

Efeito do armazenamento nas propriedades físico-químicas do óleo de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae)

Sirleane Martins Rocha¹, Maria Teresa Oliveira Silva Rodrigues¹, Darlyson dos Santos Silva¹, Franciellen Moraes-Costa², Otávio Cardoso Filho³, Yule Roberta Ferreira Nune¹, Sônia Ribeiro Arrudas^{1,4*}, Paulo Henrique Fidêncio⁴

Resumo

Objetivou-se analisar as propriedades físico-químicas do óleo dos frutos de *Mauritia flexuosa* (buriti) bem como: índice de acidez, viscosidade, densidade, índice de refração e perfil de ácidos graxos em função do tempo e armazenamento. O óleo dos frutos de buriti foi armazenado em recipientes de vidro transparente e âmbar, sendo armazenado à temperatura ao ambiente (25°C) e freezer (-20°C), por um período de 105 dias, e a avaliação do óleo foi realizada quinzenalmente. No período avaliado, o óleo dos frutos de buriti apresentou 70,6% de ácido graxo oléico (ômega-9), além de ácido linoléico (ômega-6), ácido linolênico (ômega-3) e tocoferóis (89 mg 100g⁻¹ de óleo). Quanto à acidez em função do tempo de armazenamento não houve diferenças significativas (p>0,05), entretanto na comparação entre a temperatura de freezer observou-se diferenças significativas. O óleo de “buriti” é caracterizado pela maior quantidade de ácidos graxos insaturados, prevalecendo o ácido graxo oléico. Confirmou-se a estabilidade oxidativa do óleo, que desenvolveu baixos índices de acidez e manteve-se estável no decorrer do período estipulado, demonstrando assim a grande importância dos carotenoides presentes neste óleo.

Palavras-chave: Buriti. Ácido oleico.

Effect of storage on the physico-chemical properties of *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae)

Abstract

The objective of this study was to analyze the physico-chemical properties of *Mauritia flexuosa* (buriti) fruits as well as acidity index, viscosity, density, refractive index and fatty acid profile as a function of time and storage. The oil of the buriti fruits was stored in clear glass and amber containers, stored in the environment (25°C) and freezer (-20°C) for a period of 105 days, and the oil evaluation was performed biweekly. In the evaluated period, the oil of the fruits of buriti presented 70.6% of oleic fatty acid, besides the composition of total carotenoids (1.122 µg g⁻¹ of β carotene) and tocopherols (89 mg100g⁻¹). As for the acidity as a function of the storage time, there were no significant differences (p>0.05), however in the comparison between freezer temperature significant differences were observed. “Buriti” oil is characterized by the highest amount of unsaturated fatty acids, with oleic fatty acid prevailing. The oxidative stability

¹Departamento de Biologia Geral da Universidade Estadual de Montes Claros. Unimontes. Montes Claros. MG.

*Autora para correspondência: arrudsonia17@gmail.com

²Pós-Graduação em Produção Animal. Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais. ICA/UFMG

³Pós-Graduação em Ciências da Saúde. Universidade Estadual de Montes Claros. Unimontes. Montes Claros. MG

⁴Pós-Graduação em Biocombustíveis. Universidade Federal do Vale do Jequitinhonha e Mucuri.

Recebido para publicação em 20 de janeiro de 2017

Aceito para publicação em 04 de abril de 2017

of the oil was confirmed, which developed low acidity levels and remained stable during the stipulated period, thus demonstrating the great importance of the carotenoids present in this oil.

Keywords: Buriti. Oleic acid.

Introdução

A palmeira *Mauritia flexuosa* L. f (Arecaceae), comumente chamada de “buriti”, “mirici”, “palmeira do brejo” (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012; RESENDE *et al.*, 2012) encontra-se nos domínios fitogeográficos como Cerrado e Caatinga (FORZZA *et al.*, 2012), é uma das espécies vegetais mais utilizadas para fins econômicos (ALMEIDA; SILVA, 1994). *Mauritia flexuosa* pode alcançar 40 m de altura e possui caule de 13 a 55 cm de diâmetro à altura do solo (DAS), cada “buriti” adulto possui de 8 a 20 folhas, que podem ter até 3 m de comprimento (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012). O fruto de *M. flexuosa* apresenta diversas aplicações, entre elas: alimentação, cosméticos, uso medicinal, e seu óleo constitui uma alternativa para diversos fins (SILVA, 2002).

A exploração dessa espécie é uma oportunidade para a agroindústria e uma alternativa de complementação nutricional, além disso, compostos bioativos presentes no óleo tem sido utilizados para prevenir doenças degenerativas apresentando importante ação antioxidante (FREIRE *et al.*, 2016). Regiões de origem dos frutos podem influenciar no teor dos componentes presentes no óleo, reforçando a necessidade de estudos para melhor efetividade na aplicação e exploração deste recurso (CÂNDIDO, *et al.* 2015).

Os óleos vegetais são constituídos basicamente de mono, di e triacilgliceróis, além de ácidos graxos livres, pigmentos (carotenoides e clorofilas), tocoferóis e outras substâncias. Os carotenoides constituem o maior grupo de corantes naturais, variando sua coloração de amarelo claro ao vermelho (MOTA *et al.*, 2010; OLIVEIRA, 2011), sendo que os carotenoides estão dentre os melhores antioxidantes naturais além dos β -carotenos e os tocoferóis, presentes no óleo de buriti, que impedem a oxidação do mesmo (DOSSIÊ, 2009).

Para o controle da qualidade e aplicação do óleo é importante utilizar os parâmetros que envolvem as propriedades físico-químicas que dentre eles incluem; índice de acidez, viscosidade, densidade, refração, perfil de ácidos graxos, bem como outros parâmetros exigidos que são

aplicados de maneira a mensurar que os óleos estejam em ótimas condições para a utilização.

A caracterização de óleos vegetais é uma etapa importante para a avaliação de suas propriedades, parâmetros indispensáveis para determinar a finalidade de utilização do óleo (MEDINA, *et al.*, 2015). Dentre as análises físico-químicas mais empregadas para a caracterização de óleos encontram-se a viscosidade, densidade, refração, infravermelho e perfil de ésteres. Também são empregados os índices de acidez e de peróxido que revelam o estado de decomposição do óleo, principalmente em relação ao armazenamento (MACHADO; CHAVES e ANTONIASSI, 2006).

O índice de acidez mostra o estado de conservação de óleos e gorduras, indicando rancificação hidrolítica ou oxidativa, com possibilidade de processo de degradação com a exposição à luz e ao aquecimento (OLIVEIRA; NEVES e SILVA, 2013; COSTA *et al.* 2013).

A viscosidade relaciona-se à resistência ao fluxo, sendo importante para diversas aplicações como avaliação de processos e controle de qualidade de óleos (MOURA, 2000 apud CANCIAM, 2010). Após o armazenamento, os índices de acidez e peróxido elevados provocam alterações na estrutura molecular dos triglicerídeos gerando ácidos graxos livres e outros polímeros que influenciam a resistência dos óleos ao fluxo, aumentando a viscosidade (RIBEIRO *et al.*, 2004). Em conjunto com a viscosidade, a densidade também é um fator de suma importância para a empregabilidade de óleos vegetais, uma vez que, em valores baixos, estes índices conferem bom fluxo ao óleo (SILVA *et al.*, 2012).

A estabilidade térmica do óleo depende de sua estrutura química, de modo que os ácidos graxos saturados: láurico, palmítico e o esteárico são mais estáveis em comparação aos ácidos graxos insaturados que incluem o linoléico, linolênico e oléico, sendo este último predominante no óleo de buriti (SAMPAIO; CARRAZZA, 2012).

A presença de insaturações eleva o potencial de oxidação do óleo e fatores como luz,

temperatura e acidez contribuem para a oxidação dos carotenoides (AMBRÓSIO; CAMPOS e FARO, 2006). Os processos oxidativos aceleram a degradação de óleos e gorduras, podendo também ocorrer por hidrólise, polimerização e pirólise comprometendo assim as características organolépticas como sabor e coloração (HIDALGO; NOGALES e ZAMORA, 2008).

Na agroindústria o monitoramento e definição das condições de armazenamento são essências para minimizar processos de deterioração e ampliar as alternativas de sua aplicação e estudos desta natureza são restritos para palmeiras e mais comuns para espécies cultivadas, principalmente (ALMEIDA *et al.*, 2010).

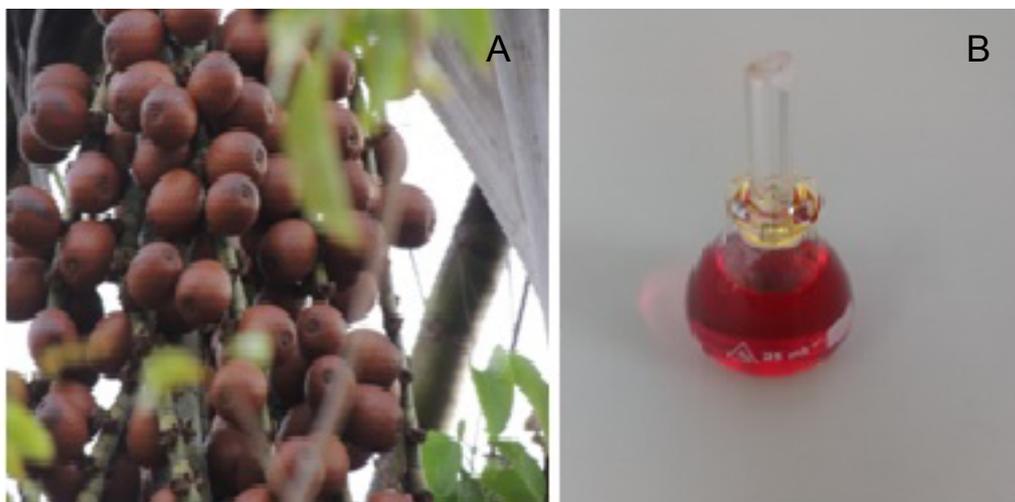
Diante disso, objetivou-se avaliar as propriedades físico-químicas do óleo dos frutos de *M. flexuosa* para subsidiar seu melhor manejo e conservação visando à manutenção da sua qualidade, através do armazenamento em função do tempo.

Material e métodos

Obtenção do material vegetal

Os frutos de *M. flexuosa* (FIGURA 1A) foram oriundos das regiões de Brasília de Minas e Chapada Gaúcha no Norte de Minas Gerais e processados na cooperativa dos Agricultores Familiares e Agroextrativistas Grande Sertão, do lote MFR13004, para extração mecânica do óleo (FIGURA 1B) no período de junho de 2014.

Figura 1: Frutos maduros de *Mauritia flexuosa* (A) e óleo de *Mauritia flexuosa* (B)



Fonte: Elaborada pelos autores, 2017.

Condições e tempo de armazenamento das sementes

O óleo dos frutos de *M. flexuosa* foi submetido a quatro condições de armazenamento: i) temperatura ambiente (25°C), ii) freezer (-20°C), armazenados em recipientes de iii) vidro âmbar e iv) vidro transparente contendo 200 mL de óleo em cada um dos 14 frascos, no qual foram analisadas as propriedades físico-químicas do óleo em triplicata, em função do tempo que envolveram: 15, 30, 45, 60, 75, 90 e 105 dias.

Determinação da viscosidade, densidade e índice de acidez

Para determinação da viscosidade foi utilizado o viscosímetro copo Ford, este se baseia na taxa de fluxo de um líquido através de um ori-

fício ou de um ducto de geometria simples. Um dos métodos para a determinação de densidade consiste na medida do peso de um recipiente, com volume conhecido, volume este que seja calibrado de acordo com o peso da água pura no mesmo recipiente. Foi utilizado 200 ml de óleo do buriti para avaliar o tempo de escoamento em triplicatas para cada condição e tempo de armazenamento. Neste trabalho utilizou-se de um picnômetro de volume de 25 ml realizando três repetições. Para o índice de refração utilizou-se o refratômetro ajustado com água destilada à temperatura de 25°C (INSTITUTO ADOLF LUTZ, 2005). A avaliação do índice de acidez foi feita para os quatro tratamentos com triplicatas. O índice de acidez foi determinado pelo método que utiliza como solução titulante, o hidróxido de sódio 0,1 mol/l e fenolftaleína a 1% como indicador (AOAC, 2000).

Perfil de ácidos graxos e tocoferóis

Para determinação do perfil de ácidos graxos, dissolveu-se, em tubo criogênico de 2 ml, ~12 mg do óleo extraído das amostras de Buriti em 100 µl de uma solução de etanol (95%)/hidróxido de potássio 1 mol/l (5%). Após agitação em vórtex por 10 s, o óleo foi hidrolisado em um forno de microondas doméstico (Panasonic Piccolo), à potência de 80 W (Potência 2), durante 5 minutos. Após resfriamento, adicionou-se 400 µl de ácido clorídrico a 20%, uma ponta de espátula de NaCl (~20 mg) e 600 µL de acetato de etila. Após agitação em vórtex por 10 s e repouso por 5 min, uma alíquota de 300 µL da camada orgânica foi retirada, colocada em tubos de microcentrífuga e seco por evaporação, obtendo-se assim os ácidos graxos livres (CHRISTIE, 1989).

Posteriormente, os ácidos graxos livres foram metilados com 100 µL BF₃ / metanol (14%) por aquecimento durante 10 minutos em banho de água a 60°C. Foram diluídos com 900 µl de metanol e em seguida analisados por Cromatografia Gasosa. As análises foram realizadas em um Cromatógrafo a Gás HP7820A (Agilent) equipado com detector por ionização de chamas. Programa de aquisição de dados EZChrom Elite Compact (Agilent). Utilizou-se uma coluna HP-INNOWAX (Agilent) 15m x 0,25mm x 0,25µm com gradiente de temperatura: 70°C, 0min, 10°C/min até 240°C; injetor (split de 1/50) a 250°C e detector a 260°C. Hidrogênio como gás de arraste (3mL/min) e volume de injeção de 1µl. A identificação dos picos foi feita por comparação com padrões de ácidos graxos metilados FAME C14-C22 no laboratório

de cromatografia do Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG).

A determinação dos carotenóides foi realizada segundo AOAC (2000). A leitura dos extratos foi realizada em espectrofotômetro (Coleman 33 d) a 450 nm; os tocoferóis foram quantificados em cromatografia líquida com detector de fluorescência, e dissolvidos em n-hexano e analisado por CLAE (cromatografia líquida de alta eficiência).

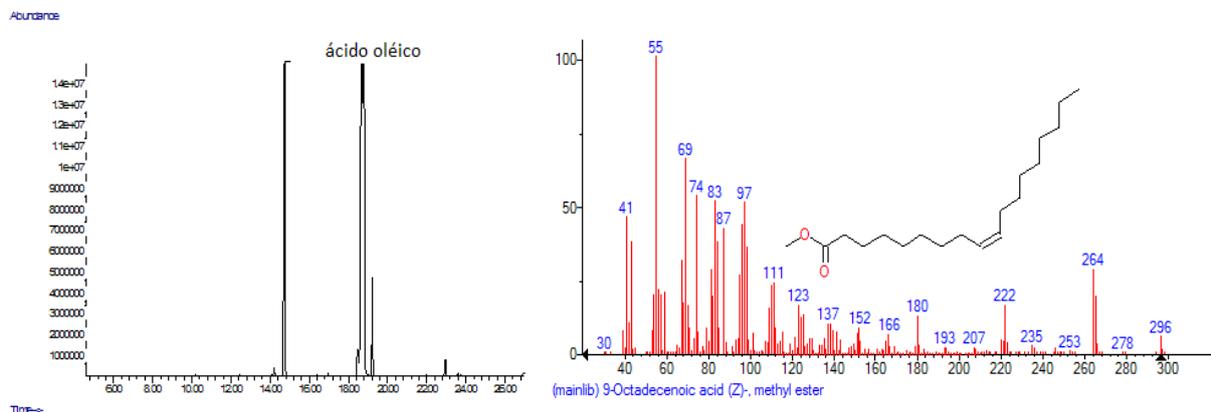
Delineamento experimental e análise estatística

O experimento foi conduzido segundo o delineamento inteiramente casualizado. Para a avaliação da viscosidade, densidade, refração e índice de acidez, considerou-se esquema fatorial 2 (condições de armazenamento) × 7 (tempos), com três repetições para cada tratamento. Para avaliação do perfil de ácidos graxos, considerou-se o tempo zero. Os dados foram submetidos à análise modelos lineares generalizados (MLG).

Resultados e discussão

O óleo de *M. flexuosa* apresentou predominância de ácidos graxos insaturados, como o ácido oléico (C18:1), com ± 70% (GRÁFICO 1), ácido linoléico (C18:2) e linolênico (C18:3). Encontram-se ainda presentes ácidos graxos saturados, o ácido palmítico (C16:0) e esteárico (C18:0). O ácido oléico é o segundo mais consumido no mundo por conta de suas características benéficas à saúde através do uso popular (DEVADAS, 1982).

Gráfico 1 – Perfil de ácidos graxos do óleo de *Mauritia flexuosa* - ênfase em ácido oleico



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

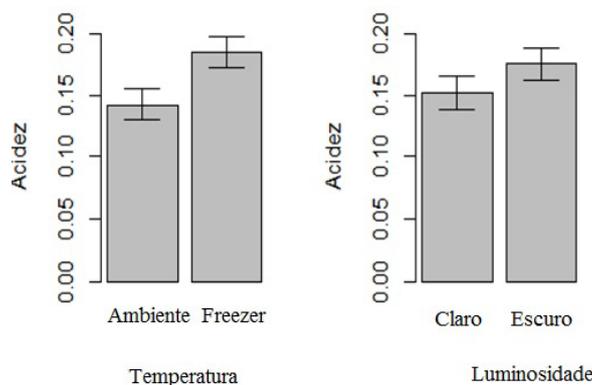
Outras espécies vegetais oleaginosas do Cerrado também apresentam grande quantidade de ácido oléico, dentre essas, *Caryocar brasiliense*

(pequi) com concentração de 55,87% na polpa do fruto (LIMA *et al.*, 2007) e *Sheelea phalerata* (bacuri) com 68,77% de ácidos insaturados (HIA-

NE *et al.*, 2003). Com relação aos carotenoides o “pequi” possui 7,25mg/100g sendo superado apenas pela polpa de “buriti”, com 16,7mg/100g (HIANE *et al.*, 2003). Os resultados das análises de composição química do óleo dos frutos do *M. flexuosa* identificaram em sua composição carotenóides totais (1.122 µg/g de β caroteno) e tocoferóis (89 mg/100g de óleo). Valores similares aos encontrados por Darnet *et al.*, (2011).

Quanto à acidez em função do tempo

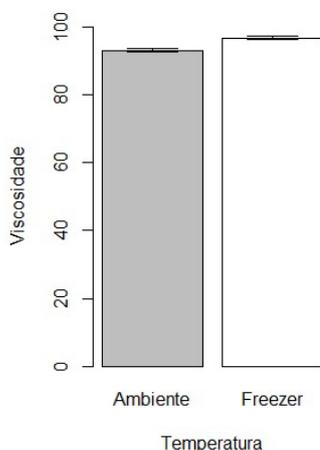
Gráfico 2 – Índice de acidez do óleo dos frutos de *Mauritia flexuosa* armazenado nas condições de temperatura: ambiente e freezer (A) e de luminosidade: escuro e claro (B)



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

Em relação à viscosidade (GRÁFICO 3), o óleo apresentou-se mais viscoso na temperatura do freezer. Esse resultado está de acordo com diversos estudos, que há uma diminuição acentuada na viscosidade de óleos vegetais à medida que a temperatura é acrescida (BROCK *et al.*, 2008).

Gráfico 3 – Viscosidade nas condições de armazenamento de temperatura ambiente (25°C) e freezer (-20°C).



Fonte: Elaborado pelos autores, 2017.

de armazenamento não houve diferenças significativas ($p > 0,05$), porém na comparação entre a temperatura de -20°C e ambiente o resultado foi significativo nas condições claro e escuro os valores foram 1,522 e 1,750mg/KOH⁻¹ respectivamente (GRÁFICO 2). Esses resultados encontram-se de acordo com o valor recomendado para consumo, 4,0 mg/gKOH para óleos brutos, e abaixo do esperado para óleos refinados (ARRUDAS *et al.*, 2014; ANVISA, 2005).

Nas análises de densidade e do índice de refração durante o armazenamento os tratamentos não sofreram modificações em nenhum dos tempos amostrados, cujas médias de 0,000050 e 0,0000012 respectivamente, ($p > 0,05$), ou seja, não se obteve diferenças significativas, mantendo-se estável no período de 105 dias. Dessa forma mantiveram sua estabilidade no período de 105 dias (ALBUQUERQUE; REGIANI, 2006).

Alterações na estrutura molecular dos triglicerídeos gerando ácidos graxos livres e outros polímeros influenciam a resistência dos óleos ao fluxo, aumentando a viscosidade (RIBEIRO *et al.*, 2004). A viscosidade e a densidade são propriedades de suma importância para a empregabilidade de óleos vegetais, uma vez que, em valores baixos, conferem bom fluxo ao óleo (SILVA *et al.*, 2012).

O tempo de armazenamento em geral não afetou as proporções, sendo que ocorreu uma diferença mínima entre os óleos armazenados no ambiente e no freezer. Os frascos armazenados em freezer a -20°C mantiveram maior proporção em relação à temperatura ambiente. Quanto à cor do frasco (transparente e âmbar) não houve diferenças consideráveis.

Conclusão

O óleo dos frutos de *Mauritia flexuosa* apresentou majoritariamente composição de ácidos graxos insaturados, como o ácido oléico. Embora o ácido graxo saturados apresente ser mais estável, o óleo possui na composição grande proporção de carotenóides e tocoferóis no qual confere uma boa estabilidade oxidativa, preservando assim a qualidade do óleo.

A forma mais adequada de armazenagem do óleo dos frutos de *M. flexuosa* é da temperatura de -20°C, pois mantém a qualidade sem alterar suas características suas propriedades físico-químicas.

Agradecimentos

À FAPEMIG (Fundação de Amparo a Pesquisa à Pesquisa de Minas Gerais) pelo financiamento do projeto (CRA-APQ-00468-15), CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), ao CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico, Tecnológico, aos laboratórios de cromatografia e química da Universidade Federal de Minas Gerais e laboratório de extração química da Universidade Estadual de Montes Claros e a Cooperativa Grande Sertão.

Referências

- AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA - ANVISA. Resolução n. 270, de 22 de setembro de 2005. Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal. Diário Oficial da União, Brasília, 23 de setembro de 2005, p. 2134.
- ALBUQUERQUE, S. R. S.; REGIANI, A. M. Estudo do fruto do buriti (*Mauritia flexuosa*) para a obtenção de óleo e síntese de biodiesel. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 29., 2006. Águas de Lindóia. **Anais...** Águas de Lindóia: SBQ, 2006. 1 CD-ROM.
- ALMEIDA, F. A. C. *et al.* Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 12, n. 2, p.189-202, 2010.
- ALMEIDA, S. P.; SILVA, J. A. Piqui e Buriti: importância alimentar para a população dos cerrados. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1994. 38 p.
- AMBRÓSIO, C. L. B.; CAMPOS, F.; FARO, Z. Carotenóides como alternativa contra a hipovitaminose A. **Revista de Nutrição**, v. 19, n. 1, p. 233-243, 2006.
- DOSSIÊ Antioxidantes. **Food Ingredients Brasil**. São Paulo, n. 6, p. 16-30, 2009.
- ARRUDAS, S. R. *et al.* Avaliação do efeito da temperatura na acidez do óleo de frutos de buriti, *Mauritia flexuosa* L.f, oriundas do Norte de Minas Gerais. In: ENCONTRO REGIONAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE QUÍMICA, 28, 2014, Poços de Caldas. **Anais eletrônicos...** Poços de Caldas: 2014. Disponível em: <<http://www.unifal-mg.edu.br/ersbq2014/node/716>>. Acesso em: 10 jan. 2017.
- ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **AOAC**. Official Methods of Analysis of AOAC International. 17th. v. 2., 2000.
- BROCK, J; *et al.* Determinação experimental da viscosidade e condutividade térmica de óleos vegetais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 3, 2008.
- CANCIAM, C. A. Efeito da temperatura na viscosidade de óleos vegetais refinados. **Publicatio UEPG: Ciências Exatas e da Terra, Agrárias e Engenharias**, v. 16, n. 01, p. 7-12, 2010.
- CÂNDIDO, T. L. N; *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacity of buriti (*Mauritiaflexuosa*L.f.) from the Cerrado and Amazon biomes. **Food Chemistry**,v. 177, p. 313-319, 2015.
- CHRISTIE, W. W. **Gas Chromatography and Lipids: a practical guide**. Ayr, Scotland: Pergamon Press, 1989.
- COSTA, R. G. *et al.* Análise dos parâmetros de identidade de óleos vegetais em processos de frituras descontínuas após adição de antioxidantes. **Revista Interdisciplinar [S. L.]**, v. 6, n. 2, p. 48-53, 2013.
- DARNET, S. H. *et al.* Nutritional composition, fatty acid and tocopherol contents of buriti (*Mauritiaflexuosa*) and patawa (*Oenocarpusbataua*) fruit pulp from the amazon region. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 31, n.2, p. 488-491, 2011.
- DEVADAS, R. P. Food and Nutrient Intakes of Individuals in 1 Day in Alaska, Winter 1978. **The Indian Journal of Nutrition and Dietetics**, v. 19, n. 5, p. 161-161, 1982. Disponível em <<http://www.ars.usda.gov/ba/bhnrc/frsg>>. Acesso em 10 out. 2014.
- FORZZA, R. C. *et al.* Angiospermas in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <<http://reflora.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB128482>>. Acesso em: 16 jan. 2017.

- FREIRE, J. A. P. *et al.* Phytochemistry Profile, Nutritional Properties and Pharmacological Activities of *Mauritia flexuosa*. **Journal of food science**, v. 81, n. 11, 2016.
- HIANE, P. A. *et al.* Carotenóides Pro-Vitâmicos e a Composição em Ácidos Graxos do Fruto e da Farinha do Bacuri (*Sheeleaphalerata* Mart.). *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v. 23, n. 2, p. 206-209, 2003.
- HIDALG, F.; NOGALES, F.; ZAMORA R. The role of amino phospholipids in the removal of the cito-and geno-toxic aldehydes produced during lipid oxidation. **Food Chemical Toxicology**, v. 46, n.1, p. 43-8, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Mapas de Biomas do Brasil**: primeira aproximação. Rio de Janeiro: IBGE, 2004.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas, métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.
- LIMA, A. *et al.* Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na amêndoa do pequi (*Caryocar brasiliense*, Camb.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.
- MACHADO, G.; CHAVES, J. B. P.; ANTONIASSI, R. Composição em ácidos graxos e caracterização física e química de óleos hidrogenados de coco babaçu. **Revista Ceres**, v. 53, n. 308, p. 463-470, 2006.
- MEDINA, S. P. *et al.* Caracterização de óleos vegetais de semente de uva e algodão. **Journal of Basic and Applied Pharmaceutical Sciences**, v. 36, n. 1, 2015.
- MOTA, M. M. P. *et al.* 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, 2010.
- OLIVEIRA, L. D. Viabilidade econômica de algumas espécies medicinais nativas do cerrado. **Estudos**, v. 38, n. 2, p. 301-332, 2011.
- OLIVEIRA, L. R.; NEVES, J. A.; SILVA, M. J. M. Avaliação da qualidade físico-química do óleo bruto da amêndoa de babaçu (*Orbignya* spp). **Comunicata Scientiae**, v. 4, n. 2, p. 161-167, 2013.
- RESENDE, I. L. M. *et al.* Estrutura etária de populações de *Mauritia flexuosa* L. f. (Arecaceae) de veredas da Região Central de Goiás, Brasil. **Revista Árvore**, v. 36, p. 103-112, 2012.
- RIBEIRO, E. P. *et al.* **Química de Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Edgar Blucher, 2004.
- SAMPAIO, M. B., CARRAZZA, L. R. **Manual Tecnológico de Aproveitamento Integral do Fruto e da Folha do Buriti (*Mauritia flexuosa*)**. Brasília, DF: ISPN, 2012. 76 p.
- SILVA, C. R. Bioativos tropicais com eficácia comprovada. **Cosmetics & Toiletries**, v. 14, n. 1, 2002.
- SILVA, C. R. *et al.* Caracterização físico-química e dielétrica de óleos biodegradáveis para transformadores elétricos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 2, p. 229-234, 2012.