

Avaliação da qualidade físico-química do óleo bruto da amêndoa de babaçu (*Orbignya spp*)

Lucillia Rabelo de Oliveira¹, Josyanne Araújo Neves^{2*}, Manoel de Jesus Marques da Silva³

¹Universidade de São Paulo, São Paulo, SP, Brasil

²Universidade Federal do Piauí, Teresina, PI, Brasil

³Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí, Teresina, PI, Brasil

*Autor correspondente, e-mail: josyanne20@gmail.com

Resumo

A palmeira babaçu (*Orbignya spp*) é importante para a sobrevivência de famílias do Nordeste, principalmente dos Estados do Piauí e Maranhão, em virtude da exploração do seu óleo, principal subproduto. Objetivou-se por meio do presente estudo, avaliar a qualidade físico-química do óleo bruto da amêndoa de babaçu produzido na zona rural do município de José de Freitas-PI, determinando o seu estado oxidativo. Foram coletadas no comércio local 10 amostras de óleo bruto, escolhidas ao acaso, para a realização de determinações dos índices de: peróxido, acidez, saponificação, refração e densidade, segundo as Normas do Instituto Adolfo Lutz (2005). Em todas as amostras não foram detectados peróxidos como produtos de processos oxidativos, o que indica um bom estado de conservação dos óleos averiguados. Apenas uma amostra apresentou índice de acidez superior às demais, indicando início de uma possível rancificação hidrolítica, apesar dos valores de todas as amostras encontrarem-se em conformidade com os padrões estabelecidos por lei. Os índices de saponificação da maioria das amostras mostraram-se inferiores ao preconizado, enquanto que o índice de refração e a densidade foram superiores. Verificou-se, de acordo com os resultados obtidos, que os óleos avaliados não encontravam-se dentro das características padrões estabelecidas, exceto para os índices de peróxido e de acidez, evidenciando inadequações quanto à qualidade da matéria-prima por possíveis adulterações ou por processamento e armazenamento inadequados dos produtos ou ainda por se tratar de espécie com características distintas.

Palavras-chave: amêndoa, babaçu, índices, qualidade, óleo

Evaluation of physico-chemical quality crude oil almond babassu (*Orbignya spp*)

Abstract

The babassu palm (*Orbignya spp*) is important for the Northeast's families survival, mainly in the states of Piauí and Maranhão, because of the exploration of its oil, the main byproduct. The objective of the current study was to evaluate the physical and chemical qualities of crude oil of the babassu almond produced in the agricultural zone of the Jose Freitas city, determining their oxidative status. Were collected in local market 10 samples of crude oil, chosen at random for realization of determinations, in triplicate, of the index of: peroxide, acidity, saponification value, refractive and density, according to the Standards of Adolph Lutz Institute (2005). In all the samples were not detected peroxides as products of oxidative processes, which indicates a good status of conservation of the oils investigated. One sample showed acidity value higher than the others, indicating possible hydrolytic rancidity, although the values to meet in accordance with standards. The saponification values of most samples were lower than recommended, while the refractive index and density were higher. According to the results, it was found that the oils evaluated were not within the established standards, except for the peroxide value and acidity, indicating inadequacies in quality of raw material for possible adulteration or inappropriates processing and storage of products or because they are species with distinct characteristics from those established as standards.

Keywords: almond, babassu, indexes, quality, oil

Recebido: 06 Maio 2011
Aceito: 09 Abril 2013

Introdução

O babaçu (*Orbignya spp*), uma das palmeiras nativas mais representativas do Brasil, é encontrado com maior frequência nas regiões Nordeste, Norte e Centro-Oeste (Batista et al., 2006). Nessas regiões, as reservas extrativistas de coco babaçu são à base de sobrevivência de muitas comunidades (Machado et al., 2006). A região Nordeste detém a maior produção de amêndoas de babaçu, respondendo por 99,5% da produção. No Brasil, em 2009, foram coletadas 109.299 toneladas de amêndoas, sendo que o principal Estado produtor, o Maranhão, concentrou 94,4% do total e o segundo maior, o Piauí, 4,64% (IBGE, 2009).

Os frutos do babaçu são ovais e alongados, de coloração castanha (Lima et al., 2008), constituindo-se de quatro partes: epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoas (de 3 a 4 por fruto) (Santos, 2008). As amêndoas são brancas, recobertas por uma película castanha e contém elevado teor de óleo, além de sais minerais, fibras, proteínas e carboidratos (Freitas, 2003). Conforme Lima et al. (2006), o babaçu é considerado o maior recurso oleífero nativo do mundo. Cerca de 65% do peso da amêndoa é óleo e esse constitui a parte de maior valor (Albuquerque, 2006).

O óleo de babaçu tem uma coloração branca à levemente amarelada e corresponde a 4% da massa total do fruto (Mota et al., 2010). Apresenta ampla diversidade de ácidos graxos, mas são as elevadas concentrações dos ácidos láurico (40,0 - 55,0%) e mirístico (5,2 - 17,5%), que favorecem sua utilização em todo o mundo (Porto, 2004; Lima et al., 2007; Urioste et al., 2008). As gorduras láuricas exibem importância significativa na indústria, pois são resistentes à oxidação não enzimática e ao contrário de outras gorduras saturadas, têm baixa temperatura de fusão (Machado et al., 2006).

Segundo sua qualidade, o óleo de babaçu pode ser classificado em: óleo bruto, constituído de óleo genuíno, podendo ser extraído artesanalmente (cozimento das amêndoas trituradas), por pressão mecânica ou por meio de solvente; e óleo refinado (PENSA/USP, 2000). O óleo bruto possui características físico-químicas que fogem dos padrões para o

seu consumo imediato (Oliveira, 2001), devendo ser submetido ao processo de refino para convertimento em produto comestível (BRASIL, 1999).

Araújo (2004) relata que os óleos submetidos ao aquecimento com elevadas temperaturas podem ser tóxicos ao organismo humano devido, principalmente, à formação de produtos de oxidação que podem levar ao quadro de estresse oxidativo no organismo, o qual está relacionado com o aparecimento de certas doenças, como as cardiovasculares, o câncer e o envelhecimento precoce. Apesar disso, constata-se que muitas famílias, sobretudo as de baixa renda, consomem o óleo bruto extraído artesanalmente (Machado et al., 2006).

Diante da importância no panorama econômico regional e tendo em vista a escassez de pesquisas enfocando óleos provenientes de frutos de diferentes regiões com características distintas, objetivou-se por meio do presente estudo, avaliar a qualidade físico-química do óleo bruto da amêndoa de babaçu produzido na zona rural do município de José de Freitas-PI, determinando o seu estado oxidativo.

Material e Métodos

Amostragem

Dez amostras de óleo bruto da amêndoa de babaçu foram adquiridas junto aos comerciantes de estabelecimentos situados no mercado municipal da cidade de José de Freitas-PI. De cada "banca de comercialização" foi coletada uma amostra, empregando-se como requisito de inclusão a sua recém-obtenção por parte dos comerciantes. Tais amostras de óleo bruto da amêndoa do babaçu eram originárias da região rural do supracitado município e produzidas artesanalmente. A extração artesanal do óleo empregada consiste em submeter a amêndoa a um cozimento intensivo com água. Primeiramente as amêndoas são desidratadas ao sol, torradas em fornos de barro a temperaturas elevadas e sem controle, e em seguida ocorre a "pilação e preparo da massa" com auxílio de pilão ou triturador tipo forrageira que tem como objetivo soltar o óleo do caroço. Após, acrescenta-se água para que, depois

de ferver, a mistura solta o óleo sobrenadante que é então separado. Seca-se o produto em recipiente metálico sob aquecimento até que o mesmo perca a opacidade causada pelo excesso de água. Após essa etapa, o óleo obtido é filtrado e envasado em garrafas recicladas.

A aquisição das amostras ocorreu na condição de consumidor comum do produto, sendo que as mesmas não apresentavam em suas embalagens (garrafas de politereftalato de etileno - PET recicladas e transparentes) informações sobre rotulagem geral e nutricional e encontravam-se acondicionados em prateleiras à temperatura ambiente e em local com exposição à luz. As amostras adquiridas foram mantidas em suas embalagens plásticas originais e posteriormente foram transportadas ao laboratório de Tecnologia de Alimentos do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Piauí (IFPI) para a realização das análises.

Métodos Analíticos

Todas as análises laboratoriais foram realizadas em triplicata e seguiram as normas do Instituto Adolfo Lutz (2005). As determinações realizadas foram:

Índice de peróxido

Para essa determinação utilizou-se o método titulométrico, tendo como solução titulante o tiosulfato de sódio 0,1 mol L⁻¹.

Índice de acidez

Determinado por via titulométrica, utilizando-se solução de hidróxido de sódio 0,1 mol L⁻¹. Os resultados foram expressos em meq KOH g⁻¹.

Índice de saponificação

Empregou-se o método titulométrico, utilizando fenolftaleína como indicador e a solução de ácido clorídrico a 0,5 mol L⁻¹, como titulante. Os resultados foram expressos em mg de KOH g⁻¹.

Índice de refração

Foi obtido mediante a utilização de refratômetro de Abbé (Lambda, modelo

2WAJ), cujo procedimento foi realizado à temperatura ambiente para posterior conversão à temperatura de 40°C.

Densidade

Determinada por meio do método do picnômetro. Os resultados foram expressos em g mL⁻¹ à temperatura de 25°C.

Análise Estatística

Os resultados foram analisados pela ANOVA univariada, seguido do teste de Tukey a 5% de significância o qual foi aplicado para comparação das médias. Todas as análises tiveram seus resultados expressos pelo valor médio \pm desvio-padrão (DP), utilizando-se o software *GraphPad 5.0* (Graphpad Prism, 2007).

Resultados e Discussão

Todas as amostras de óleo avaliadas apresentaram resultado igual à zero para a determinação do índice de peróxidos, ou seja, nenhuma delas apresentou formação desse composto inicial do processo de deterioração oxidativa. Segundo o Codex Alimentarius (2003), o valor máximo admitido para óleos brutos não deve ultrapassar 15 meq kg⁻¹. Valores inferiores a esse indicam reduzida possibilidade de deterioração oxidativa (Costa, 2006). É importante ressaltar que a rancificação oxidativa não ocorre normalmente com ácidos graxos saturados, porque a formação do radical livre é energeticamente desfavorável, sendo observada somente quando o produto é exposto a condições de altas temperaturas (Bobbio & Bobbio, 1992). Conforme Vasconcelos et al. (2007), a estabilidade oxidativa dos óleos não depende unicamente de sua composição química, sendo ela um reflexo da qualidade da matéria prima, das condições as quais o produto foi submetido durante o processamento e estocagem, e da presença de pigmentos protetores do óleo bruto atuando como antioxidantes.

Vale salientar que mesmo não havendo controle de qualidade das amêndoas, do tempo e temperatura do processamento e das condições de estocagem do óleo bruto, a sua estrutura predominantemente formada por

cadeias carbônicas saturadas (ácidos láurico e o mirístico) (Urioste et al., 2008) e a provável presença de compostos potencialmente antioxidantes, não permitiu o início da rancificação oxidativa com formação de peróxidos e nem de seus subprodutos de decomposição, fato esse que pode ser comprovado pelas boas características sensoriais dos óleos recém-obtidos avaliados que apresentavam-se com odor suave característico

de óleos, sem a presença de odores rançosos, aspecto límpido e translúcido e uma cor variando de branca à amarelada.

Os resultados médios das análises físico-químicas de índices de acidez, saponificação, refração e densidade em óleo bruto da amêndoa de babaçu produzido no município de José de Freitas-PI estão apresentados na Tabela 01.

Tabela 1. Valores médios dos índices de acidez, saponificação, refração e densidade de amostras de óleo bruto de babaçu.

Amostras	Índice de acidez			Índice de saponificação (mg KOH g ⁻¹)	Índice de refração (ND 40°C)	Densidade a 25°C (g mL ⁻¹)
	mL de NaOH 0,1 mol L ⁻¹	Ácido oleico % p/p	meq KOH g ⁻¹			
1	5,91±0,012 ^a	1,66±0,003 ^a	3,31±0,007 ^a	207,0±0,22 ^a	1,4553±0 ^a	0,918±0 ^a
2	3,73±0,027 ^b	1,05±0,007 ^b	2,09±0,015 ^b	191,6±0,24 ^b	1,4557±0 ^a	0,919±0 ^a
3	3,73±0,022 ^b	1,05±0,006 ^b	2,09±0,012 ^b	177,9±0,42 ^c	1,4553±0 ^a	0,918±0 ^a
4	3,69±0,021 ^b	1,04±0,005 ^b	2,07±0,011 ^b	174,1±0,25 ^d	1,4554±0 ^a	0,924±0 ^a
5	2,97±0,012 ^c	0,84±0,003 ^c	1,67±0,007 ^c	166,5±0,12 ^e	1,4555±0 ^a	0,919±0 ^a
6	2,22±0,003 ^d	0,62±0,000 ^d	1,24±0,001 ^d	254,8±0,28 ^f	1,4555±0 ^a	0,923±0 ^a
7	3,72±0,012 ^b	1,05±0,003 ^b	2,08±0,006 ^b	211,2±0,45 ^g	1,4554±0 ^a	0,918±0 ^a
8	3,72±0,016 ^b	1,05±0,004 ^b	2,08±0,009 ^b	197,6±0,47 ^h	1,4557±0 ^a	0,920±0 ^a
9	3,71±0,021 ^b	1,04±0,006 ^b	2,08±0,012 ^b	168,0±0,39 ⁱ	1,4556±0 ^a	0,918±0 ^a
10	3,70±0,019 ^b	1,04±0,005 ^b	2,08±0,010 ^b	173,6±0,25 ^d	1,4554±0 ^a	0,918±0 ^a

Valores expressos em média e \pm desvio padrão, n = 3. Letras diferentes na mesma coluna representam resultados diferentes estatisticamente de acordo com o teste de Tukey HSD (p<0,05).

A determinação de acidez é uma análise importante para a avaliação da qualidade e estado de conservação de óleos e gorduras. Por meio desse método, pode-se determinar se o óleo sofreu rancificação hidrolítica ou oxidativa (IAL, 2005). Os valores médios de acidez determinados nas amostras encontraram-se abaixo do valor máximo estabelecido para óleos brutos (4,0 mg KOH g⁻¹ óleo), conforme o Codex Alimentarius (2003). Esses resultados demonstram que não ocorreram hidrólise e oxidação dos lipídeos durante a produção e armazenamento do óleo e que, provavelmente, a temperatura ambiente e as condições de armazenamento nas quais as amostras se encontravam não afetaram sobremaneira os ácidos graxos constituintes, sendo comprovada pela acidez dos óleos dentro dos padrões de conformidade.

O índice de acidez da amostra 1, entretanto, mostrou-se bem superior aos obtidos para as demais amostras, conforme se verifica na Tabela 01. Comumente, o índice de acidez pode revelar formas incorretas de colheita dos frutos, amadurecimento e armazenamento impróprios, além de processos insatisfatórios

de extração (Meher et al., 2006). Além disso, a decomposição das gorduras pela enzima lipase é acelerada pela luz e calor, com formação de ácidos graxos livres (AGL) que aumentam a acidez e causam sabor e odor desagradáveis (Amaral, 2007). Portanto, o valor da acidez mais elevado na amostra 1 poderia ser um indicativo de início de desenvolvimento de reações hidrolíticas, justificado por uma menor qualidade das amêndoas usadas na fabricação do óleo, visto que não se teve conhecimento da sua procedência e nem houve controle no processamento das mesmas. Aliado a isso, o armazenamento do óleo, feito em embalagens PET sem a proteção adequada contra a passagem de luz, contribuiu para a diminuição da sua estabilidade. A amostra 1 pode ter permanecido, durante o período de seu armazenamento, mais exposta à luz e, portanto, ter sofrido maior alteração nos seus ácidos graxos em relação às demais amostras.

Diante do exposto, pode-se observar que, de modo geral, que os índices de acidez do óleo de babaçu apresentaram resultado positivo, indicando bom estado inicial de

conservação, e que, apesar das condições adversas de armazenamento, essas não foram suficientemente agressivas para a deterioração dos óleos segundo os limites de aceitabilidade explicitados na legislação.

Brasil et al. (2011), estudando o óleo bruto de pequi inferiram que as condições de armazenamento controladas que simulavam o ambiente do mercado municipal de Goiânia (exposição a temperatura e à luz ambiente e até mesmo à luz solar) não são aconselháveis. Observaram que ao armazenar o óleo de pequi exposto à luz, com o passar do tempo, o seu índice de acidez aumenta, podendo gerar óleo de qualidade inferior à desejada.

Com relação aos índices de saponificação das amostras, todos foram inferiores aos valores preconizados pelo Codex Alimentarius (2003) para o óleo bruto de babaçu ($245\text{-}256\text{ mg KOH g}^{-1}$), exceto o índice da amostra 6 ($254,8\text{ mg KOH g}^{-1}$), o qual encontrava-se dentro dos limites estabelecidos. Esses resultados demonstram que as características da maioria dos óleos estudados não estão de acordo com as especificadas para o referido tipo de óleo, sugerindo a ocorrência de uma variação na natureza dos seus ácidos graxos constituintes ou mesmo de adulterações com a adição de outros tipos de óleos vegetais com índices de saponificação diferentes (COSTA, 2006). A quantidade de grupos carboxílicos foi maior nas amostras 7, 1 e, principalmente na 6, onde provavelmente há a predominância de triacilgliceróis com ácidos graxos de baixo peso molecular, já que o consumo de KOH foi maior (maior índice de saponificação). Em termos alimentar, quanto mais elevado for o índice de saponificação, melhor será o óleo para a alimentação (MORETTO e FETT, 1998).

Em estudo com o óleo bruto de pequi Brasil et al. (2011), verificaram uma queda no índice de saponificação tanto da amostra exposta à luz quanto na amostra ao abrigo de luz, demonstrando que com o passar do tempo a qualidade alimentar do óleo decai. Nesse mesmo estudo, a queda do índice de saponificação foi acompanhada de aumento nos teores de acidez titulável e índice de peróxido do óleo de pequi, indicando a ocorrência de

reações de hidrólise dos ácidos graxos durante o armazenamento.

As variações entre os resultados do índice de saponificação podem ser atribuídas às características particulares de cada óleo, como a cultivar e a região de cultivo. Outro fator que deve ser levado em consideração é a dificuldade encontrada em saponificar algumas amostras, por necessitarem de mais tempo para o processo. Conforme Ribeiro & Seravalli (2004), a reação de saponificação pode: estabelecer o grau de deterioração e a estabilidade, verificar se as propriedades dos óleos estão de acordo com as especificações, e identificar possíveis fraudes e adulterações.

Concernente aos índices de refração dos óleos da amêndoa de babaçu, valores similares e estatisticamente iguais foram constatados para todas as amostras. Verificou-se ainda que todas as médias obtidas experimentalmente encontravam-se acima do estabelecido pelo Codex Alimentarius (2003) ($1,448\text{ - }1,451\text{ ND }40^{\circ}\text{C}$), o que sugere que esse resultado seja devido à presença de particularidades nas condições de processamento e armazenamento ou ainda por se tratar de espécie vegetal diferente da descrita pelo Codex. Essa última hipótese é válida na medida em que é conhecido que o índice de refração é utilizado como critério de identidade e qualidade, assumindo o papel de caracterizar os diferentes tipos de óleo, identificando também diferenças com relação ao teor de ácidos graxos livres, oxidação, tratamento térmico, ou ainda, no aumento do comprimento da cadeia hidrocarbonada e grau de insaturação dos ácidos graxos constituintes.

Mendes et al. (1999) estudando o índice de refração (40°C) do óleo refinado de babaçu, encontraram um valor de 1,4518, resultado também considerado elevado quando comparado ao estabelecido pelo Codex, sugerindo que a massa molar do óleo de babaçu em questão (*Orbignya martiana*) mostrava-se superior à do óleo padronizada pelo Codex (espécie não brasileira *Attalea funifera*).

Observou-se ainda que, referente à análise de densidade, todas as amostras apresentaram valores elevados quando

comparado aos descritos pelo Codex (0,914 - 0,917 g mL⁻¹ a 25°C). Sendo essa uma medida utilizada para caracterização de óleos, sugere-se que todas as amostras referiam-se a espécies diferentes da espécie em questão. Nas amostras 1, 3, 7, 9 e 10 foram verificados menores valores de densidade, podendo esse fato ser atribuído ao menor peso molecular e ao maior grau de insaturação dessas amostras em reação às demais.

Conclusões

Com relação à rancificação oxidativa, evidenciou-se ausência de peróxidos e da consequente deterioração dos óleos; os índices de acidez de todas as amostras foram aceitáveis, indicando bom estado de conservação, embora sob condições de armazenamento inadequadas, que poderiam comprometer a qualidade do óleo. Na maioria das amostras os índices de saponificação encontravam-se em desacordo com os valores estabelecidos pelo Codex. O mesmo aconteceu com o índice de refração e a densidade dos óleos que se mostraram superiores ao preconizado.

Diante das alterações verificadas, constatou-se a necessidade da caracterização dos óleos usualmente consumidos pela população do município de José de Freitas-PI, produzidos a partir das mais diversas formas e provenientes de espécies diferentes de babaçu, tornando-se importante o controle do processamento já que a ingestão do óleo bruto da amêndoa de babaçu é comumente realizada pela população regional.

Além disso, mais estudos deverão ser realizados com o óleo de babaçu obtido a partir de processo artesanal, com o objetivo de determinar a melhor forma de armazenagem, o tipo de recipiente mais adequado e também observar o processo de degradação do óleo com o tempo e os fatores envolvidos, visando ainda a determinação do seu prazo de validade com o intuito principal de padronizar a qualidade do óleo, garantindo um produto confiável para os consumidores.

Referências

Albuquerque, N.I. de. 2006. *Emprego do babaçu (Orbignya phalerata) como fonte energética*

para catetos (Tayassu tajacu). 80f. (Tese de Doutorado) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, Brasil.

Amaral, F.P. 2007. *Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da macaúba [Acrocomia aculeata (Jacq.) Lodd. ex Mart]*. 52f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, Brasil.

Araújo, J.M.A. 2004. *Química de alimentos: teoria e prática*. 3 ed. UFV, Viçosa, Brasil. 478p.

Batista, C.P., Torres, O.J.M., Matias, J.E.F., Moreira, A.T.R., Colman, D., Lima, J.H.F. de, Macri, M.M., Rauen Jr., R.J., Ferreira, L.M., Freitas, A.C.T. de. 2006. Efeito do extrato aquoso de *Orbignya phalerata* (babaçu) na cicatrização do estômago em ratos: estudo morfológico e tensiométrico. *Acta Cirúrgica Brasileira*, v. 21 Supl 3: 26-32.

Bobbio, P.A., Bobbio, F.O. 1992. *Química do processamento de alimentos*. 2 ed. Varela, São Paulo, Brasil. 238p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). 1999. *Resolução RDC nº 482, de 23 de setembro de 1999. Aprova o Regulamento Técnico: "Fixação de Identidade e Qualidade de Óleos e Gorduras Vegetais"*. <http://www.anvisa.gov.br/> <Acesso em 10 Jul. 2010>

Brasil, R.V., Cavallieri, A.L.F., Costa, A.L.M., Gonçalves, M.A.B. Caracterização física e química do óleo de pequi exposto a diferentes condições de armazenamento. VIII Congresso de Pesquisa, Ensino e Extensão - Conpeex 2011. Disponível em: http://www.sbpcnet.org.br/livro/63ra/conpeex/pibic/trabalhos/RENATA_V.PDF <Acesso em 08 de Fev. 2013>

CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION – FAO/WHO. 2003. *Codex alimentarius, fats, oils and related products. Codex alimentarius, norma para los aceites de oliva y aceites de oliva Codex Stan 33-1981 (Rev.2-2003)*. http://www.codexalimentarius.net/download/standards/88/CXS_033.pdf <Acesso em 10 Jul. 2010>

Costa, T.L. 2006. *Características físicas e físico-químicas do óleo de duas cultivares de mamona*. 113 f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, Brasil.

Freitas, A.P.B. 2003. *Leite de amêndoa de babaçu: caracterização e tecnologia*. (Monografia de Graduação) - Universidade Federal do Piauí, Teresina, Brasil.

Graphpad Prism. 2007. *Version 5.00 for Windows, GraphPad Software*. San Diego California USA. <http://www.graphpad.com> <Acesso em 20 de

Jun. 2010>

IAL. Instituto Adolfo Lutz. 2005. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos*. 4 ed. São Paulo.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. 2009. *Produção da Extração Vegetal e Silvicultura*, v.24, 2009. http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2009/tabelas_pdf/tab02.pdf <Acesso em 05 mar. 2011>

Lima J.R.O., Silva R.B., Silva C.M. 2007. Biodiesel de babaçu (*Orbignya sp.*) obtido por via etanólica. *Química Nova*, 30: 600 - 608.

Lima, A.M., Vidaurre, G.B., Lima, R.M., Brito, E.O. 2006. Utilização de fibras (epicarpo) de babaçu como matéria-prima alternativa na produção de chapas de madeira aglomerada. *Revista Árvore*, v.30, n.4, p.645-650.

Lima, C.G., Vilela, A.F.G., Silva, A.A.S. da, Piannovski, A.R., Silva, K.K., Carvalho, V.F.M., Músis, C.R. de, Machado, S.R.P, Ferrari, M. 2008. Desenvolvimento e avaliação da estabilidade física de emulsões O/A contendo óleo de babaçu (*Orbignya oleifera*). *Revista Brasileira de Farmácia*, v.89 n.33, p. 239-245.

Machado, G.C., Chaves, J.B.P., Antoniassi, R. 2006. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. *Revista Ceres*, v.53, n.308; p.463-470.

Meher, L.C., Sagar, D.V., Naik, S.N. 2006. Technical aspects of biodiesel production by transesterification – a review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, v.10, n.3, p. 248 - 268.

Mendes, H.C., Souza, E.M., Moita Neto, J.M. 1999. Óleo de babaçu: estudo refratométrico e avaliação multivariada do perfil cromatográfico. *Anais da Associação Brasileira de Química*. v.48, n.2, 82-85.

Mota, M.M. de P., Zuniga, A.D.G., Pinedo, A.A., Carreiro, S.C. 2010. Desacidificação do óleo de babaçu (*Orbignya phalerata*, mart.) pelo processo de extração líquido-líquido visando seu uso na produção de biodiesel. *Enciclopédia Biosfera*, v. 6, n. 11. Disponível em: <http://www.conhecer.org.br/enciclop/2010c/desacidificacao.pdf>. <Acesso em 08 de Fev. 2013>

Oliveira, C.G. 2001. *Proposta de modelagem transiente para a clarificação de óleos vegetais: Experimentos cinéticos e simulação do processo industrial*. 144f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil.

Osawa, C.C., Gonçalves, L.A.G., Ragazzi, S. 2006. Titulação potenciométrica aplicada na

determinação de ácidos graxos livres de óleos e gorduras comestíveis. *Química Nova*, São Paulo, v.29, n.3.

PENSA/USP. Programa de Estudos dos Negócios Agroindustrial. 2000. *Reorganização do agro negócio do babaçu no Estado do Maranhão* - Faculdade de Economia, Administração e Contabilidade da USP- Grupo PENSA.

Porto, M.J.F. 2004. *Estudo Preliminar de dispositivo de quebra e caracterização dos parâmetros físicos do coco babaçu*. 75 f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, Brasil.

Ribeiro, E.P., Seravalli, E.A.G. 2004. *Química de alimentos*. São Paulo: Edgard Blüchler, Instituto Mauá de Tecnologia, 184 p.

Santos, N.A. 2008. *Propriedades termo-oxidativas e de fluxo do biodiesel de Babaçu (Orbignya phalerata)*. 129f. (Dissertação de Mestrado) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, Brasil.

Urioste D., Castro, M.B.A., Biaggio, F.C., Castro, H.F. 2008. Síntese de padrões cromatográficos e estabelecimento de método para dosagem da composição de ésteres de ácidos graxos presentes no biodiesel a partir do óleo de babaçu. *Química Nova*, São Paulo, v.31, n.2.

Vasconcelos, A.F.F., Dantas, M.B., Gondim, A.D., Bezerra, L.E., Bezerra, A.F., Conceição, M.M., Silva, F.C., Silva, M.C.D, Santos, I.M.G, Souza, A.G. 2007. Estudo de parâmetros indicativos da oxidação de biodiesel de mamona armazenado. *Anais do Congresso Internacional de Agroenergia e Biocombustíveis*, Teresina-PI, Brasil.