

Índice de qualidade de óleo de macaúba usando análise de fatores

Edilaine S. Arcanjo^{1†}, Maurício O. Celeri¹, Ana Carolina C. Nascimento¹ Moysés Nascimento¹,
William C. G. Franco¹, José Antonio S. Grossi¹

¹Universidade Federal de Viçosa (UFV).

Resumo: O óleo da palmeira de Macaúba [(*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart)] vem se destacando por suas diversas possibilidades de utilização: na produção de biodiesel, sabão, sabonete, margarina e na indústria de cosméticos. Os frutos da Macaúba são coletados quando caem naturalmente no solo, o que proporciona o aumento da umidade e a colonização de microrganismos que deterioram e alteram partes do fruto. Desta forma, a produção de óleo de qualidade está condicionada ao processo de colheita e pós-colheita. Neste sentido, objetivou-se a criação de um índice de qualidade do óleo extraído da Macaúba (IQO) visando auxiliar o processo de colheita do fruto. Para tanto, utilizou-se dados de um experimento instalado em delineamento em blocos casualizados, onde coletou-se frutos com tempos diferentes de pós-colheita em campo e com diferentes métodos de colheita (frutos colhidos no solo e no coletor). Foram medidas seis variáveis que possuem relação direta com a qualidade do óleo. Partindo das variáveis medidas, utilizou-se uma Análise Fatorial (AF) com rotação varimax para criar o IQO. Como resultados, tem-se que os dois primeiros fatores explicaram 81% da variância dos dados e, o primeiro fator, que explicou 57% da variância total, foi utilizado na construção do IQO. O índice proposto neste trabalho se mostrou eficiente em classificar a qualidade do óleo de Macaúba provindo de amostras de diferentes condições de pós-colheita dos frutos, sugerindo que o tempo pós-colheita em campo dos frutos não deveria ultrapassar os 14 dias.

Palavras-chave: Frutos da Macaúba; IQO; Análise Multivariada.

Macauba oil quality index using factor analysis

Abstract: Macaúba palm oil [(*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Mr. Lodd. ex Mart)] has been standing out for its various possibilities of use: in the production of biodiesel, soap, margarine and in the cosmetics industry. Macaúba's fruits are collected when they naturally fall into the soil, which provides increased moisture and the colonization of microorganisms that deteriorate and alter parts of the fruit. Therefore, the production of quality oil is conditioned to the harvesting and post-harvest process. In this sense, aiming to help the harvesting and post-harvest process, the objective was to create an oil quality index (IQO) extracted from Macaúba. In order to do this, data from an experiment installed in a randomized blocks design were used, where fruits with different postharvest times in the field and with different methods of harvest (fruits harvested in the soil and collector) were collected. Six variables that have a direct relationship with oil quality were measured. Based on the measured variables, a Factor Analysis (FA) with varimax rotation was used to create the IQO. As results, the first two factors explained 81% of the variance of the data and, the first factor, which explained 57% of the total variance, was used in the construction of the IQO. The index proposed in this study proved to be efficient in classifying the quality of Macaúba oil from samples of different conditions of post-harvest of fruits, suggesting that the time after harvest in the field of fruits should not exceed 14 days.

Keywords: Macaúba's fruits, IQO, Multivariate Analysis.

^{1†} Autora correspondente: moraesdeoliveiraraquel35@gmail.com.

Introdução

A palmeira macaúba [(*Acrocomia aculeata* (Jacq.)Lodd. ex Mart)] vem se destacando pelos seus inúmeros benefícios (SARI, 2015), os frutos dessa planta podem ser utilizados na produção de biodiesel (SCHERER, 2015), na indústria de cosméticos (CALLEGARI et al., 2015) e na produção de carvão (EVARISTO, 2015). Devido ao fato de possuir compostos fundamentais para o perfeito funcionamento do metabolismo humano, além de diminuir a chance de doenças cardiovasculares e ajudar no controle de dislipidemias (CICONINI, 2012), houve um aumento do interesse pelo óleo da macaúba na alimentação humana, uma vez que este pode ser utilizado como azeite (TÔLEDO, 2010; LORENZI, 2010). Ademais, a farinha do processamento pode ser empregada na produção de biscoitos e similares aumentando a qualidade nutricional (RODRIGUES et al., 2017), e também na alimentação de ruminantes (SOBREIRA et al., 2012).

Pertencente à família das *Arecaceae*, a macaúba é uma palmeira nativa, conhecida popularmente como coco-baboso, bocaiúva, mucajaba e macaíba. Produzida naturalmente do sul do México até o sul da Argentina (MORCOTE-RIOS & BERNAL, 2001). No Brasil, ela ocorre principalmente nos estados de Minas Gerais, São Paulo, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (BHERING et al., 2010), sendo Minas Gerais o centro da diversidade genética (LANES, 2015). A macaúba apresenta caule do tipo estipe e pode atingir de 10 a 16 metros de altura e 20 a 30 cm de diâmetro, os espinhos presentes no caule são pontiagudos localizados na região dos nós e podem apresentar comprimento de até 10 cm (FRANCO, 2019). Segundo Lorenzi et al. (2010), suas folhas apresentam coloração verde, são pinadas, podendo alcançar até 5 metros de comprimento, com aproximadamente 130 folíolos de cada lado com presença de espinhos na região central, ordenadas em diferentes planos configurando uma copa com aspecto plumoso.

Podendo ser comparada ao dendê (*Elaeis guinnensis*) que representa a cultura agrícola com maior produtividade de óleo por hectare cultivado, a macaúba tem mostrado potencial para produzir aproximadamente 5 ton.ha⁻¹ de óleo (PIMENTEL et al., 2011b; REVELLO, 2014). No entanto, atualmente um dos grandes gargalos da cadeia produtiva da Macaúba é o processo de colheita e pós-colheita (FRANCO, 2019). A colheita dos frutos é essencialmente extrativista, ou seja, os frutos são coletados quando caem naturalmente no solo, favorecendo assim o aumento da umidade e a colonização de microrganismos que deterioram e alteram partes do fruto, podendo afetar desse modo a qualidade do óleo (MOTTA et al., 2011).

Nesse sentido, a viabilidade do fruto e a qualidade do óleo dependem do processo de colheita. Segundo Evaristo (2015), o fruto de macaúba quando colhido diretamente no cacho e tratado com fungicida produz óleo do mesocarpo com baixa acidez por até vinte dias. Ainda existem grandes lacunas no processo de colheita dos frutos de macaúba, e ainda inexiste um sistema de colheita rápido, seguro e que mantenha a qualidade dos frutos por período satisfatório (FRANCO, 2019).

Diante do exposto, neste trabalho, objetivou-se propor um índice capaz de determinar a qualidade do óleo de macaúba através de avaliações de amostras do óleo em diferentes períodos de permanência no solo e nos coletores, tomando por base algumas características físicas dos frutos e química de amostras do óleo da polpa.

Material e métodos

Os dados utilizados nesse estudo são provenientes de experimentos que foram conduzidos na Unidade de Ensino, Pesquisa e Extensão (UEPE) da Universidade Federal de Viçosa (UFV), denominada Horta Velha, em Viçosa, MG (20°45'14"S; 42°52'53"W; 648,74 m de altitude), localizada na Zona da Mata Mineira (FRANCO, 2019). O ensaio foi direcionado com oito tratamentos, constituídos por quatro intervalos de permanência no campo dos frutos de macaúba em dois sistemas de colheita (solo e coletor). Tratamento 1: Frutos que permaneceram no solo entre 0 e 7 dias; Tratamento 2: Frutos que permaneceram no coletor entre 0 e 7 dias; Tratamento 3: Frutos que permaneceram no solo entre 7 e 14 dias; Tratamento 4: Frutos que permaneceram no coletor entre 7 e 14 dias; Tratamento 5: Frutos que permaneceram no solo entre 14 e 21 dias; Tratamento 6: Frutos que permaneceram no coletor entre 14 e 21 dias; Tratamento 7: Frutos que permaneceram no solo entre 21 e 28 dias e Tratamento 8: Frutos que permaneceram no coletor entre 21 e 28 dias. O experimento foi conduzido no delineamento em blocos casualizados, sendo cada planta considerada um bloco,

e cada amostra (20 frutos) a unidade experimental, perfazendo-se assim seis blocos com oito tratamentos (GONZAGA, 2019).

Avaliou-se um total de seis variáveis: Peso dos frutos em quilograma após tempo de permanência (PI), peso dos frutos decorridos os tempos de permanência de cada tratamento no campo; Peso de massa fresca de polpa em quilograma (Mpf), peso da polpa dos frutos; Peso em quilograma de massa seca de polpa (Mps), refere-se ao peso após secagem para extração do óleo; Teor de umidade da polpa (TU) dado em porcentagem, obtido pela diferença entre peso de polpa fresca e peso de polpa seca; Índice de Acidez (IA) expresso em mg de NaOH.g⁻¹, resultado apresentado em porcentagem de ácido oleico e Estabilidade Oxidativa (EO), configura o tempo decorrido, em horas, do início da análise até a elevação brusca da condutividade elétrica.

Visando estudar as variáveis supracitadas, em termos de um número menor de variáveis latentes, que representem as variáveis originais por subconjuntos, utilizou-se análise fatorial. Essa metodologia possibilita o agrupamento das variáveis originais em subconjuntos de variáveis latentes denominadas fatores que são não correlacionados.

Para obter tais variáveis, utilizou-se o modelo adotado para uma variável X_i observável, com média μ_i , representado da seguinte forma (FERREIRA, 2011):

$$X_i - \mu_i = l_{i1}F_1 + l_{i2}F_2 + \dots + l_{im}F_m + \varepsilon_i,$$

em que $i = 1, 2, \dots, 6$ e $m \leq 6$; l_{ij} é a carga fatorial da i -ésima variável sobre o j -ésimo fator comum, com $j = 1, 2, \dots, m$; F_1, F_2, \dots, F_m são os fatores comuns (variáveis aleatórias não observáveis) e ε_i são os erros aleatórios que estão associados a i -ésima variável X_i , respectivamente.

Para verificar a adequabilidade da base de dados, primeiramente buscou-se avaliar o padrão de correlação entre as variáveis. Segundo Figueiredo Filho e Silva Junior (2010), no que concerne ao padrão de correlação entre as variáveis, a matriz de correlações deve exibir a maior parte dos coeficientes com valores acima de 0,30.

O número de fatores m foi determinado conforme (FERREIRA, 2011), ou seja, considerando um percentual de explicação de pelo menos 70% da proporção da variância total dos caracteres. Foi utilizada rotação Varimax, para maximizar a variabilidade das cargas fatoriais e facilitar a interpretação da distribuição das variáveis nos respectivos fatores. Nesse sentido, a alocação das variáveis em cada fator foi feita por meio das cargas fatoriais, que consistem na correlação entre cada variável e os respectivos fatores. Dessa forma, as variáveis que fizeram parte do fator são as mais correlacionadas a este.

A partir dos fatores obtidos e dos seu respectivos escores, será criado um índice para determinar a qualidade do óleo de macaúba, denominado índice de Qualidade do Óleo (IQO), onde amostras que possuem valor desse índice acima de zero possuirão óleos que serão classificados como de boa qualidade e abaixo de zero como óleo de má qualidade.

Resultados e discussão

Para as variáveis descritas anteriormente calculou-se a matriz de correlações (Tabela 1). Dessa forma, de acordo com Figueiredo Filho e Silva Junior (2010), como a maior parte das correlações foram superiores a 0,30, os dados mostraram-se adequados à utilização da Análise de Fatores.

Pelo critério de Ferreira (2011), deve-se tomar uma quantidade de fatores igual ao número de autovalores maiores ou iguais a um, portanto foram adotados dois fatores, que explicam 80,71% da variância total dos dados (Tabela 2).

Tabela 1. Matriz de correlações

	PI	MPf	MPs	TU	IA	EO
PI	1	0.8698	0.7559	0.3623	-0.5507	0.3886
MPf	0.8698	1	0.8548	0.4195	-0.5822	0.4163
MPs	0.7559	0.8548	1	-0.0912	-0.3909	0.5271
TU	0.3623	0.4195	-0.0912	1	-0.5133	-0.1524
IA	-0.5507	-0.5822	-0.3909	-0.5133	1	-0.1663
EO	0.3886	0.4163	0.5271	-0.1524	-0.1663	1

Fonte: Autores.

Legenda: Peso dos frutos em quilograma após tempo de permanência (PI); Peso de massa fresca de polpa em quilograma (MPf); Peso em quilograma de massa seca (MPs); Teor de umidade da polpa (TU) dado em porcentagem, Índice de Acidez (IA) expresso em mg de NaOH.g⁻¹ e Estabilidade Oxidativa (EO).

Para definição do número de fatores necessários procedeu-se pelos critérios da Proporção da Variância Explicada (FERREIRA, 2011), como apresentado na Tabela 2 a seguir:

Tabela 2. Proporção da variância explicada pelos autovalores da matriz de correlações

Autovalor	PVE	PVE Acumulada
3,4029	0,5672	0,5672
1,4395	0,2399	0,8071
0,5532	0,0922	0,8993
0,4306	0,0718	0,9710
0,1654	0,0276	0,9986
0,0084	0,0014	1,0000

Fonte: Autores.

Como os dados analisados não se distribuem segundo uma normal multivariada, pelo teste de Shapiro-Wilk para normalidade multivariada (resultado não apresentado), decidiu-se por usar a técnica de análise fatorial com estimação por componentes principais. As comunalidades e cargas fatoriais para a análise de fatores, com e sem rotação Varimax, estão apresentadas na Tabela 3.

Tabela 3. Cargas fatoriais e comunalidades

Variável	Sem rotação Varimax		Com rotação Varimax		Comunalidade
	Fator 1	Fator 2	Fator 1	Fator 2	
P	0,92	-0,02	0,73	0,55	0,84
MPf	0,96	-0,02	0,77	0,58	0,93
MPs	0,85	0,43	0,94	0,15	0,90
TU	0,39	-0,84	-0,18	0,91	0,86
IA	-0,70	0,43	-0,31	-0,76	0,68
EO	0,52	0,60	0,78	-0,18	0,63

Fonte: Autores.

Considerando os resultados obtidos com rotação Varimax o IQO foi definido a partir do Fator 1, que explica aproximadamente 57% da variabilidade contida nos dados e apresenta melhor interpretabilidade.

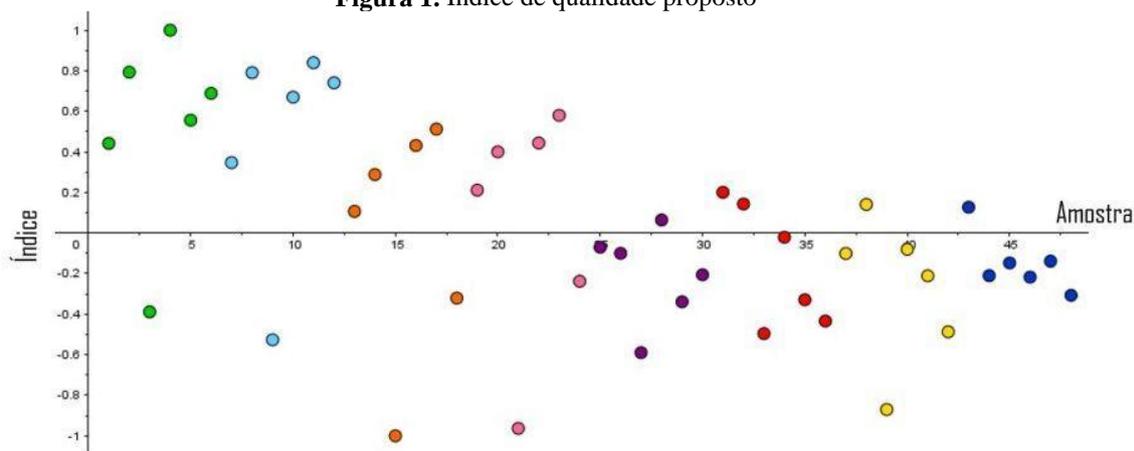
Segundo análises de Franco (2019) alguns atributos físicos do fruto, peso inicial(P), Massa de Polpa Fresca (MPf) e Massa de Polpa Seca (MPs), apresentam relação diretamente proporcional com o fator de qualidade do óleo, assim como o atributo químico Estabilidade Oxidativa (EO). Por outro lado, o Teor de Umidade (TU) e o Índice de Acidez (IA) devem-se manter em níveis baixos, este último recomenda-se, para consumo humano, que se mantenha abaixo de 5% (ANVISA, 2005).

Os escores do fator 1 (F_1) foram normalizados através da seguinte equação:

$$IQO = 2 \frac{F_1 - \min\{F_1\}}{\max\{F_1\} - \min\{F_1\}} - 1,$$

em que $\min\{F_1\}$ e $\max\{F_1\}$ são, respectivamente, o menor e o maior valor obtido dos escores dos indivíduos para o fator F_1 . Dessa forma o índice obtido para determinar a qualidade do óleo de macaúba, varia entre -1 e 1 e pode ser interpretado como: as amostras que possuem valor de IQO acima de zero possuem óleos que serão classificados como de boa qualidade e abaixo de zero como óleo de má qualidade. O resultado deste índice para as diferentes amostras pode ser observado na Figura 1.

Figura 1. Índice de qualidade proposto



Fonte: Autores.

Legenda: As cores: verde, azul claro, laranja, rosa, roxo, vermelho, amarelo e azul marinho, correspondem as amostras oriundas dos tratamentos 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7 e 8, respectivamente.

As amostras de 1 a 6 são oriundas do tratamento 1 (verde), amostras de 7 a 12 são oriundas do tratamento 2 (azul claro), amostras de 13 a 18 são oriundas do tratamento 3 (laranja), amostras de 19 a 24 são oriundas do tratamento 4 (rosa), amostras 25 a 30 são oriundas do tratamento 5 (roxo), amostras de 31 a 36 são oriundas do tratamento 6 (vermelho), amostras de 37 a 42 são oriundas do tratamento 7 (amarelo) e amostras de 43 a 48 são oriundas do tratamento 8 (azul marinho).

É possível notar que amostras que permaneceram por mais tempo em campo possuem índice de qualidade de óleo, em geral, menor do que zero (Figura 1). Isto sugere que óleo provindo de frutos que permanecem por mais tempo em campo não possuem características desejáveis. Isso acontece pois ocorre queda no peso dos frutos com o passar do tempo de permanência dos mesmos em campo (FRANCO, 2019; GOULART, 2014; TILAHUM et al., 2013). Padrão similar é observado com a massa de polpa fresca e seca (FRANCO, 2019; EVARISTO et al., 2017) e com o teor de umidade (FRANCO, 2019).

Ademais, os resultados obtidos neste trabalho estão em conformidade com os encontrados por FRANCO (2019), que mostrou que o tratamento com maior tempo no campo (21 a 28 dias) apresentou um IA de 10,44%, enquanto o tratamento com menor tempo em campo (0 a 7 dias) apresentou um IA de 0,59%, o seja quanto mais tempo em campo dos frutos de macaúba, maior será o índice de acidez e conseqüentemente, menor qualidade do óleo, assim como mostrado na Figura 1.

Com relação a estabilidade oxidativa, segundo Evaristo (2015), menores valores desta variável podem estar relacionados com contaminações microbiológicas, e com as temperaturas elevadas as quais os frutos são submetidos no período de permanência no campo e isso corrobora com o IQO, que mostra a partir da Figura 1 que quanto mais tempo em campo, menor será a qualidade do óleo e isso ocorre, pois as características que são relacionadas aos frutos de macaúba são prejudicadas a medida em que esses frutos permanecem em campo.

A Figura 1 sugere que até o tratamento 4, correspondente a coloração rosa, a maioria das amostras puderam ser classificadas com IQO maior do que zero, ou seja, como óleo de boa qualidade e, a partir do tratamento 4, houve uma drástica diminuição desse índice, sugerindo que os frutos de macaúba não devem permanecer em campo por mais de quatorze dias segundo o índice proposto.

Conclusão

O índice proposto neste trabalho se mostrou uma alternativa em classificar frutos com relação a qualidade do óleo de Macaúba provindo de amostras de diferentes condições de pós-colheita dos frutos, sugerindo que o tempo pós-colheita em campo dos frutos não deve ultrapassar 14 dias. Ademais, a Análise de Fatores se mostrou eficaz na análise exploratória dos dados, ao passo que conseguiu captar uma relação simples entre as variáveis de interesse neste conjunto de dados.

References

- BRASIL. (2005). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC/ANVISA/MS n° 270, de 22 setembro de 2005. *Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal*. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília, DF, 23 set. 2005. Seção 1. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2005/rdc0270_22_09_2005.html. Acesso em: 01 nov. 2019.
- BHERING, L. L.; VILELA, M. F.; AQUINO, F. G.; LAVIOLA, B. G.; JUNQUEIRA, N. T.V.; CARGNIN, A. Mapeamento de maciços naturais de ocorrência de macaúba (*Acrocomia aculeata*) visando à exploração sustentável. In: Congresso Brasileiro De Mamona E Simpósio Internacional De Oleaginosas Energéticas, 4 e 1, 2010, João Pessoa. *Anais eletrônicos...* João Pessoa: Embrapa Agroenergia, 2010. Acesso em: 19 out. 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/854971/1/BID03.pdf>.
- CALLEGARI, F.C.; CREN, E. C.; ANDRADE, M. H. C. Perspectivas da utilização dos óleos da Macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex Mart) no desenvolvimento de cosméticos. In: CONGRESSO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20, 2014, Florianópolis. *Anais eletrônicos...* Florianópolis: ABEQ, 2014. Acesso em: 12 nov. 2018. Disponível em: <http://pdf.blucher.com.br.s3-sa-east-1.amazonaws.com/chemicalengineeringproceedings/cobeq2014/0790-23843-177716.pdf>.
- CICONINI, G. *Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e Pantanal do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil*. (2012). Dissertação (Mestrado em Biotecnologia)- Universidade Católica Dom Bosco-UCDB-Campus Campo Grande, MT, 2012.
- EVARISTO, A. B. *Conservação pós-colheita e potencial bioenergético de frutos de Macaúba (Acrocomia aculeata)*. 2015. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa- UFV- Campus Viçosa, MG, 2015.
- EVARISTO, A. B.; GOULART, S. M.; MARTINS, A. D.; PIMENTEL, L. D.; GROSSI, J. A.S. *Caracterização físico-química de frutos de macaúba provenientes de três regiões do estado de Minas Gerais*. Revista Agrotecnologia, v.8, n.2, p. 81-92.2017.
- FAGUNDES, L. A. *Ômega-3 & ômega-6 - O equilíbrio dos ácidos gordurosos essenciais na prevenção de doença*. 1. Ed. Porto Alegre, Age Ltda, 2002.92p.
- FAO. Livestock's role in climate change and pollution. In: Livestock's Long Shadow: Environmental Issues And Options, Roma. 2006.

- FARIA, L. A. *Hidrólise do óleo da amêndoa da macaúba com lipase extracelular de Colletotrichum gloesporioides produzida por fermentação em substrato líquido*. (2010). Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Farmácia, Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG - Campus Pampulha, MG, 2010.
- FERREIRA, D. F. *Estatística multivariada*. 2. Ed. Lavras: Ed. UFLA, 2011. 675p.
- FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JUNIOR, J. A. *Visão além do alcance: uma introdução à análise fatorial*. Opinião Pública, Campinas, v.16, n.1, p.160-185, 2010.
- FRANCO, W. C. G. *Frequência de queda e avaliação do uso de coletor na conservação pós-colheita de frutos de Macaúba*. (2019). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa - UFV- Campus Viçosa, MG, 2019.
- GOULART, S.M. *Amadurecimento pós-colheita de frutos de Macaúba e qualidade do óleo para a produção de biodiesel*. (2014). Dissertação (Mestrado em Fitotecnia)-Departamento de Fitotecnia.
- JORIS, P.J.; MENSINK, R. P. Role of cis-monounsaturated fatty acids in the prevention of coronary heart disease. *Current Atherosclerosis Reports*, v. 18, n. 7, p.38-45, 2016.
- LANES, E. C. M.; MOTOIKE, S. Y.; KUKI, K. N.; NICK, C.; FREITAS, R. D. Molecular characterization and population structure of the Macaw Palm, *Acrocomia aculeata* (Arecaceae) ex situ germoplasm collection using microsatellites markers. *Journal of Heredity*, v.106, n.1, p.102-112, 2015.
- LORENZI, H.; NOBLICK, L. R.; KAHN, F.; FERREIRA, E. *Flora Brasileira: Arecaceae (Palmeiras)*. Nova Odessa: Plantarum, 2010. 384 p.
- MARTIN, C. A., ALMEIDA, V. V.; RUIZ, M. R.; VISENTAINER, J. E. L.; MATSHUSHITA, M.; SOUZA, N. E.; VISENTAINER, J. V. Ácidos graxos poliinsaturados ômega-3 e ômega-6: importância e ocorrência em alimentos. *Revista de Nutrição*, v. 19, n.6, p.761-770, 2006.
- MINGOTI, S. A. *Análise de dados através de métodos de estatística multivariada: uma abordagem aplicada*. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.
- MOTA, C. S.; CORRÊA, T. R.; GROSSI, J. A. S.; CASTRICINI, A.; RIBEIRO, A. da S. Exploração sustentável da Macaúba para a produção de biodiesel: colheita, pós-colheita e qualidade dos frutos. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte: EPAMIG, v.32, n.265, p.41-51, 2011.
- NEPA - Núcleo de Estudos e Pesquisas em Alimentação. Universidade Estadual de Campinas. TACO - *Tabela Brasileira de Composição de Alimentos*. Campinas, v.1, p.161, 2011.
- PIMENTA, T. V. *Metodologias de Obtenção e Caracterização dos Óleos do Fruto da Macaúba com Qualidade Alimentícia: Da coleta à utilização*. 1. Ed. Belo Horizonte, Escola de Engenharia. Departamento de Engenharia Química, 2010. 102p.
- PIMENTEL, L. D.; MANFIO, C. E.; MOTOIKE, S. Y.; PAES, J. M. V.; BRUCKNER, C. H. Coeficientes técnicos e custos de produção do cultivo da macaúba. *Informe Agropecuário*, v. 32, n.265, p.61-69, 2011b.
- RODRIGUES, I. D.; SANTOS, M. M. R.; CANDIDO, C. J.; SANTOS, E. F. dos.; NOVELLO, D. Adição de farinha de bocaiúva em alfajores: caracterização físico-química e sensorial entre crianças. *Revista da Universidade Vale do Rio Verde*, v.15, n. 02, p. 721-732. 2017.

SARI, Y. W. *Biomass and its potential for protein and amino acids: valorizing agricultural by-products*. 2015. PhD thesis, Wageningen University, 2015.

SCHERER, R. P. *Produção enzimática de ésteres etílicos em sistema livre de solvente em banho de ultrassom empregando óleo do fruto de macaúba (Acrocomia aculeata) e óleo de fritura como substratos*. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos) - Universidade Regional Integrada do Alto Uruguai e das Missões - URI-Campus de Erechim, RS, 2015.

SILVA, G. N. *Uso da secagem e ozonização na conservação pós-colheita de frutos de macaúba*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal de Viçosa -UFV - Campus Viçosa, MG, 2017.

SOBREIRA, H. F.; LANA, R. P.; MANCIO, A. B.; FONSECA, D. M. da.; MOTOIKE, S. Y.; SILVA, J. C. P. M. da.; GUIMARAES, G. Casca e coco de macaúba adicionados ao concentrado para vacas mestiças lactantes em dietas à base de silagem de milho. *Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável*, Viçosa, MG, v.2, n.1., p.113-117, 2012.

TILAHUN, W. W.; GROSSI, J. A. S.; FAVARO, S. P.; PIMENTEL, L. D. *Pós-colheita de frutos de macaúba em ambiente com temperatura controlada: efeito sobre a água na polpa*. 1º Congresso Brasileiro De Macaúba. Patos de Minas 2013.

TOLÊDO, D. de P. *Análise técnica, econômica e ambiental de macaúba e de pinhão-manso como alternativas de agregação de renda na cadeia produtiva de biodiesel*. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais)- Departamento de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Viçosa-UFV -Campus Viçosa, MG, 2010.

YONG, G. PEARCE, S. *A Beginner's Guide to Factor Analysis: Focusing on Exploratory Factor Analysis. Tutorials in Quantitative Methods for Psychology*, v.9,n. 2, p. 79-94,2013.