N) gasto na titulação do branco

V: volume de HCl (0,5 N) gasto na titulação da amostra

f: fator de padronização do ácido clorídrico EqKOH- equivalente grama do KOH (56g/mol)

Densidade

Para calcular a densidade foi utilizado um densímetro da marca Anton Paar DMA 35, que se utilizou apenas do óleo para fazer a análise. Era colocado uma parte do densímetro dentro da amostra de óleo de oiticica, e o próprio densímetro fornece o valor.



Figura 4 - Densímetro Utilizado na Análise. **Fonte:** Autoria Própria.

Resultados e Discussões

Após a extração do óleo de oiticica foi necessário um tratamento do mesmo, para melhorar o seu teor qualitativo. Inicialmente, foi realizado um procedimento de degomagem, pois era nítida a percepção de impurezas e goma (fosfatídeos), o que viria a, possivelmente, atrapalhar o seu futuro rendimento quando submetido a determinadas aplicações, como para a produção de biodiesel, por exemplo. Após passar pela centrífuga, o óleo passou por um processo de lavagem em um funil de decantação.



Figura 5 - Óleo de Oiticica sendo Centrifugada no Processo de Degomagem. **Fonte:** Autoria Própria.



Figura 6 - Remoção dos Fosfatídeos Presente no Óleo de Oiticica. **Fonte:** Autoria Própria.

Também foi realizada uma neutralização do óleo de oiticica, pois o mesmo estava com uma elevada acidez (3,88 mg KOH/g) o que é muito prejudicial para as suas futuras aplicações, pois por exemplo, se este óleo for utilizado na produção de biodiesel, o mesmo terá uma baixa qualidade, aumentando as chances de corrosão do motor em que for inserido.

Posteriormente, pode-se determinar a quantidade dessa substância extraída e conseqüentemente o rendimento do processo, apresentando um valor de 52%. Este resultado foi bastante satisfatório, tendo em vista que esta oleaginosa pode ser adquirida por um baixo custo quando se comparado a outras fontes de biomassa, como por exemplo a soja, que apresenta apenas 20% de óleo em sua composição.

A tabela a seguir mostra os principais resultados das análises Físico-Químicas do óleo de oiticica.

Análises Físico-Químicas	Óleo de Oiticica	Limites Estabelecidos pela ANP/ANVISA
Índice de Acidez (mg KOH/g)	0,4	0,5 (mg KOH/g)
Índice de Peróxido (meq/Kg)	4	10 (meq/Kg)
Densidade Kg/m ³	820	850 – 900 Kg/m ³
Índice de Saponificação (mg KOH/g)	148,77	245 à 256 mg KOH/g

Figura 7 - Resultados das Análises Físico-Químicas do Óleo de Oiticica. **Fonte:** Autoria Própria.

Para a determinação da qualidade físico-química do óleo de oiticica foram feitas quatro análises: índice de acidez, peróxido, densidade e saponificação. Na análise do índice de acidez, após o processo de neutralização foi obtido um valor de 0,4 mg KOH/g, sendo considerado um valor adequado, segundo a ANP, para a produção de biodiesel, reduzindo as possibilidades de corrosão do motor.

Com relação a análise do índice de peróxido o valor obtido foi de 4 meq/kg. Para essa análise a Agência Nacional De Petróleo Gás Natural e Biocombustíveis (ANP) não estabelece o padrão de valores adequados tendo em vista um bom desempenho, enquanto a Anvisa define um limite máximo de até 10 meq/kg para esse parâmetro em óleos vegetais, neste caso o óleo de oiticica está dentro do limite estabelecido.

Já a densidade ou massa específica do referido óleo foi de aproximadamente 0,82 g/cm³ (equivalente a 820 kg/m³), estando um pouco abaixo do ideal, quando se tem o propósito de destiná-lo para a produção de biodiesel, segundo os dados impostos pela Resolução ANP N° 45, DE 25.8.2014 - DOU 26.8.2014, que vai de 850 à 900 kg/m³. O óleo de oiticica possui uma densidade inferior à de óleos bastante utilizados na indústria, como por exemplo, o óleo de soja (0,891 g/cm³) e girassol (0,891 g/cm³), de acordo com dados da literatura. Os óleos com baixa densidade, como o de oiticica, são os preferidos para a produção de biodiesel, como também, os biodieseis de baixa densidade e viscosidade dão melhor rendimento e vida útil aos motores do ciclo diesel.

Por fim, foi realizado o índice de saponificação do mencionado óleo, obtendo um valor de 148,77 mg KOH/g. A resolução n° 482 da Resolução de Diretoria Colegiada – ANVISA, adota como padrão de índice de saponificação a faixa de valores entre 245 à 256 mg KOH/g de óleo. Logo, o óleo de oiticica possui uma tendência de saponificação bem inferior ao que é adotado como referência pelo referido órgão regulador. Óleos com maior índice de saponificação possuem, por exemplo, uma maior probabilidade do catalisador básico da reação de transesterificação para a obtenção do biodiesel reagir com os ácidos graxos de baixo peso molecular para formar sabão, diminuindo o rendimento da reação de transesterificação. Então, neste caso, deve-se usar um excesso maior de álcool para evitar a formação de sabão ao invés de biodiesel.

Considerações finais

Levando em consideração as análises físico-químicas, entende-se que o óleo proveniente das sementes de oiticica possui um alto rendimento, de 52%, e está dentro dos parâmetros que foram analisados. Apenas a acidez que não estava no padrão desejado, mas que após a neutralização seu percentual ficou ideal para produção de biodiesel, haja vista, que o óleo não pode apresentar uma acidez muito elevada, pois pode acarretar problemas de oxidação na peças dos motores. O óleo de oiticica tem uma disposição a forma goma, o que é bom para produção de sabão, mas para ser utilizado em outras áreas como a produção de biodiesel, tem que ser feita a degomagem para retirar toda goma desse óleo. Assim, as demais análises de densidade, peróxido e saponificação estavam todas com os percentuais adequados de acordo com as normalidades para utilização do óleo.

Apoio

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte IFRN-Campus Apodi

Agradecimento

Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte IFRN-Campus Apodi

Referências:

AOCS (American Oil Chemists' Society). **Official methods and recommended practices of the American Oil Chemists' Society**.. Disponível em: <<https://www.aocs.org/>>. Acesso em: 27/07/2018.

Fábio Oliveira Diniz . Biometria e morfologia da semente e plântula de oiticica. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo: IMESP, 2005.

Jacyara Maria A. Vieira ; José Geraldo de A. P. Filho ; Luiz Stragevitch ; Katarine Cristine de L. Silva ; Júlio Zoé de Brito. Jacyara Maria A. Vieira ; José Geraldo de A. P. Filho ; Luiz Stragevitch ; Katarine Cristine de L. Silva ; Júlio Zoé de Brito. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E REOLÓGICA DO ÓLEO DE OITICICA PARA PRODUÇÃO DE BIODIESEL. : IV CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA E I SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE OLEAGINOSAS ENERGÉTICAS,, IV n., 2010, Universidade Federal da Paraíba. **UFPB**. João Pessoa, 2010.

Jessily Medeiros Quaresma. **MATURAÇÃO E DESENVOLVIMENTO DE DIÁSPOROS DE Licania rigida Benth** . 2014. Monografia (Especialização) - Curso de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande Centro de Saúde e Tecnologia Rural Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal Campus de Patos, Patos, 2014.

Karina Ap. de Freitas Dias de Souza e Valdir Augusto Neves. **Saponificação** . Disponível em: <http://www.fcfar.unesp.br/alimentos/bioquimica/praticas_lipidios/saponificacao.htm>. Acesso em: 10/07/2018.

Rafael Audino Zambelli. **Conceito, determinação e qualificação do índice de peróxido em óleos**. . Disponível em: <<https://www.quimicalimentar.com.br/conceito-determinacao-e-quantificacao-do-indice-de-peroxido-em-oleos/>>. Acesso em: 15/07/2018.

Rosa Maria Mendes Freire. Composição química e mineral de amêndoas de oiticica em três tempos de armazenamento. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**. 2013.

V.L.B. de Jesus e D.A. Palma. Medição da densidade do óleo: uma discussão sobre sua otimização e diminuição dos custos via incerteza relativa da medição. **Revista Brasileira Ensino Física**. 2008.