

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MATO GROSSO DO SUL
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM SAÚDE E DESENVOLVIMENTO
NA REGIÃO CENTRO-OESTE**

VANESSA MANDÚ DA SILVA

**SECAGEM E ARMAZENAMENTO DA BOCAIUVA: ALTERAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA DOS FRUTOS E ESTABILIDADE OXIDATIVA DO ÓLEO**

CAMPO GRANDE - MS

2019

VANESSA MANDÚ DA SILVA

**SECAGEM E ARMAZENAMENTO DA BOCAIUVA: ALTERAÇÃO FÍSICO-
QUÍMICA DOS FRUTOS E ESTABILIDADE OXIDATIVA DO ÓLEO**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde e Desenvolvimento na Região Centro-Oeste, área de concentração Metabolismo e Nutrição, para obtenção do título de Mestre pela Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS).

Orientador: Dr^a. Juliana Rodrigues Donadon.

Coorientadora: Dr^a. Rita de Cássia Avellaneda Guimarães.

CAMPO GRANDE - MS

2019

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ter iluminado o meu caminho, e por ter me dado força, coragem e Fé.

Aos meus pais, Eugenia e Manoel, que sacrificaram e abdicaram de muitos projetos pessoais para que eu tivesse a oportunidade de estudar e investir na minha formação pessoal e profissional. Aos meus irmãos Andressa e Oséias que sempre me ajudaram em todos os momentos que precisei e a minha filha Cibelle que com muito carinho me compreendia nos momentos mais difíceis da minha trajetória.

A professora Dra. Juliana Rodrigues Donadon pela orientação, por sua cumplicidade, compreensão, dedicação, confiança, paciência e amizade. Minhas palavras são infinitas em agradecimento a você. E sou muito grata por tudo!

A professora coorientadora Dra. Rita, que colaborou desde o início deste projeto, e mostrou-se sempre dedicada e pronta a ajudar no andamento do trabalho.

A professora Dra. Raquel, que sempre colaborou e me auxiliou desde a minha graduação, e sempre disposta a me ajudar nos momentos mais difíceis.

Ao professor Dr. Aurélio, que me ajudou desde o meu primeiro projeto da graduação e junto em parceria com a Embrapa Pantanal, colaborando com o andamento do projeto.

Aos técnicos de laboratório Osmar, Camila, Márcio e Ulana que me auxiliaram por meio de seus conhecimentos e que sem eles não seriam possíveis o desenvolvimento da pesquisa.

Aos meus colegas e professores do Curso de Pós-Graduação pelo ensino e companheirismo.

A todos que de alguma forma contribuíram para a realização desse trabalho.

RESUMO

Resumo: Este trabalho teve por objetivos avaliar as modificações físico-químicas de frutos de bocaiuva desidratados em diferentes condições de ar e armazenados por até 120 dias, bem como verificar a estabilidade oxidativa do óleo da sua polpa e amêndoa. Os frutos de bocaiuva "*Acrocomia totai*" foram coletados, sanitizados, desidratados nas temperaturas de 40, 50, 60 e 70 °C e armazenados em sacos de ráfia na temperatura ambiente. A secagem em temperaturas mais elevadas (70 °C) resultou em polpas com coloração mais escura e alaranjada, mas com menor acidez em álcool solúvel e índice de acidez do óleo da polpa. A acidez da polpa aumentou durante o armazenamento. A composição centesimal da polpa não apresentou alterações relevantes após a secagem e armazenamento dos frutos, com exceção dos teores de cinzas, que foram superiores na polpa dos frutos desidratados a 40°C e que aumentaram durante o armazenamento. Os teores de carotenoides e de ácido ascórbico foram superiores na polpa dos frutos desidratados a 40 °C, que podem ser armazenados por até 60-90 dias, para aproveitamento destes compostos. A atividade antioxidante foi superior nos frutos desidratados a 40 °C ou 50 °C por até 90 dias. Os valores do índice de peróxido da polpa das bocaiuvas desidratadas a 40 °C se enquadraram na legislação, tendo como parâmetro o azeite de oliva virgem. As bocaiuvas podem ser desidratadas a 70 °C e armazenadas por até 30 dias sem comprometer a qualidade do óleo da polpa e a 40, 50, 60 ou 70 °C por até 120 dias, sem comprometer a qualidade do óleo da amêndoa. O óleo da polpa de bocaiuva submetida à secagem a 40 °C apresentou uma diminuição gradativa dos antioxidantes α -Tocoferol e β -Caroteno durante o tempo de armazenamento. O óleo da amêndoa de frutos desidratados a 40 °C apresentou maior estabilidade oxidativa até 90 dias de armazenamento.

Palavras-chave: *Acrocomia totai*, temperatura, desidratação, óleo, pós-colheita

ABSTRACT

Abstract: The objective of this work was to evaluate the physico-chemical modifications of dehydrated bocaiuva fruits in different air conditions and stored for up to 120 days, as well as to verify the oxidative stability of the oil of its pulp and almond. The "*Acrocomia totai*" bocaiuva fruits were collected, sanitized, dehydrated at temperatures of 40, 50, 60 and 70 °C and stored in raffia bags at room temperature. Drying at higher temperatures (70 °C) resulted in pulps with darker and orange coloring, but with lower acidity in soluble alcohol and acidity index of pulp oil. The acidity of the pulp increased during storage. The centesimal composition of the pulp showed no relevant changes after drying and storage of the fruits, except for the ash contents, which were higher in the fruit pulp dehydrated at 40 °C and increased during storage. The carotenoids and ascorbic acid contents were higher in the pulp of dehydrated fruits at 40 °C, which can be stored for up to 60-90 days, for the use of these compounds. The antioxidant activity was higher in dehydrated fruits at 40 °C or 50 °C for up to 90 days. The values of the peroxide content of the pulp of the dehydrated bocaiuvas at 40 °C were included in the legislation, with the virgin olive oil as a parameter. The bocaiuvas can be dehydrated at 70 °C and stored for up to 30 days without compromising pulp oil quality and at 40, 50, 60 or 70 °C for up to 120 days without compromising the quality of the almond oil. Bocaiuva pulp oil subjected to drying at 40 °C showed a gradual decrease of α -Tocopherol and β -Carotene antioxidants during storage time. The almond oil of dehydrated fruits at 40 °C showed higher oxidative stability up to 90 days of storage.

Key words: *Acrocomia totai*, temperature, dehydration, oil, post harvest

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Características físicas dos frutos de bocaiuva <i>in natura</i>	43
Tabela 2. Valores médios e correspondentes desvios padrão das características químicas da polpa de bocaiuva <i>in natura</i>	44
Tabela 3. Coloração da polpa de frutos de bocaiuva em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamentos	48
Tabela 4. Variação da coloração (L*, a* e b*) e da acidez em álcool solúvel da polpa de bocaiuvas em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento	48
Tabela 5. Acidez em álcool solúvel, teor de água, Aw e composição centesimal (em 100g de amostra com 12% bu de umidade) da polpa de bocaiuva em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento	50
Tabela 6. Variação dos teores de umidade, carboidratos+fibras, proteínas, cinzas, lipídios da polpa e amêndoa de bocaiuvas em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento.....	51
Tabela 7. Compostos bioativos em base seca da polpa de bocaiuva em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento	54
Tabela 8. Variação dos teores de ácido ascórbico, carotenoides e atividade antioxidante da polpa de bocaiuvas em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento	54
Tabela 9. Índices de acidez, peróxido e iodo do óleo da polpa e da amêndoa de bocaiuva em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento ..	56
Tabela 10. Variação dos índices de acidez, de peróxido e de iodo do óleo da polpa e da amêndoa de bocaiuvas em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento	57
Tabela 11. Coloração do óleo da polpa e amêndoa de bocaiuva em função da temperatura secagem e do tempo de armazenamento.....	59
Tabela 12. Variação da coloração (L*, a* e b*) do óleo da polpa e amêndoa de bocaiuva em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento ..	60

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Mapa representando os Biomas do Brasil e as regiões de ocorrência.....	16
Figura 2. Palmeira bocaiuva e características das folhas pinadas.....	17
Figura 3. Estirpe de bocaiuva com espinhos (A) e sem espinhos (B) ...	18
Figura 4. Inflorescência da bocaiuva	18
Figura 5. Cachos com frutos de bocaiuva imaturos (A) e maduros (B).	19
Figura 6. Farinha da polpa de bocaiuva de frutos desidratados em diferentes condições de ar.....	22
Figura 7. Frutos de bocaiuva da espécie <i>Acrocomia totai</i> (Vianna, 2012) coletados no município de Corumbá, MS.....	29
Figura 8. Secagem da água superficial dos frutos de bocaiuva... ..	30
Figura 9. Secagem dos frutos de bocaiuva em estufa.....	30
Figura 10. Polpa de bocaiuva desidratada.	32
Figura 11. Farinha da polpa de bocaiuva obtida de frutos desidratados a 40, 50, 60 e 70 °C e armazenados por 30 dias (Época 1).	32
Figura 12. Amêndoa de bocaiuva desidratados a 40 °C e armazenado por 30 dias (Época1)	33
Figura 13. Farinha da amêndoa de bocaiuva obtida de frutos desidratados a 40, 50, 60 e 70 °C e armazenados por 120 dias.	33
Figura 14. Fruto (A) e polpa (B) de bocaiuva <i>in natura</i> e farinha da polpa desidratada (C)	34
Figura 15. Cubetas do espectrofotômetro Konica Minolta CM-2300d para leitura da coloração do óleo da polpa (A) e amêndoa (B) de bocaiuva.....	35
Figura 16 Espaço de Cor L*a*b*	35
Figura 17. Atividade antioxidante pelo método DPPH.....	38
Figura 18. Extração dos lipídios da polpa de bocaiuva	39

Figura 19. Óleo da amêndoa (A) e polpa (B) de bocaiuva	39
Figura 20. Curvas de secagem de frutos de bocaiuva submetidos a diferentes temperaturas de secagem.....	46
Figura 21. Temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento de frutos de bocaiuva submetidos à secagem em diferentes condições de ar.....	47
Figura 22. Espectro de absorção UV-Vis dos óleos da polpa de frutos de bocaiuva submetidos à secagem a 40 °C (PL40) e 70 °C (PL70) e armazenados por até 120 dias, obtido entre 232/270 nm na temperatura ambiente. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias)	61
Figura 23. Mapa de emissão-excitação dos óleos da polpa de bocaiuva obtidos nas temperaturas de 40 °C (PL40) a 70 °C (PL70), no período de 120 dias de armazenamento quanto excitados entre 250 - 425 nm e coletados entre a faixa de emissão de 250 - 750 nm. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias).	62
Figura 24. Espectro de absorção UV-Vis dos óleos da amêndoa de bocaiuva na temperatura de 40 °C (AM40) e 70 °C (AM70), no período de 120 dias, obtidos entre 232/270 nm em temperatura ambiente. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias)	63
Figura 25. Mapa de emissão-excitação dos óleos da amêndoa de bocaiuva obtidos nas temperaturas de 40 °C (AM40) a 70 °C (AM70), no período de 120 dias de armazenamento quanto excitados entre 250 - 350 nm e coletados entre a faixa de emissão de 250 - 450 nm. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias)	64
Figura 26. Período de indução versus tempo de armazenamento determinado pelo método de Rancimat dos óleos da polpa de bocaiuva. PL40 e PL70: polpa desidratada a 40 e 70 °C. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias)	65
Figura 27. Período de indução versus tempo de armazenamento determinado pelo método de Rancimat dos óleos da amêndoa de bocaiuva. AM40 e AM70: amêndoa desidratada a 40 e 70 °C. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias)	66

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

HDL – Lipoproteína de alta intensidade
LDL – Lipoproteína de baixa intensidade
MUFAs - Ácidos Graxos Monoinsaturados
PUFAs - Ácidos Graxos Poli-insaturados
Aw – Atividade de água
CV – Coeficiente de Variação
DP – Desvio padrão
p<0,01 – Significativo a 1%
sp – Espécie
OMS – Organização Mundial da Saúde
Anvisa – Agência Nacional de Vigilância Sanitária.
MS – Mato Grosso do Sul
MG – Minas Gerais
PR – Paraná
SP – São Paulo
mEq Kg⁻¹ – Miliequivalente por quilo
mg L⁻¹ – Miligrama por litro
g/100g – Gramas por 100 gramas
mL de sol. N% - Mililitro de solução normal
mm – Milímetro
µg g⁻¹ – Micrograma por grama
mg KOH g⁻¹ – Miligrama de hidróxido de potássio
Kg – Quilograma
I₂ g 100g⁻¹ – Iodeto em gramas por 100 gramas
N% v/p – Normalidade volume/massa
T °C – Temperatura em graus Celsius
pH – Potencial hidrogeniônico
BU – Base úmida
SS – Sólidos solúveis
AT – Acidez titulável
IC₅₀ – Concentração inibitória de 50%

DDPH – Radical livre (2,2-Difenil-1-picril-hidrazila)

DIC – Delineamento inteiramente casualizado

RDC – Resolução da Diretoria Colegiada

CNNPA – Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos

AOAC – Association of Official Analytical Chemists

NaOH – Hidróxido de sódio

L* – Luminosidade variando do branco ao preto

a* – Coloração na região do vermelho ao verde

b* – Coloração no intervalo do amarelo ao azul

CIE – Commission Internationale de l'Eclairage

PL40 – Polpa obtida do fruto desidratado a 40 °C

PL70 – Polpa obtida do fruto desidratado a 70 °C

AM40 – Amêndoa obtida do fruto desidratado a 40 °C

AM70 – Amêndoa obtida do fruto desidratado a 70 °C

EP0 – Época 0 dias

EP1 – Época 30 dias

EP2 – Época 60 dias

EP3 – Época 90 dias

EP4 – Época 120 dias

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	15
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	16
2.1 Biomas: Cerrado e Pantanal	16
2.2 Aspectos biológicos da <i>Acrocomia sp</i>	17
2.3 Atributos físicos e composição da bocaiuva	20
2.4 Secagem e Armazenamento	20
2.5 Farinha de bocaiuva	22
2.6 Perfil lipídico dos frutos de bocaiuva	23
2.7 Técnicas ópticas.....	24
2.7.1 Espectroscopia de absorção de luz ultravioleta - visível (UV-Vis)	24
2.7.2 Espectroscopia de fluorescência.....	24
2.7.3 Estabilidade oxidativa: Rancimat	25
2.7.4 Espectroscopia no controle de qualidade e vida de prateleira	26
3 OBJETIVOS.....	28
3.1 Objetivo Geral.....	28
3.2 Objetivos Específicos	28
4. METODOLOGIA	29
4.1 Matéria-prima	29
4.2 Caracterização dos frutos de bocaiuva <i>in natura</i>	31
4.3 Secagem e armazenamento.....	31
4.4 Análises físico-químicas	33
4.4.1 Análises Físicas	33
4.4.2 Diâmetros longitudinal e equatorial	33
4.4.3 Atividade de água da polpa <i>in natura</i> e desidratada	34
4.4.4 Coloração.....	34
4.5 Análises químicas na polpa de bocaiuva.....	35
4.5.1 Sólidos solúveis.....	35
4.5.2 pH.....	36
4.5.3 Acidez titulável (AT).....	36
4.5.4 Ratio.....	36
4.5.5 Acidez em álcool solúvel	36
4.6 Composição centesimal na polpa de bocaiuva.....	36
4.6.1 Umidade.....	36

4.6.2	<i>Carboidratos e fibras</i>	37
4.6.3	<i>Proteínas</i>	37
4.6.4	<i>Cinzas</i>	37
4.6.5	<i>Lipídios</i>	37
4.7	Compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa <i>in natura</i> e desidratada dos frutos de bocaiuva	37
4.7.1	<i>Ácido ascórbico</i>	37
4.7.2	<i>Carotenoides</i>	38
4.7.3	<i>Atividade antioxidante</i>	38
4.8	Análise da qualidade do óleo da polpa e da amêndoa de bocaiuva <i>in natura</i> e desidratada	39
4.8.1	<i>Índice de acidez</i>	40
4.8.2	<i>Índice de peróxido</i>	40
4.8.3	<i>Índice de iodo</i>	40
4.8.4	<i>Espectroscopia dos óleos: absorção na região UV-Vis e fluorescência</i>	41
4.8.4.1	<i>Espectroscopia dos óleos: absorção na região UV-Vis</i>	41
4.8.4.2	<i>Estabilidade oxidativa: Rancimat</i>	41
4.9	Análise estatística	42
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5.1	Características físicas dos frutos de bocaiuva <i>in natura</i>	43
5.2	Características químicas da polpa de frutos de bocaiuva <i>in natura</i> , resultados expressos em amostra integral e com 12% de umidade	44
5.3	Índices de acidez, de peróxido e de iodo do óleo da polpa e da amêndoa de frutos de bocaiuva <i>in natura</i>	45
5.4	Efeito da secagem e do armazenamento de frutos de bocaiuva	46
5.4.1	<i>Coloração da polpa de bocaiuva</i>	47
5.4.2	<i>Acidez em álcool solúvel, teor de água, Aw e composição centesimal da polpa de bocaiuva</i>	49
5.4.3	<i>Compostos bioativos da polpa de bocaiuva</i>	53
5.5	Propriedades físico-químicas do óleo da polpa e amêndoa de bocaiuva desidratadas	55
5.6	Coloração do óleo da polpa e amêndoa de bocaiuvas desidratadas a 40 e 70 °C e armazenadas por até 120 dias	59

5.7 Técnicas ópticas: Espectroscopia de absorção UV-Vis e fluorescência do óleo da polpa e da amêndoa de frutos de bocaiuva submetidos à secagem e ao armazenamento	61
5.8 Estabilidade oxidativa: Rancimat.....	65
6 CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS	69

1 INTRODUÇÃO

A bocaiuva é uma palmeira frutífera nativa do gênero *Acrocomia*, encontrada em todas as regiões do país nos domínios fitogeográficos Amazônia, Caatinga, Cerrado, Mata Atlântica e Pantanal (Leitman et al., 2015). No Brasil, de seis espécies, duas são mais utilizadas por populações locais, *A. aculeata* e *A. totai* (Silva, 2017a).

O fruto apresenta elevado teor de lipídios, sendo 32,76% na polpa e 55,42% na amêndoa (Lira et al., 2013), onde predomina o ácido graxo monoinsaturado oleico (ômega 9) (Munhoz et al., 2012), que está relacionado com a redução da taxa de LDL (colesterol ruim) e com o aumento da taxa do HDL (colesterol bom) (Aoqui, 2012).

A polpa contém o β -caroteno e α -tocoferol que são antioxidantes naturais e precursores das vitaminas A e E, respectivamente (Coimbra & Jorge, 2011). As vitaminas A, C e E e os carotenoides são capazes de reduzir o aumento das reações em cadeia e as lesões provocadas pelos radicais livres, retardando ou inibindo o envelhecimento celular (Dolinsky, 2009). Estas substâncias estão relacionadas com a redução no risco de doenças crônicas não transmissíveis, como o câncer e doenças cardiovasculares (Fisk II et al., 2011).

Devido às potencialidades do fruto de bocaiuva para fins alimentícios, nos últimos anos, pesquisas têm sido desenvolvidas em diferentes áreas temáticas com o objetivo de fortalecer a cadeia produtiva de forma sustentável no Estado de Mato Grosso do Sul. O fruto de bocaiuva apresenta conteúdo de água elevado e o processo da secagem é um processo vantajoso para preservar e conservar as características do fruto aumentando sua vida útil e mantendo sua qualidade.

A secagem é uma tecnologia pós-colheita que permite retirar parte da água contida nos produtos agrícolas minimizando as perdas no campo, propiciando armazenagem por períodos mais longos, sem o perigo de deterioração do produto, impedindo o desenvolvimento de microrganismos. A secagem pode ser feita com ventilação natural, ou seja, ação dos ventos, ou forçada, com uso de equipamentos com controle da temperatura (Ball, 2013).

A temperatura elevada reduz o tempo de secagem do fruto, agilizando o processo durante a safra e reduzindo o tempo de espera após a colheita, evitando a deterioração. No entanto, Donadon et al. (2013) verificaram que a secagem em altas

temperaturas altera a ultraestrutura das sementes de frutos de crambe, que apresentam elevado teor de lipídios, podendo afetar a qualidade do óleo extraído.

Assim, este trabalho tem por objetivo avaliar o efeito secagem e do armazenamento de frutos de bocaiuva na estabilidade físico-química e oxidativa.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Biomas: Cerrado e Pantanal

No território Nacional, o bioma se caracteriza em uma área do espaço geográfico de acordo com a zona climática, seu tipo uniforme de ambiente, vegetação e fauna associada (Coutinho, 2006).

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2004), o Cerrado é considerado o segundo maior bioma do Brasil, ocupando uma área de 23,92%, e o Pantanal corresponde ao menor bioma, com área total de 1,76% (Figura 1). Estes biomas são encontrados no Estado de Mato Grosso do Sul e apresentam enormes diversificações de espécies frutíferas nativas que podem contribuir para o crescimento econômico em diversas áreas, principalmente no setor alimentício.

No Cerrado e Pantanal vem ocorrendo grandes avanços significativos, principalmente, nas últimas décadas. Algumas técnicas vêm sendo implantadas para o desenvolvimento da sustentabilidade e para a conservação de áreas protegidas, com isso, os ecossistemas nativos vêm sendo cada vez mais reconhecidos (Cavalcanti et al., 2002).



Figura 1. Mapa representando os Biomas do Brasil e as regiões de ocorrência.
Fonte: IBGE (2004).

2.2 Aspectos biológicos da *Acrocomia* sp

As espécies do gênero *Acrocomia* são palmeiras frutíferas conhecidas popularmente como bocaiuva (Morcote-Rios; Bernal, 2001). Sua distribuição ocorre

em maiores concentrações nos estados de Minas Gerais, Goiás, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (Santos Júnior et al., 2012).

A bocaiuva apresenta sistema radicular profundo e desenvolvido com raízes primárias grossas que colaboram na fixação da palmeira ao solo. As raízes terciárias e quaternárias que se resultam das secundárias, são as mais importantes no processo de absorção de água (Mirisola Filho, 2009).

Apresenta folhas de coloração verde escuro de tamanho e forma diversas. Constituem-se da bainha que se adere à estirpe da palmeira, do pecíolo que se liga a bainha e dos folíolos que se inserem no prolongamento da raque dando o aspecto plumoso caracterizando a espécie *Acrocomia* (Sodré, 2005). As folhas são pinadas e geralmente em quantidades de 10 a 30 por planta (Lorenzi, 2006) (Figura 2).

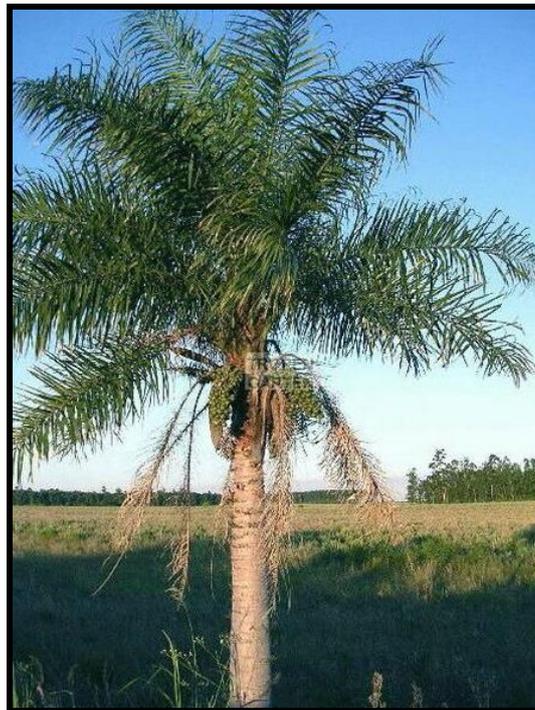


Figura 2. Palmeira bocaiuva e características das folhas pinadas.
Fonte: Palmpedia.

O caule (tronco) de bocaiuva é denominado estirpe e possui comprimento de 10 a 15 m de altura, mas o de algumas palmeiras pode ser superior a 20 m (Henderson et al. 1995). Apresenta de 20 a 30 cm de diâmetro e espinhos escuros e pontiagudos em algumas plantas (Figura 3) (Mota et al. 2011). Logo, na palmeira, quanto maior a altura da estirpe, menor o seu diâmetro, e os espinhos presentes são características das reminiscências das bainhas espinhentas.

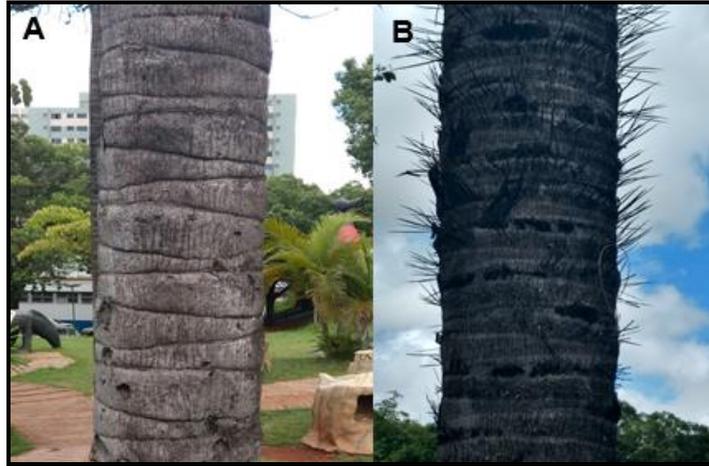


Figura 3. Estirpe de bocaiuva sem espinhos (A) e com espinhos (B).
Fonte: Arquivo pessoal.

As inflorescências são formadas em cachos que ficam pendurados podendo alcançar até 80 cm de comprimento. Suas flores apresentam cor amarelada e são abrigadas por uma espata onde seu comprimento pode chegar até dois metros (Figura 4) (Nucci, 2007).



Figura 4. Inflorescência da bocaiuva.
Fonte: Nucci (2007).

O fruto pode variar em diâmetro, coloração da casca e da polpa, de acordo com cada espécie, podendo sua frutificação (Figura 5) ocorrer em palmeiras com desenvolvimento ainda incompleto, geralmente seis anos após a emergência (Ciconini, 2012).

Vianna (2012) caracterizou espécies de *Acrocomia* na região de Corumbá – MS, e encontrou populações naturais de *A. totai*, apresentando palmeiras com cachos de 94 cm comprimento, 108 cm de largura e 12,2 kg de massa.

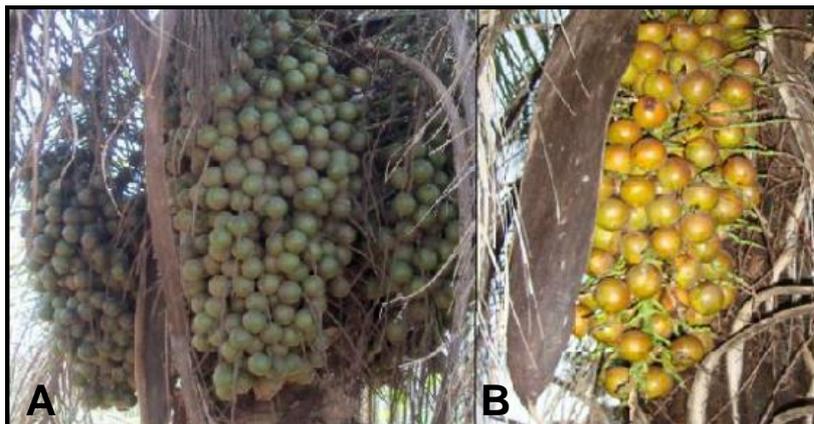


Figura 5. Cachos com frutos de bocaiuva imaturos (A) e maduros (B).
Fonte: Ciconini (2007)

De acordo com Salis e Mattos (2009) na região do Pantanal o período da floração varia entre os anos, geralmente a bocaiuva apresenta frutos verdes o ano todo, com frutos maduros de setembro a dezembro, com diferentes colorações de polpas, em função da variabilidade genética inerente à espécie.

Os frutos começam a se formar, caracterizando uma aparência esférica que varia de 2,5 a 5,0 cm de diâmetro (Nucci, 2007). O fruto de bocaiuva é do tipo carnoso, que após o amadurecimento se destaca facilmente, composto pelo epicarpo (casca), de coloração verde-amarelada. O mesocarpo (polpa) possui coloração amarelada, comestível, apresentando sabor adocicado e rico em glicérides. O endocarpo possui consistência rígida, extremamente aderido à polpa, apresenta coloração escura e contém no seu interior uma amêndoa oleaginosa comestível (Faria, 2012).

2.3 Atributos físicos e composição de frutos de bocaiuva

Os atributos que determinam a qualidade e o grau de aceitabilidade dos frutos pelos consumidores são aparência, textura, aroma, cor, sabor e valores nutricionais (Cenci, 2006).

O fruto de bocaiuva caracteriza uma excelente fonte de nutrientes por ser rico em carboidratos, fibras, lipídios, proteínas e minerais como cobre, zinco e potássio (Ramos et al., 2008). Em seu perfil lipídico o ácido graxo monoinsaturado oleico (C18:1 ω -9) é predominante na polpa e na amêndoa, assim como, os saturados láurico e palmítico. A composição química e estabilidade oxidativa do fruto

tem despertado grande importância para as indústrias alimentícias, tanto na atividade nutricional quanto no interesse socioeconômico (Munhoz et al., 2012).

A polpa de bocaiuva é rica em β - caroteno, principal carotenoide identificado por Ramos et al. (2008) e que apresenta atividade pró-vitamina A (Nellis et al., 2017), além da ação antioxidante, que de forma direta ou indireta pode estar correlacionado a benefícios para a saúde (Zimmermann & Kirsten, 2008). Os antioxidantes são substâncias que apresentam a capacidade de retardar ou inibir a oxidação de substratos oxidáveis, por ação enzimática ou não enzimática (Morais et al., 2009), além do potencial de induzir respostas celulares específicas de acordo com o composto (Zimmermann & Kirsten, 2008).

Os principais agentes antioxidantes presentes nas frutas e hortaliças são as vitaminas A, C e E, os carotenoides e flavonoides e outros compostos que são capazes de reduzir o aumento das reações em cadeia e as lesões provocadas pelos radicais livres (Bianchi; Antunes, 1999).

O óleo extraído da polpa e da amêndoa de bocaiuva pode ser utilizado em diversas áreas, na produção de cosméticos, alimentos e biodiesel (Faria, 2012).

2.4 Secagem e Armazenamento

O processo de secagem ocorre por meio da remoção da água de um determinado alimento (Celestino, 2010), e classifica-se em secagem natural ou ao ar ambiente, e secagem artificial ou ao ar movimentado artificialmente (Machado, 2013).

Segundo Fellows (1994), durante o processo de secagem, ocorre a expulsão da água permitindo a diminuição da massa e do volume. Esse processo contribui na redução dos custos de transporte, do tamanho da embalagem e do ambiente de armazenamento dos produtos.

As deteriorações por microrganismos, bem como as alterações por reações químicas e enzimáticas, ocorrem quando o conteúdo de água no alimento é elevado. Este conteúdo quando reduzido, leva à conservação do produto por longos períodos. Outras vantagens apresentadas pela tecnologia da secagem são o prolongamento da vida útil do produto, devido à redução do teor de água, necessário para as reações metabólicas, a concentração dos nutrientes e a redução das perdas na pós-colheita (Celestino, 2010).

O tempo de secagem diminui consideravelmente com o aumento da temperatura. No entanto, Costa et al. (2012) avaliaram o efeito da secagem com ar natural (temperatura 23 °C e 60,6% de umidade relativa) e artificial nas temperaturas de 30, 40, 50, 60 e 70 °C e umidades relativas de 37,4%; 22,3%; 14,0%; 8,3% e 5,1%, respectivamente, na qualidade fisiológica de frutos de crambe. Verificaram que a qualidade fisiológica foi afetada pelo aumento da temperatura de secagem.

Donadon et al. (2013) ao estudarem o efeito da secagem a 35 °C (21% UR), 45 °C (9% UR), 60 °C (7% UR), 75 °C (5% UR) e 90 °C (2% UR) na ultraestrutura de frutos de crambe verificaram que as gotas de óleo presentes nos cotilédones se rompem e coalescem em temperaturas acima de 60 °C, podendo afetar a qualidade lipídica das sementes.

Costa et al. (2012) verificaram que os valores da condutividade elétrica da solução de embebição do crambe foram inferiores nos frutos submetidos à secagem com ar natural, ou seja, em temperatura mais baixa. A condutividade elétrica avalia a integridade das membranas celulares por meio da determinação dos íons lixiviados na solução de embebição (Vieira & Krzyzanowski, 1999). Quanto menor o valor da leitura de condutividade, menores os danos às membranas celulares, afetando o metabolismo celular.

O conhecimento do efeito da temperatura e das condições de armazenamento é essencial para a manutenção da qualidade do produto durante o tempo de estocagem, bem como durante a comercialização (EMBRAPA, 2011).

A sanitização do produto e a redução do teor de água são métodos indispensáveis para que ocorra o armazenamento em ambiente natural, preservando os atributos físico-químicos e mantendo a sua viabilidade (Silva et al., 2000). A tecnologia de secagem prolonga a vida útil e reduz os custos na pós-colheita permitindo o armazenamento por longos períodos em temperatura ambiente.

2.5 Farinha de bocaiuva

A bocaiuva é muito consumida pela população regional do estado de Mato Grosso do Sul, tanto na forma *in natura* quanto na fabricação de doces, sorvetes e farinhas (Lorenzi & Negrelle, 2006).

A obtenção da farinha ocorre por meio da moagem da parte comestível de vegetais, podendo passar por processos tecnológicos adequados. A designação

farinha deve ser seguida pelo nome do vegetal de origem, segundo a legislação (BRASIL, 2001). A Figura 6 apresenta farinhas de bocaiuva obtidas de frutos desidratados em diferentes condições de ar.

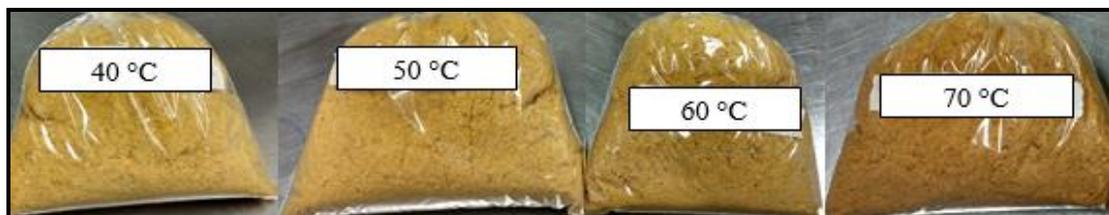


Figura 6. Farinha da polpa de bocaiuva de frutos desidratados em diferentes condições de ar.

Fonte: Arquivo pessoal

Segundo Loures (1989), as fábricas de produção de farinhas de médio e pequeno porte podem ser instaladas próximas às fontes de obtenção do alimento *in natura* com a finalidade de incentivar o cultivo, e beneficiar a população regional com a criação de novos empregos, favorecendo assim o aumento da renda *per capita*. Segundo Ordóñez et al. (2005) quando um alimento é submetido ao processo de transformação ele passa a ser um produto seguro e com vida útil prolongada. Este produto deve conter mínimas perdas nutricionais durante o preparo e armazenamento. Essas perdas estão relacionadas com o tipo de tratamento tecnológico aplicado, do alimento utilizado e da composição nutricional.

Para o processamento de frutos é necessário observar a qualidade da matéria prima, o conteúdo de água e utilizar práticas higiênicas e de despulpamento adequados, bem como acondicionar em embalagem apropriada. A busca da qualidade do produto é um fator primordial para a aceitação do consumidor e para o potencial de comercialização (Bastos, 2006).

A variabilidade de farinhas no setor de alimentos tem aumentado, especialmente nos de produtos de panificação, dietéticos e alimentos infantis (Carvalho, 2000).

2.6 Perfil lipídico dos frutos de bocaiuva

Os óleos e as gorduras possuem relevantes propriedades funcionais que beneficiam a saúde humana, tais como a capacidade de produzir os efeitos metabólicos ou fisiológicos que auxiliam na redução de doenças crônico-

degenerativas, atuam como veículos para as vitaminas lipossolúveis (A, D, E e K) e apresentam fontes de ácidos graxos essenciais como o linoleico, linolênico e araquidônico (Fuentes et al., 2010).

Os ácidos graxos saturados em excesso são prejudiciais à saúde humana e estão presentes nas gorduras, principalmente em produtos de origem animal. Entretanto, os ácidos graxos monoinsaturados (MUFAs) e os poli-insaturados (PUFAs) são os mais saudáveis, e são encontrados principalmente em óleos vegetais (Aoqui, 2012).

Segundo Alves et al. (2012) a bocaiuva apresenta grandes quantidades de lipídios totais, destacando em sua composição os ácidos graxos monoinsaturados ou oleico (C18:1 ω -9). Hiane et al. (2005) encontraram 65,87% de ácidos graxos oleico na polpa de bocaiuva, 62,16% na farinha da polpa e 40,17% na amêndoa.

O óleo da polpa de bocaiuva possui altas percentagens de ácidos graxos monoinsaturados, representados pelo alto teor de ácido oleico, que reduz sensivelmente a taxa do (LDL-colesterol), formador da placa aterogênica nos vasos sanguíneos. Concomitantemente, o ácido oleico influencia no aumento da taxa do (HDL-colesterol), que aponta um relevante papel no transporte do colesterol livre na corrente sanguínea, levando até o fígado para ser metabolizado e excretado pelo organismo (Aoqui, 2012). Segundo Soares & Ito (2000) a ação do ácido graxo monoinsaturado vem demonstrando efeitos significativos na prevenção e tratamento de doenças crônicas na saúde humana.

O interesse em obter óleos de polpas e sementes de frutos é de extrema importância para suprir as necessidades nutricionais e industriais (Somerville et al., 2000), e o óleo de bocaiuva possui similaridade com o azeite de oliva sendo uma ótima alternativa para revitalização como óleo de cozinha (Ramos et al., 2008).

2.7 Técnicas ópticas

2.7.1 Espectroscopia de absorção de luz ultravioleta - visível (UV-Vis)

A espectroscopia de absorção de luz na região do UV-Vis é uma técnica aplicada com precisão para determinar a estabilidade oxidativa de óleos vegetais. Através dos picos de absorção de 232 e 270 nm, são monitoradas a termodegradação do óleo, pois nesta região os produtos de oxidação primários

(dienos conjugados) e secundários (dicetonas e cetonas insaturadas) gerados durante o processo de termo-oxidação são fortemente afetados com a absorção de luz. As estruturas dos triacilgliceróis ou formação de novas moléculas são modificadas pelos comprimentos de onda (Dantas, 2011).

Na região visível e na ultravioleta - UV do espectro compreendem energias entre 36–72 Kcal/mol e 143 Kcal/mol, respectivamente, promovendo os níveis de energias mais elevados de transições de elétrons para orbitais (Chimenez, 2011).

Para os sistemas conjugados, a espectroscopia de absorção UV tem maior finalidade, possibilitando que os grupos característicos sejam capazes de ser reconhecidos em moléculas de complexidade muito variável. A conjugação dos sistemas moleculares em geral conduz a absorção para um maior comprimento de onda (ocorrendo no visível) (Silverstein et al., 1994).

2.7.2 Espectroscopia de fluorescência

A técnica de espectroscopia de fluorescência molecular pode ser utilizada para avaliar o processo oxidativo e monitorar a qualidade de óleos vegetais, absorvendo e emitindo energia em comprimentos de ondas de alguns compostos presentes como os tocoferóis e carotenoides (Chimenez, 2011; Oliveira, 2013).

Através desta técnica podem ser aplicados dois espectros: emissão e excitação. A emissão é obtida através da intensidade de radiação e emitida em um comprimento de onda curto, entretanto, os espectros de excitação são obtidos através da medida da intensidade de fluorescência absorvida em um comprimento de onda longo (Chitarra; Chitarra, 2005; Chimenez, 2011).

Os compostos que apresentam propriedades antioxidantes reagem com os radicais desenvolvidos ao longo do processo de degradação, evitando que os ácidos graxos se rancifiquem, além disso, as estruturas alteradas dos tocoferóis e carotenoides passam a serem observadas a partir das espectroscopias de absorção e fluorescência molecular (Almeida, 2007; Caires et al., 2014; Kongbonga et al., 2011). A espectroscopia de fluorescência molecular se torna importante na identificação de adulterações em óleos (Chimenez, 2011; Magalhães et al., 2013; Hernandez, 2009).

2.7.3 Estabilidade oxidativa: Rancimat

Os lipídios quando presentes nos alimentos podem ocasionar diversas reações, como por exemplo, as alterações indesejáveis de cor, sabor, odor e textura, com isso, a composição nutricional e a segurança do alimento são comprometidos, resultando num alimento impróprio para o consumo (Donnelly & Robinson, 1995).

Os fatores que aceleram a reação da oxidação são a presença de catalisadores, sendo estes os pró-oxidantes e a atividade de água (A_w) do alimento, onde a presença de água livre aumenta a atividade enzimática, assim, quando a atividade de água é elevada, o risco de oxidação aumenta (FIB, 2014).

Durante o processo de oxidação em óleos ou gorduras, os ácidos graxos insaturados caracterizados por dupla ligações são mais sensíveis do que os saturados com ligações simples (Monferrer & Villalta, 1993).

Outras causas que se destacam no processo de oxidação dos lipídios são as condições de armazenamento, luminosidade, temperatura, ação enzimática nos tecidos, presença de pró-oxidantes e de microrganismos, contribuindo na redução da vida útil do produto (Nawar, 1985).

De acordo com FIB - Food Ingredients Brasil (2014), para se evitar as reações de oxidação, além dos procedimentos tomados como o controle ambiental (oxigênio, temperatura e luz), as indústrias alimentícias utilizam também substâncias antioxidantes, pois quando adicionadas ao alimento fazem com que reações oxidativas sejam bloqueadas ou inibidas, interferindo também na produção de compostos indesejáveis.

A determinação da estabilidade oxidativa/estocagem dos óleos vegetais é de extrema importância para verificar a resistência do produto à oxidação, bem como a sua vida de prateleira (Reda & Carneiro, 2007).

De acordo com Vasconcelos et al. (2006), a composição química do produto não é um fator único para a estabilidade oxidativa, mas também a qualidade da amostra, das condições em que o produto é armazenado, processado e transportado.

Alguns métodos podem ser utilizados para avaliar a estabilidade oxidativa nos óleos e gorduras como os índices de peróxido, Rancimat, análise sensorial, valor de carbonila, bem como determinação de dienos conjugados (Antoniassi, 2001).

O método Rancimat é capaz de analisar a resistência que um óleo apresenta para iniciar o processo de oxidação, que é determinado pelas reações dos radicais livres (Niето et al., 2010). O Rancimat analisa todas as condições de estabilidade oxidativa, determinando a vida útil do produto (Pawar et al., 2014).

2.7.4 Espectroscopia no controle de qualidade e vida de prateleira

A vida de prateleira ou vida útil pode ser definida como o tempo, em determinada condição de armazenamento do produto até o momento em que ele se torna inaceitável para o consumo (Pinto, 2015).

Para se estimar a vida útil de um produto é fundamental identificar as principais alterações que podem influenciar sua qualidade e estabelecer as condições em que o produto será armazenado (Azeredo, 2012).

As análises de índice de acidez, peróxido e iodo são fundamentais para determinar os índices de qualidade e identidade (Khoddami et al., 2014), e as características mínimas que os óleos e gorduras vegetais devem obedecer, tendo em vista, a proteção à saúde da população (BRASIL, 2005).

Através dessas análises e da absorvância na região do ultravioleta a 232 e 270 nm, podem ser monitoradas a oxidação de óleos, assegurando o índice de qualidade do produto.

O método espectrofotométrico na região do ultravioleta constitui em um dos padrões de autenticidade ou verificação da qualidade do óleo utilizado pelo Conselho Oleícola Internacional (COI). Durante o armazenamento do óleo pode ocorrer formação de produtos que resultam na oxidação elevando os coeficientes de extinção na região do ultravioleta (Boskou, 1998; Aguilera et al., 2005).

Segundo Mittelbach & Gangl (2011) através da análise dos picos de absorvância em cerca de 232 e 270 nm, pode-se monitorar a degradação térmica dos óleos vegetais, sendo que nestas regiões de comprimento de onda os produtos de oxidação primários e secundários tornam-se afetados.

As transições eletrônicas dos elétrons dos orbitais ligantes para os orbitais antiligantes das duplas conjugadas e cetonas α -insaturadas são referidas aos comprimentos de onda, formadas no início dos estágios (232 nm) e no final da degradação (270 nm) (Aricetti & Tubino, 2012).

As técnicas ópticas, principalmente a espectrofluorimetria apontam grandes perspectivas quanto a sua utilização no monitoramento da qualidade de óleos (Luna, 2012).

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o efeito da secagem dos frutos de bocaiuva em diferentes condições de ar e do tempo de armazenamento nas características físico-químicas da polpa e na estabilidade oxidativa do óleo da polpa e amêndoa.

3.2 Objetivos Específicos

- Coletar os frutos de bocaiuva da espécie *Acrocomia totai* (Vianna, 2012) e caracterizá-los físico-quimicamente.
- Avaliar o efeito da secagem em diferentes condições de ar (40, 50, 60 e 70 °C) e do armazenamento por até 120 dias na estabilidade dos frutos de bocaiuva por meio de análises físico-químicas na polpa de bocaiuvas.
- Caracterizar quimicamente o óleo da polpa e da amêndoa de frutos de bocaiuvas submetidos a secagem em diferentes condições de ar e armazenados por até 120 dias.

4 METODOLOGIA

4.1 Matéria-prima

Os cachos de bocaiuva (Figura 7) foram coletados manualmente na área rural do município de Corumbá, MS, em dezembro de 2016, quando os frutos completaram o desenvolvimento fisiológico, estágio de maturação determinado visualmente quando os frutos começaram a se desprender dos cachos e apresentavam coloração amarela.



Figura 7. Frutos de bocaiuva da espécie *Acrocomia totai* (Vianna, 2012) coletados no município de Corumbá, MS.

Fonte: Arquivo pessoal

Os frutos com lesões, totalmente verdes e em senescência foram descartados. Os íntegros com coloração da casca amarelo intenso foram lavados com água potável e sanitizados com água clorada a 200 mg L⁻¹ de cloro ativo, por 10 min. Após a sanitização e secagem da água superficial (Figura 8), em bancada forrada com papel toalha, os frutos foram separados em dois lotes.



Figura 8. Secagem da água superficial dos frutos de bocaiuva.
Fonte: Arquivo pessoal

O lote 1, com aproximadamente 3 kg de frutos, foi utilizado para caracterização físico-química dos frutos, e o lote 2, com 100 kg de frutos, para secagem em diferentes condições de ar e armazenamento (Figura 9).



Figura 9. Secagem dos frutos de bocaiuva em estufa.
Fonte: Arquivo pessoal

4.2 Caracterização dos frutos de bocaiuva *in natura*

Os frutos foram caracterizados fisicamente quanto ao diâmetro equatorial e longitudinal, massa total, teor de água e coloração da casca e da polpa, separando-se 25 unidades para as avaliações.

Para determinação do estágio de maturação dos frutos, as polpas foram avaliadas em três repetições, com 1kg cada, quanto aos teores de sólidos solúveis, pH, acidez titulável e Ratio. Avaliou-se a Aw da polpa dos frutos e os teores de carboidratos, proteínas, cinzas, lipídios, acidez em álcool solúvel, ácido ascórbico, carotenoides totais e atividade antioxidante. O óleo da polpa foi avaliado quanto ao índice de acidez, de peróxido e de iodo.

4.3 Secagem e armazenamento

A secagem dos frutos de bocaiuva foi realizada artificialmente em estufa de duas portas de dobradiça marca Marconi – modelo MA-035/5 com circulação e renovação de ar forçado a 40, 50, 60 e 70 °C.

A redução do teor de água ao longo da secagem foi acompanhada pelo método gravimétrico, conhecendo-se o teor de água inicial do produto, até atingir o teor de água desejado (12% bu).

A temperatura do ar de secagem foi monitorada por meio de um termômetro instalado no interior do secador. A umidade relativa do ar de secagem foi obtida por meio dos princípios básicos de psicrometria, monitorando-se as condições do ar do ambiente externo.

Após a secagem nas diferentes condições de ar 60 kg de frutos foram acondicionados em sacos de rafia e armazenados na temperatura ambiente, por até 120 dias. A temperatura e umidade relativa do ar foram monitoradas por meio de termohigrômetro.

Durante o armazenamento, os frutos de cada tratamento foram avaliados físico-quimicamente aos 0, 30, 60, 90 e 120 dias (5 épocas), em três repetições quanto ao teor de água, a atividade de água, teores de carboidratos e fibras, proteínas, cinzas, lipídios, acidez em álcool solúvel, ácido ascórbico, carotenoides totais e atividade antioxidante. O óleo da polpa e da amêndoa dos frutos desidratados foi avaliado quanto aos índices de acidez, peróxido e iodo.

Para as análises químicas e extração do óleo, as polpas e as amêndoas foram homogeneizadas em moinho de facas obtendo-se farinhas da polpa e da amêndoa (Figuras 10, 11, 12 e 13).



Figura 10. Polpa de bociuiva desidratada.
Fonte: EMBRAPA



Figura 11. Farinha da polpa de bociuiva obtida de frutos desidratados a 40, 50, 60 e 70 °C e armazenados por 30 dias (Época 1).
Fonte: Arquivo pessoal



Figura 12. Amêndoa de bocaiuva desidratada a 40 °C e armazenada por 30 dias (Época 1).

Fonte: Arquivo pessoal



Figura 13. Farinha da amêndoa de bocaiuva obtida de frutos desidratados a 40, 50, 60 e 70 °C e armazenados por 120 dias.

Fonte: Arquivo pessoal

4.4 Análises físico-químicas

4.4.1 Análises Físicas

4.4.2 Diâmetros longitudinal e equatorial

Os diâmetros externo longitudinal e equatorial dos frutos *in natura* foram determinados com o uso de paquímetro digital da marca ZAAS 6, e as massas dos frutos, da casca (epicarpo), da polpa (mesocarpo) e da semente (endocarpo) que contém semente oleaginosa foram avaliadas por meio de balança analítica marca AND HR-202 e os resultados foram expressos em gramas. Os rendimentos em

casca, polpa e amêndoa dos frutos foram determinados subtraindo a massa do fruto inteiro da massa de casca, de polpa e de amêndoa, respectivamente, correlacionando cada fração à massa total e os resultados foram expressos em porcentagem.

4.4.3 Atividade de água da polpa *in natura* e desidratada

A atividade de água foi avaliada utilizando um equipamento medidor da marca Hydroplam, modelo Aw 1 e o teor de água do fruto foi determinado em estufa a 105 °C até massa constante (Silva, 2017b).

4.4.4 Coloração

A coloração da casca e da polpa do fruto *in natura*, da polpa desidratada e do óleo da polpa e da amêndoa de frutos desidratados foi determinada utilizando um espectrofotômetro Konica Minolta CM-2300d e os resultados foram expressos em L* (preto ao branco), a* (verde ao vermelho) e b* (azul ao amarelo) conforme o espaço de cor L*a*b* da *Commission Internationale l-Eclairage* (CIE) (Figura 14,15 e 16).

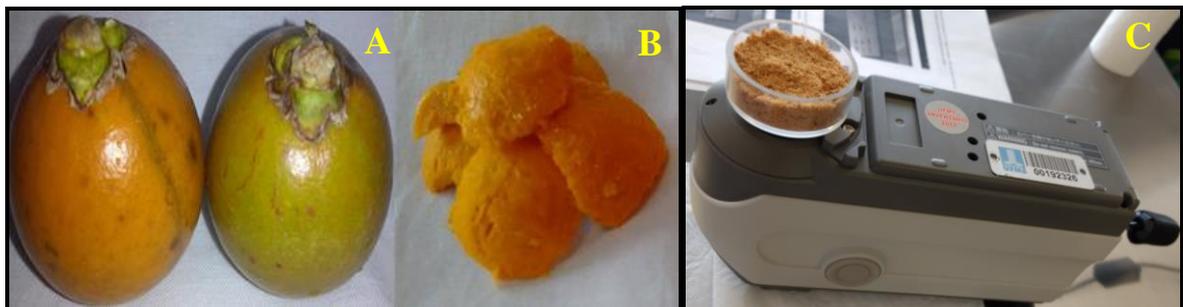


Figura 14. Fruto (A) e polpa (B) de bocaiuva *in natura* e farinha da polpa desidratada (C).

Fonte: Arquivo pessoal

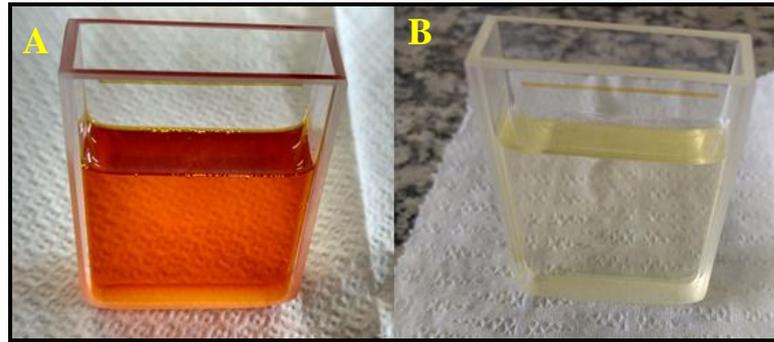


Figura 15. Cubetas do espectrofotômetro Konica Minolta CM-2300d para leitura da coloração do óleo da polpa (A) e amêndoa (B) de bocaiuva.

Fonte: Arquivo pessoal

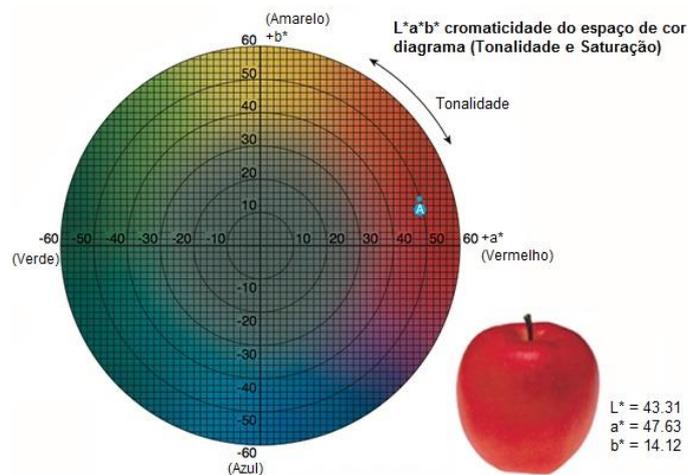


Figura 16. Espaço de Cor L*a*b*.

Fonte: Konica Minolta

4.5. Análises químicas

4.5.1 Sólidos solúveis

Os teores de sólidos solúveis (SS) na polpa *in natura* de bocaiuva, expressos em °Brix foram determinados por meio do refratômetro digital marca Hanna instruments HI 96801 (IAL, 2008).

4.5.2 pH

Para a análise do pH da polpa *in natura* de bocaiuva foi utilizado potenciômetro calibrado com tampão de pH 7,0 e 4,0, segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.5.3 Acidez titulável (AT)

A acidez titulável (AT) expressa em gramas de ácido cítrico por 100 g de polpa *in natura* de bociuiva foi determinada titulando-se amostra conhecida do produto com solução padronizada de hidróxido de sódio 0,1N utilizando-se a fenolftaleína a 1% como indicador (IAL, 2008).

4.5.4 Ratio

O Ratio foi determinado por meio da relação entre teores de sólidos solúveis e os teores de acidez titulável (SS/AT) na polpa *in natura* de bociuiva.

4.5.5 Acidez em álcool solúvel

Na polpa de bociuiva *in natura* e desidratada, a acidez em álcool solúvel, expressa em mL de solução normal de NaOH 100g⁻¹, foi determinada por meio da titulação da amostra com hidróxido de sódio 0,01N até coloração rósea persistente (IAL, 2008).

4.6 Composição centesimal da polpa de bociuiva

A composição centesimal da polpa *in natura* e desidratada dos frutos foram determinadas segundo metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008).

4.6.1 Umidade

O teor de umidade do fruto inteiro foi determinado pelo método gravimétrico em estufa a 105°C até peso constante.

4.6.2 Carboidratos e fibras

Carboidratos + fibras foram calculados por diferença, conforme Equação 3.

Equação 3: Carboidratos + fibras = 100 – (umidade + cinzas + lipídios + proteínas).

4.6.3 Proteínas

O teor de proteína foi quantificado pelo método de Micro-Kjeldahl, baseado na determinação do teor de nitrogênio total da amostra. A conversão do resultado em proteína bruta foi por meio do fator de conversão 5,75, utilizado para proteínas vegetais. Os resultados foram expressos em %, em relação à massa da amostra integral.

4.6.4 Cinzas

O teor de cinzas foi determinado por meio de incineração da amostra seca, obtida após determinação de umidade, em uma mufla a 550 °C até coloração branca ou cinza claro.

4.6.5 Lipídios

A metodologia utilizada para a extração de lipídios foi de acordo com BRASIL (2005) utilizando como solvente o éter de petróleo (30-40 °C), separado com o auxílio de evaporador rotativo (802d, Fisatom, Brazil).

4.7 Compostos bioativos e atividade antioxidante da polpa *in natura* e desidratada dos frutos de bocaiuva

4.7.1 Ácido ascórbico

O teor de ácido ascórbico foi quantificado por meio de método titulométrico, usando 2,6 diclorofenolindofenol de sódio a 0,1% (IAL, 2008).

4.7.2 Carotenoides

A determinação de carotenoides nos frutos foi realizada de acordo com a metodologia de Rodriguez-Amaya (1999).

4.7.3 Atividade antioxidante

A determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH (2,2-difenil-1-picrilhidrazilo), adaptado de Fukumoto & Mazza (2000), foi avaliada em extratos hidroacetônicos, (70% acetona) segundo Roesler et al. (2007) na polpa do fruto de bocaiuva. As análises foram realizadas em microplacas por meio de diluição seriada da amostra onde primeiramente foram adicionadas 25 μL de etanol, 25 μL da amostra e 200 μL de DPPH. As absorbâncias foram detectadas a 520 nm em espectrofotômetro (Thermo Scientific Multiskan GO, Thermo Fisher Scientific Corporation, USA) após 6 horas. Como padrão foi utilizado Trolox (ácido (\pm) -6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-carboxílico). Para o cálculo do IC_{50} foi utilizado a equação obtida a partir da curva padrão onde substitui-se o y pelo valor de 50 obtida das amostras sendo os resultados expressos em mg mL^{-1} (Figura 17). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

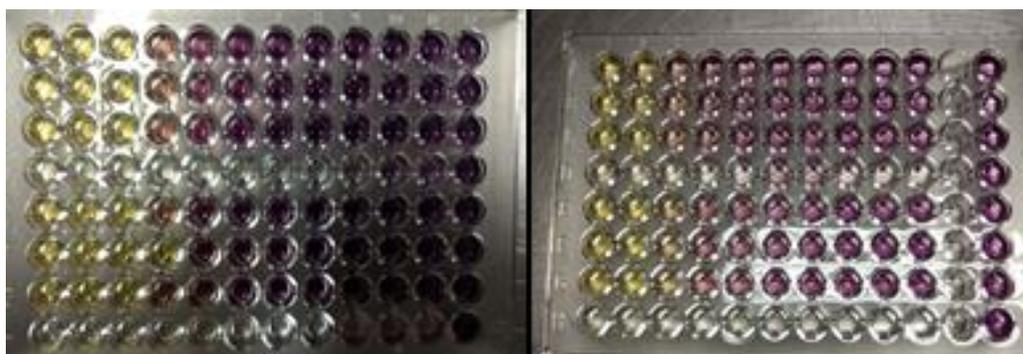


Figura 17. Atividade antioxidante pelo método DPPH.

Fonte: Arquivo pessoal

4.8 Análise da qualidade do óleo da polpa e da amêndoa de bocaiuva *in natura* e desidratada

Os lipídios foram extraídos utilizando como solvente o éter de petróleo (30-40 $^{\circ}\text{C}$), (Figura 18). As farinhas da polpa e da amêndoa dos frutos foram acondicionadas em cartucho de papel de filtro e imersas em éter de petróleo por 24h a 18 $^{\circ}\text{C}$. A mistura éter/óleo foi filtrada e o solvente removido com o auxílio de evaporador rotativo (802d, Fisatom, Brazil). Os óleos (Figura 19) foram acondicionados em frascos âmbar escuro, ao abrigo da luz e em temperatura ambiente (25 $^{\circ}\text{C}$). As análises foram realizadas logo em seguida.



Figura 18. Extração dos lipídios da polpa de bocaiuva.
Fonte: Arquivo pessoal



Figura 19. Óleo da amêndoa (A) e polpa (B) de bocaiuva.
Fonte: Arquivo pessoal

4.8.1 Índice de acidez

O índice de acidez do óleo foi determinado pela metodologia oficial adaptada, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um erlenmeyer de 125 mL foi colocado 1 a 2 g de cada amostra de óleo e adicionados 30 mL de solução de éter etílico e álcool etílico (1:1). O produto foi agitado até a completa diluição do óleo, acrescentando-se três gotas de solução alcoólica do indicador ácido/base fenolftaleína. A titulação foi realizada com solução de NaOH 0,025M até o surgimento da coloração rósea, estável por 30 segundos.

4.8.2 Índice de peróxido

Foi utilizada a metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um erlenmeyer de 125 mL foi colocado cerca de 1 g de cada amostra de óleo, adicionados 6 mL de solução de ácido acético glacial e clorofórmio (3:2) e 0,1 mL de solução saturada de iodeto de potássio, com agitação por cerca de 2 minutos. À mistura, foram adicionados 40 mL de água destilada e 0,1 mL de solução de amido a 1%. A titulação foi procedida com solução de tiosulfato de sódio a 0,01M até a mistura ficar incolor e transparente.

4.8.3 Índice de iodo

Foi determinado pela metodologia oficial, descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). Em um erlenmeyer de 250 mL foi colocado 0,1 g de cada amostra de óleo e adicionados 5 mL de clorofórmio, 20 mL de solução de Hanus e colocado ao abrigo da luz durante uma hora com agitação manual a cada 20 minutos. Em seguida, foram adicionados 10 mL de solução de iodeto de potássio a 10%, isenta de iodo livre, 100 mL de água destilada e 2 mL de solução de amido a 0,2%. Em seguida a titulação foi procedida com agitação magnética com solução de tiosulfato de sódio a 0,1M até a mistura transparente (incolor).

4.8.4 Espectroscopia dos óleos: absorção na região UV-Vis e fluorescência

Os óleos extraídos da polpa e da amêndoa de frutos desidratados a 40 °C e 70 °C, e armazenados por 120 dias foram avaliados por meio de técnicas ópticas e Rancimat.

4.8.4.1 Espectroscopia dos óleos: absorção na região UV-Vis

Os dados de absorção UV-Vis foram obtidos através de espectrofotômetro (Varian, Cary-50) e uma célula quartz com 10 mm de comprimento. Este espectrofotômetro possui como fonte de excitação uma lâmpada pulsante de xenônio, um monocromador Czerny-Turner (0,25 m) e um detector diodo Si. Os

óleos foram diluídos em hexano (Panreac, grau espectroscópico 99,9%) a 0.1g.L^{-1} , e absorção espectra UV-Vis obtida entre 220 e 420 nm. Todas as mensurações foram realizadas em temperatura ambiente.

As medições de fluorescência dos óleos foram analisadas com fluorímetro de bancada (Varian, Cary Eclipse), composto por uma lâmpada pulsante de xenônio (80 Hz) como fonte de excitação, dois monocromadores, sendo um para excitação com seleção de comprimento de onda e o outro para emissão do comprimento de onda, e a um tubo fotomultiplicador (R928) para detecção de sinal de fluorescência. O mapa de contorno de fluorescência dos óleos foi obtido por excitação entre 300 e 650 nm, enquanto que a emissão coletada entre 350 e 750 nm. O suporte de amostras foi uma cubeta de quartzo com caminho óptico de 10 mm com quatro lados polidos. Todas as medições foram efetuadas à temperatura ambiente.

4.8.4.2 Estabilidade oxidativa: Rancimat

A estabilidade oxidativa foi determinada obtendo-se o período de indução através do teste de Rancimat, segundo o método EN 14112, utilizando o equipamento Rancimat (893 Professional Biodiesel Rancimat, Metrohm, Brasil). As análises foram realizadas adicionando 3,0 g do óleo sem diluição a uma reação de vaso de vidro a $110\text{ }^{\circ}\text{C}$ e analisando sob fluxo de ar constante de 10 L/h, que passou pelas amostras e depois em um recipiente de medição contendo 50 mL de água ultrapura em que a condutividade gerada pelos produtos voláteis durante a degradação do óleo vegetal foi medida em função do tempo (Comitê Europeu de Padronização, 2003).

4.9 Análise estatística

O experimento de secagem e armazenamento foi realizado utilizando-se um delineamento inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (4 x 5), sendo quatro temperaturas de secagem (40, 50, 60 e $70\text{ }^{\circ}\text{C}$) e cinco tempos de armazenamento (0, 30, 60, 90 e 120 dias).

Para as avaliações as amostras foram tomadas em triplicata e ao acaso e os dados foram analisados por meio de análise de variância. As médias foram comparadas utilizando-se o teste de Tukey a 1% de probabilidade. Quando as interações Tratamentos x Tempo de armazenamento foram significativas procedeu-

se o desdobramento das interações, analisando os fatores dentro de cada nível do outro fator. Para fins de comparação, os resultados obtidos na amostra integral foram convertidos para amostras com 12% de umidade (bu).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Características físicas dos frutos de bocaiuva *in natura*

As características dos frutos de bocaiuva *in natura* estão apresentadas na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas dos frutos de bocaiuva *in natura*.

Características	Fruto inteiro		Casca		Polpa <i>in natura</i>		Amêndoa	
	Média	DP	Média	DP	Média	DP	Média	DP
Massa unitária (g)	29,83	±1,48	6,40	±1,07	13,36	±1,20	1,03	±0,00
Diâmetro transversal (mm)	32,94	±2,79	-	-	-	-	-	-
Diâmetro longitudinal (mm)	32,18	±2,27	-	-	-	-	-	-
L* (preto ao branco)	-	-	46,19	±2,43	61,74	±0,67	-	-
Cor a* (do verde ao vermelho)	-	-	12,73	±3,81	14,29	±1,02	-	-
b* (do azul ao amarelo)	-	-	35,89	±3,58	46,61	±5,85	-	-
Umidade	41,36	±3,23	-	-	-	-	-	-
Aw da polpa	-	-	-	-	0,94	±0,01	-	-

DP, desvio padrão.

As massas unitárias do fruto inteiro, da casca e da polpa foram superiores em 38,8%, 51,25% e 33,8%, respectivamente, às massas de bocaiuvas coletadas no município de Teodoro Sampaio, Pontal do Paranapanema, SP, por Zanatta (2015), enquanto a massa da amêndoa foi 23,3% inferior. Os resultados obtidos para os diâmetros transversal e longitudinal foram inferiores aos obtidos por Queiroz (2016), em frutos de bocaiuva coletados em Belo Horizonte/MG, que apresentaram 40,40 e 39,42 mm, respectivamente. Essa caracterização é relevante considerando que existem diferentes espécies de bocaiuva e morfotipos no estado de Mato Grosso do Sul.

Verifica-se na Tabela 1 que a casca e a polpa apresentaram valores positivos de a* e b*, que representam tonalidade vermelha e amarela, respectivamente, com valores mais elevados de b*, em comparação com os de a*, indicando predominância do amarelo. A tonalidade amarela da casca sinaliza que os frutos completaram o desenvolvimento fisiológico e amadureceram. A polpa apresentou valores mais elevados de luminosidade, resultando em coloração amarelo mais claro, em relação à casca. As cores da casca e da polpa das bocaiuvas confirmaram que os frutos foram coletados maduros.

Avaliou-se a umidade no fruto inteiro de bocaiuva, característica fundamental a ser observada, que define a estabilidade e a segurança microbiológica, uma vez

que elevado conteúdo de água presente pode comprometer a qualidade e reduzir a vida útil do fruto (Pereira et al., 2003).

A polpa de bociuiva apresentou atividade de água (A_w) elevada, de 0,94. A maioria dos agentes microbiológicos cresce em meio com atividade de água no intervalo de 0,90 a 0,99 (Neto et al., 2005), entretanto, nos níveis de atividade de água de 0,60, ocorre a paralização do crescimento de microrganismos, bem como a redução das reações deterioradoras dos alimentos (Sarantópoulos & Oliveira, 2001), então a desidratação da bociuiva pode ser favorável ao aumento a vida útil do fruto.

A atividade antioxidante da polpa de bociuiva *in natura* apresentou alto potencial. Destacando que quanto menor o valor encontrado maior capacidade antioxidante o fruto apresenta (Luzia & Jorge, 2010).

5.2 Características químicas da polpa de frutos de bociuiva *in natura*, resultados expressos em amostra integral e com 12% de umidade

Os resultados da caracterização química da polpa de frutos de bociuiva *in natura* encontram-se na Tabela 2.

Tabela 2. Valores médios e correspondentes desvios padrão das características químicas da polpa de bociuiva *in natura*.

Parâmetros	Amostra integral	Amostra (12% bu de umidade)
	Média DP	Média DP
Carboidratos + fibras	39,62±0,97	71,46±1,46
Proteínas (%)	1,82±0,04	2,73±0,06
Cinzas (%)	1,73±0,00	2,60±0,00
Lipídios totais (%)	15,47±1,01	23,22±1,51
Acidez Titulável (g/100g)	0,18±0,00	0,27±0,00
Acidez em álcool solúvel (mL de sol. N%)	2,70±0,05	4,05±0,08
Sólidos solúveis (°Brix)	12,80±0,46	-
SS/AT (Ratio)	71,11±0,00	-
pH	5,74±0,02	-
Ácido Ascórbico (mg 100g ⁻¹)	9,69±0,00	14,54±0,00
Carotenoides Totais (µg g ⁻¹)*	51,77±0,34	77,69±0,37
Atividade Antioxidante IC ₅₀ (mg mL ⁻¹)	0,49±0,00	0,74±0,00

Triplicata de análise. * µg em equivalente de β-caroteno. g⁻¹ de amostra. DP, desvio padrão.

Os resultados obtidos para carboidratos + fibras (Tabela 2), neste trabalho, foram superiores aos encontrados por Silva et al. (2008) em polpa *in natura* de bociuiva (22,10g 100g⁻¹ de carboidratos e 13,76 g 100g⁻¹ de fibra alimentar). Os valores obtidos para proteínas (Tabela 2), foram superiores aos relatados por Lira et al. (2013), que encontraram 1,20% em frutos coletados em Contagem, MG, assim

como os obtidos para cinzas (Tabela 2), que foram superiores aos relatados por Orsi (2015), em frutos de bocaiuva coletados nas áreas rurais do Estado de Goiás (1,37%). O teor lipídico foi similar ao encontrado por Aragão (2014), que relataram 14,96% em polpas de frutos de bocaiuva de Goioerê (PR).

A acidez titulável na polpa *in natura* (Tabela 2) foi inferior a encontrada por Zanatta (2015), em polpas de frutos de bocaiuva (1,16%) do Pontal de Paranapanema (SP). Frutos em diferentes estádios de maturação apresentam diferentes conteúdos de acidez titulável (Chitarra & Chitarra, 2005), que também variam de acordo com a espécie vegetal. O valor obtido para pH corresponde a polpa pouco ácida, e a acidez em álcool solúvel foi 2,70 mL de solução N%.

A relação SS/AT foi elevada devido ao elevado teor de sólidos solúveis na polpa e a baixa acidez (Tabela 2). Segundo Chitarra & Chitarra (2005), essa determinação representa o estágio de maturação e o sabor do fruto, e o aumento do ratio revela que os frutos podem ser selecionados para a indústria de produtos adoçados, tais como, doces, sorvetes e geleias. Portanto, a polpa de bocaiuva apresenta grande potencial de comercialização para estes fins.

A bocaiuva apresentou conteúdo de ácido ascórbico (Tabela 2) próximo ao encontrado por Sanjinez-Argandoña & Chuba (2011), 11,46 mg 100g⁻¹, em frutos de bocaiuva de Presidente Epitácio (SP).

O teor de carotenoides totais na polpa *in natura* de bocaiuva foi próximo ao obtido por Melo & Araújo (2011), em Manga Rosa, de 48,06 (µg 100g⁻¹). Os carotenoides estão relacionados com a prevenção do câncer, doenças cardíacas e diminuição do risco de catarata, além da sua função como pró-vitâmico A (Kopper, 2009). As polpas dos frutos apresentaram elevada capacidade em sequestrar radicais livres (Tabela 2).

5.3 Índices de acidez, de peróxido e de iodo do óleo da polpa e da amêndoa de frutos de bocaiuva *in natura*

Os óleos obtidos da polpa e da amêndoa dos frutos *in natura* apresentaram índice de acidez de 5,31 e 0,54 (mg NaOH g⁻¹), respectivamente. Estes resultados estão dentro do limite estabelecido pela Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa, Resolução RDC n° 270/2005 para óleos de palma virgem (máximo 10,0 mg KOH g⁻¹) (BRASIL, 2005).

Os resultados obtidos para índice de peróxido do óleo da polpa e da amêndoa foram 3,73 e 0,00 (mEq Kg⁻¹), respectivamente, estão dentro do limite permitido de 20 mEq Kg⁻¹, segundo a Instrução Normativa número 166, publicada no Diário Oficial da União em 30 de agosto de 2010. Isso indica que o óleo obtido não sofreu tratamento inadequado na sua extração.

O índice de iodo dos óleos da polpa e da amêndoa foi 56,90 e 18,36 g I₂ g 100g⁻¹, respectivamente. O resultado do óleo da polpa se enquadra dentro dos valores estabelecidos para óleo ou gordura de palma, que segundo a resolução RDC nº 270 da Anvisa (BRASIL, 2005) apresenta intervalo de 50-60 g (I₂ 100g⁻¹). O valor deste índice para o óleo da amêndoa foi próximo ao encontrado por Amaral (2007), de 20 g I₂ 100g⁻¹.

5.4 Efeito da secagem e do armazenamento de frutos de bocaiuva

A secagem dos produtos agrícolas é um dos processos físicos mais utilizados para assegurar a qualidade e estabilidade durante o armazenamento (Araújo et al., 2014).

As médias das temperaturas e umidade relativa dos secadores foram 41,33±1,54 °C (31,72±2,99% UR), 52,2±2,39 °C (18,96±2,08% UR), 59,1±0,74 °C (14,21±2,07% UR), 70±0,10 °C (8,50±0,66% UR), quando as estufas foram reguladas a 40, 50, 60 e 70 °C, respectivamente. O tempo de secagem dos frutos a 40 °C foi de 91 h, enquanto a 50 e 60 °C de 42h e a 70°C de 27 h (Figura 20).

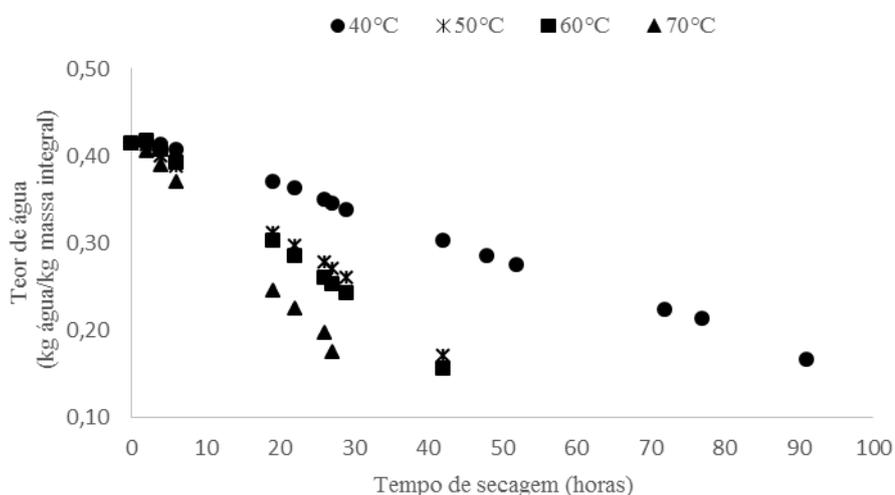


Figura 20. Curvas de secagem de frutos de bocaiuva submetidos a diferentes temperaturas de secagem.

A Figura 21 apresenta a temperatura e a umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento dos frutos de bocaiuva desidratados em diferentes temperaturas.

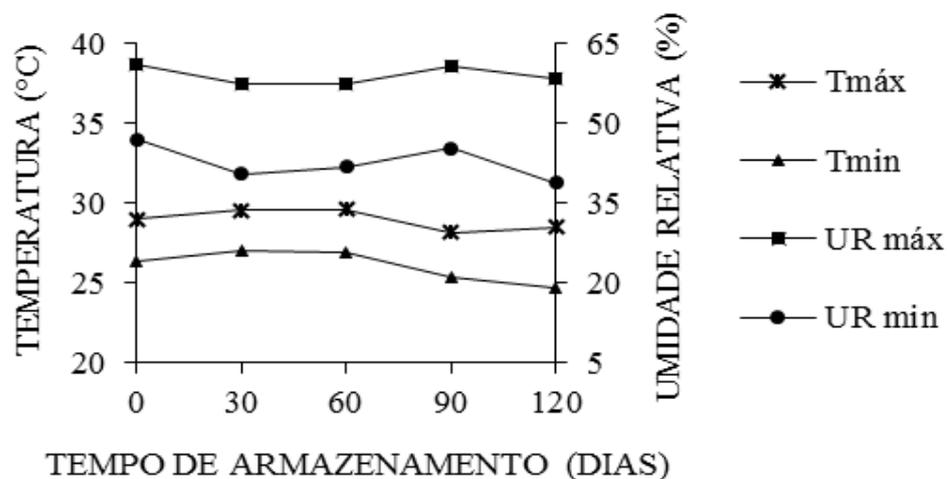


Figura 21. Temperatura e umidade relativa do ar do ambiente de armazenamento de frutos de bocaiuva submetidos à secagem em diferentes condições de ar.

A temperatura do ambiente de armazenamento variou entre 25 e 30 °C e a umidade relativa do ar entre 40 e 61%. A umidade relativa mínima do ar diminuiu de 54 para 40%, nos dois primeiros meses de armazenamento (dezembro e janeiro), para depois variar entre 40-45%, enquanto a máxima não apresentou grandes alterações, variando entre 57-62% (Figura 21).

5.4.1 Coloração da polpa de bocaiuva

Os resultados da coloração da polpa de frutos de bocaiuva submetidos à secagem e armazenados por até 120 dias estão apresentados na Tabela 3.

Tabela 3. Coloração da polpa de frutos de bocaiuva em função da temperatura e do tempo de armazenamentos

Tratamentos	L*	a*	b*
40 °C	64,87 a	9,73 b	32,11 a
50 °C	64,93 a	9,62 b	28,83 b
60 °C	64,45 a	9,91 b	27,64 b
70 °C	59,54 b	11,66 a	25,07 b
Teste F	142,5**	175,53**	153,43**
Tempo (dias)			
0	61,95 b	11,11 a	30,67 a
30	64,48 a	9,99 b	29,27 a
60	64,47 a	9,84 c	27,29 b
90	63,79 b	9,96 b	27,86 b
120	62,55 b	10,27 b	26,97 b
Teste F	21,90**	40,18**	35,12**
Tratamento x tempo	7,10**	32,09**	11,58**
CV (%)	0,03	0,03	0,08

Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,01$). CV, Coeficiente de variação

Os resultados dos desdobramentos das interações significativas estão apresentados na Tabela 4.

Tabela 4. Variação da coloração (L*, a* e b*) de frutos inteiros de bocaiuva em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento

Tratamento	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Luminosidade					
40 °C	62,32 Ba	65,10 Ba	67,82 Aa	65,42 Ba	63,70 Ba
50 °C	62,15 Ba	67,49 Aa	65,46 Ba	66,06 Ba	63,47 Ba
60 °C	63,92 Aa	64,64 Aa	65,79 Aa	64,81 Aa	63,11 Aa
70 °C	59,40 Aa	60,70 Ab	58,81 Ab	58,85 Ab	59,92 Ab
a*					
40 °C	12,42 Aa	9,66 Bb	8,58 Bc	9,22 Bb	8,79 Bc
50 °C	10,54 Ab	8,50 Bc	9,25 Bb	8,97 Bb	10,84 Ab
60 °C	9,66 Ac	10,25 Ab	9,71 Aa	9,78 Ab	10,15 Ab
70 °C	11,81 Aa	11,53 Aa	11,80 Aa	11,88 Aa	11,29 Aa
b*					
40 °C	38,25 Aa	33,06 Ba	29,54 Ca	31,00 Ca	28,69 Ca
50 °C	31,43 Ab	29,03 Ba	27,73 Ba	28,86 Ba	27,09 Ba
60 °C	28,64 Ab	28,09 Aa	27,54 Aa	26,48 Aa	27,43 Aa
70 °C	24,35 Ab	26,88 Aa	24,34 Aa	25,11 Aa	24,68 Aa

Letras maiúsculas na linha e letras minúsculas na coluna. Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Segundo a Tabela 3, os frutos submetidos à secagem na temperatura de 70 °C apresentaram polpa com menor valor de (L*), indicando coloração mais escura que as demais, devido ao aumento da temperatura de secagem. A luminosidade da

polpa de bocaiuvas desidratadas a 60 e 70 °C não se alterou durante o armazenamento. Ao avaliar o tempo de armazenamento de bocaiuvas desidratadas a 40 °C e 50 °C, verificou-se polpas mais claras quando os frutos foram desidratados a 40 °C e armazenadas por 60 dias e a 50 °C por 30 dias (Tabela 4).

A secagem a 70 °C resultou em polpas com mais tons de vermelho em relação às dos frutos desidratados em temperaturas mais baixas (Tabela 3). Durante o armazenamento os valores de a^* das polpas dos frutos desidratados a 40 °C diminuíram, indicando redução da tonalidade vermelha, essa tendência também foi observada nas polpas dos frutos desidratados a 50 °C por até 90 dias. Aos 120 dias de armazenamento, os valores de a^* da polpa dos frutos desidratados a 50 °C não diferiram da polpa dos recém-desidratados (0 dias), na mesma temperatura. Os valores de a^* da polpa não se alteraram durante o armazenamento nos frutos desidratados a 60 e 70 °C (Tabela 4).

Os valores de b^* foram mais elevados nas polpas de bocaiuvas desidratadas a 40 °C, e nas dos frutos armazenados por até 30 dias (Tabela 3). Quanto maior o valor de b^* mais tons de amarelo as polpas apresentam. O desdobramento das interações significativas revelou que os valores de b^* diminuíram durante o armazenamento nas polpas dos frutos desidratados a 40 e 50 °C, indicando afastamento da cor amarela, e não se alteraram durante o armazenamento nas polpas dos desidratados a 60 e 70 °C (Tabela 4).

Ao comparar os resultados da cor da polpa dos frutos desidratados com os obtidos para a polpa *in natura* ($L^* = 61,74 \pm 0,67$, $a^* = 14,29 \pm 1,02$ e $b^* = 46,61 \pm 5,85$), verificou-se que os produtos desidratados apresentaram menores valores de a^* e b^* (Tabela 1). Ao realizar a projeção dos valores no diagrama de cor (tonalidade e saturação), verificou-se polpas desidratadas mais alaranjadas com o aumento da temperatura e do tempo de armazenamento.

5.4.2 Acidez em álcool solúvel, teor de água, A_w e composição centesimal da polpa de bocaiuva

Os resultados das análises físicas e de composição centesimal das polpas dos frutos submetidos à secagem e armazenadas por até 120 dias estão apresentados na Tabela 5.

Tabela 5. Acidez em álcool solúvel, Aw, teor de água e composição centesimal (em 100 g de amostra com 12% bu de umidade) da polpa de bocaiuva em função da temperatura de secagem e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Acidez em álcool solúvel (mL de sol. N%)	Aw	Umidade (%)	Carboidratos +fibras (g 100g ⁻¹)	Proteínas* (g 100g ⁻¹)	Cinzas* (g 100g ⁻¹)	Lipídios polpa* (g 100g ⁻¹)	Lipídios amêndoa* (g 100g ⁻¹)
40 °C	5,63 b	0,36 a	12,01 a	76,24 a	3,24 a	3,14 a	18,26 a	37,48 a
50 °C	6,59 a	0,38 a	11,90 a	77,86 a	3,21 a	2,96 b	17,77 a	38,74 a
60 °C	5,10 c	0,37 a	11,24 a	78,20 a	3,28 a	2,97 b	17,79 a	37,65 a
70 °C	3,65 d	0,33 a	11,27 a	78,36 a	3,29 a	2,91 b	16,84 a	36,50 a
Teste F	339,11**	2,79 NS	1,30 NS	0,61NS	0,58NS	26,18**	0,54NS	1,15NS
Tempo (dias)								
0	3,81 d	0,35 a	13,18 a	71,39 b	2,98 a	2,82 c	22,40 a	34,97 b
30	4,73 c	0,36 a	11,02 a	76,31 b	3,34 a	2,96 b	16,86 b	40,80 a
60	5,67 b	0,35 a	10,89 a	77,08 b	3,44 a	3,03 b	17,14 b	41,20 a
90	5,65 b	0,35 a	10,83 a	78,25 a	3,27 a	3,02 b	16,97 b	37,95 a
120	6,36 a	0,39 a	12,12 a	85,29 a	3,25 a	3,15 a	14,99 b	33,05 b
Teste	176,03**	1,28NS	6,60NS	12,84**	8,71NS	30,25**	9,55**	13,89**
Tratamento x tempo	25,82**	1,26NS	0,95NS	0,49**	1,91NS	1,66**	0,67**	3,44**
CV (%)	0,19	0,05	0,06	0,03	0,07	0,04	0,22	0,07

Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey ($p < 0,01$) *Cálculo, amostra com 12% (bu) de umidade. CV, Coeficiente de variação

A acidez em álcool solúvel da polpa dos frutos submetidos à secagem a 60 e 70 °C apresentou menor valor (Tabela 5), indicando que a menor velocidade de redução do teor de água, nas temperaturas de 40 e 50 °C, e o maior tempo de exposição ao calor, até o teor de água esperado, favoreceram a degradação dos lipídios da polpa e liberação de ácidos livres. Nos frutos desidratados a 70 °C a acidez da polpa se manteve estável durante o armazenamento, enquanto nos desidratados a 40, 50 e 60 °C, os teores aumentaram, indicando degradação dos lipídios presentes (Tabela 6). A tendência desse aumento foi observada por Miranda e El-Dash (2002) em farinha integral de trigo germinado armazenada por 6 meses.

As variações na umidade relativa do ar durante o armazenamento (Figura 1) não levaram a alterações no teor de água e na atividade de água da polpa dos frutos desidratados (Tabela 5). Os valores encontrados para teor de água foram inferiores ao limite máximo (15%) para farinhas (BRASIL, 2005b), enquanto os de Aw foram inferiores ao limite mínimo (0,60) para o desenvolvimento de microrganismos em produtos secos (Pinto & Neves, 2010).

Os teores de proteínas obtidos na polpa de bocaiuva dos diferentes tratamentos e tempos de armazenamento não apresentaram diferenças significativas

($p < 0,01$) (Tabela 5). Os tratamentos não diferiram entre si quanto aos teores de carboidratos + fibras. No entanto, durante o armazenamento, aos 90 e 120 dias, as polpas, independentemente da temperatura de secagem dos frutos, apresentaram teores mais elevados (Tabela 5). Os resultados obtidos para carboidratos foram próximos aos encontrados por Kopper (2009) em farinha da polpa de bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) de frutos coletados em Bodoquena, MS, 51,74 g 100g⁻¹ de carboidratos e 20,91 g 100g⁻¹ de fibra alimentar.

Os resultados dos desdobramentos das interações significativas dos teores de acidez em álcool, carboidratos+fibras, cinzas e lipídios da polpa e da amêndoa estão apresentados na Tabela 6.

Tabela 6. Variação dos teores de acidez em álcool solúvel, carboidratos+fibras, cinzas, lipídios da polpa e amêndoa de bocaiuvas em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento

Tratamento	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Acidez em álcool solúvel (mL de solução N %)					
40 °C	3,29 Cb	4,91 Bb	6,60 Aa	6,26 Aa	7,11 Ab
50 °C	4,30 Db	6,31 Da	6,50 Ca	6,89 Ba	8,93 Aa
60 °C	4,40 Ba	4,42 Bb	5,60 Aa	5,54 Aa	5,54 Ac
70 °C	3,25 Ab	3,27 Ac	3,98 Ab	3,90 Ab	3,85 Ad
Carboidratos+fibras*					
40 °C	70,03 Aa	76,64 Aa	74,55 Aa	75,57 Aa	84,39 Aa
50 °C	68,63 Aa	77,62 Aa	76,73 Aa	80,62 Aa	85,70 Aa
60 °C	74,87 Aa	75,91 Aa	76,44 Aa	77,71 Aa	86,06 Aa
70 °C	72,02 Aa	75,06 Aa	80,61 Aa	79,08 Aa	85,02 Aa
Cinzas*					
40 °C	2,91 Ba	3,12 Aa	3,23 Aa	3,14 Aa	3,31 Aa
50 °C	2,78 Aa	2,99 Aa	2,98 Aa	3,03 Aa	3,03 Aa
60 °C	2,81 Ba	2,87 Ba	3,03 Aa	2,95 Aa	3,18 Aa
70 °C	2,79 Aa	2,84 Aa	2,89 Ab	2,96 Aa	3,08 Aa
Lipídios da polpa*					
40 °C	22,00 Aa	16,62 Ba	19,26 Ba	17,43 Ba	15,97 Ba
50 °C	24,75 Aa	15,89 Ba	17,28 Ba	16,73 Ba	14,21 Ba
60 °C	21,93 Aa	17,32 Ba	18,41 Ba	16,86 Ba	14,41 Ba
70 °C	20,81 Aa	17,60 Ba	13,60 Ba	16,86 Ba	15,35 Ba
Lipídios da amêndoa*					
40 °C	42,23 Aa	38,04 Ba	39,54 Ba	36,93 Ba	30,67 Ba
50 °C	35,60 Aa	41,27 Aa	41,27 Aa	38,21 Aa	37,35 Aa
60 °C	28,07 Ba	42,40 Aa	43,35 Aa	40,46 Aa	33,98 Ba
70 °C	33,98 Ba	41,48 Aa	40,64 Aa	36,19 Ba	30,19 Ba

Letras maiúsculas na linha e letras minúsculas na coluna. Significativo ao nível de 1% de probabilidade. *Cálculo, amostra com 12% (bu) de umidade

O desdobramento das interações significativas revelou que os teores de carboidratos + fibras não se alteraram com o tempo de armazenamento,

independente da temperatura de secagem (Tabela 6). Ferrari Filho (2011) observou aumento gradativo do teor de carboidratos em grãos de milho durante o armazenamento, o que não foi observado neste desdobramento (Tabela 6). A farinha da polpa de bocaiuva representa grande potencial no mercado devido seu alto valor energético e nutricional e sua viabilidade na aplicação em diferentes produtos alimentícios (Siqueira, 2012), como no preparo de misturas de vitaminas, geleias, sorvetes, bolos e pães.

Os tratamentos e os tempos de armazenamento diferiram entre si quanto aos teores de cinzas, que foram mais elevados na polpa dos frutos desidratados a 40 °C e aos 120 dias de armazenamento (Tabela 5). O desdobramento das interações significativas revelou que o teor de cinzas aumentou nos primeiros 30 dias de armazenamento, na polpa dos frutos desidratados a 40 °C, para depois se estabilizar, enquanto nos desidratados a 60 °C, esse aumento ocorreu a partir dos 60 dias de armazenamento. Os teores não se alteraram durante o armazenamento quando os frutos foram desidratados a 50 e 70 °C (Tabela 6). Segundo Salunkhe et al. (1985), os valores do teor de cinzas aumentam proporcionalmente na medida em que a matéria orgânica é degradada.

Os resultados dos teores de lipídios da polpa e da amêndoa de bocaiuva apontam que não houve diferenças significativas entre as diferentes temperaturas de secagem, no entanto, ocorreu uma diminuição significativa nos teores durante o armazenamento (Tabela 5). Essa redução ocorreu nos primeiros 30 dias, a partir do qual os teores se estabilizaram (Tabela 5).

Essa tendência de redução só foi observada nas amêndoas dos frutos desidratados a 40 °C. Aos 120 dias de armazenamento, os teores de lipídios da amêndoa foram semelhantes aos encontrados nos frutos recém-desidratados (Tabela 5). O valor obtido no presente estudo para as polpas dos frutos recém desidratadas (0 dias) foi superior ao encontrado por Delafrente et al. (2011) em grãos de soja ($21,87 \text{ g } 100\text{g}^{-1}$), indicando que a bocaiuva supera oleaginosas utilizadas para extração de óleo destinado à alimentação humana. Devido ao elevado teor de lipídios na polpa desidratada, com valores aproximados ao da soja, os frutos de bocaiuva podem ser explorados para a obtenção de óleo, cuja qualidade pode ser afetada pela temperatura de secagem e tempo de armazenamento.

A secagem remove a água contida no alimento (Silva et al., 2008), mas não influencia o conteúdo de matéria seca, que se preserva quando os tecidos vegetais

são expostos à baixas temperaturas, insuficientes para carbonização da matéria orgânica, como as adotadas nesta pesquisa.

A secagem artificial, dependendo da temperatura, pode inativar sistemas enzimáticos, minimizando alterações nos tecidos e redução da matéria seca. Oliveira et al. (2010) submeteram grãos de aveia (*Avena sativa* L.) à secagem estacionária nas temperaturas de 25, 50, 75 e 100 °C até a umidade de 13%. Verificaram que essas temperaturas não foram suficientes para inativar as enzimas lipase e peroxidase, embora tenham provocado reduções nas suas atividades. Na secagem realizada em temperaturas superiores a 75 °C verificaram redução significativa no teor de beta-glicanas (polissacarídeo).

Durante o armazenamento dos frutos de bocaiuva, os lipídios da polpa e da amêndoa podem ter sofrido degradação ou consumidos pelo processo respiratório. Esse evento foi observado por Santos et al. (2012) que verificaram perda de matéria seca durante o armazenamento de milho por até 150 dias. Essa perda foi 3,5 vezes superior em grãos com teor de água de 17,9% à verificada em grãos com 14,8%. As bocaiuvas foram armazenadas com teor de água inferior a 15%, o que pode não ter impedido a redução da massa pelo processo respiratório. Esse fenômeno não explica o aumento no teor de carboidratos + fibras no final do armazenamento, então, esse aumento pode ser atribuído às diferenças entre as amostras.

5.4.3 Compostos bioativos da polpa de bocaiuva

Os resultados obtidos para ácido ascórbico, carotenoides e atividade antioxidante estão apresentados nas Tabelas 7. e o desdobramento das interações significativas na Tabela 8.

Tabela 7. Compostos bioativos em 12% (bu) da polpa de bocaiuva em função da temperatura e do tempo de armazenamento

Tratamentos	Ácido ascórbico (mg 100g ⁻¹)	Carotenoides (µg g ⁻¹)	Antioxidantes (mg mL ⁻¹)
40 °C	5,45 a	36,10 a	6,59 b
50 °C	3,85 b	29,14 b	7,02 b
60 °C	3,95 b	23,38 d	9,18 a
70 °C	3,91 b	25,86 c	7,74 a
Teste F	86,59 **	257,66**	6,49**
Tempo (dias)			
0	5,24 a	41,45 a	6,49 b
30	4,90 a	28,74 b	6,61 b
60	4,33 b	26,70 c	6,33 b
90	3,43 b	25,46 c	8,63 a
120	3,56 c	20,74 d	10,10 a
Teste F	72,93**	406,89**	11,13**
Tratamento x tempo	21,15**	118,29**	3,84**
CV (%)	0,22	0,23	0,18

Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,01). CV, Coeficiente de variação

Tabela 8. Variação dos teores de ácido ascórbico, carotenoides e atividade antioxidante da polpa de bocaiuvas em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento

Tratamento	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
	Ácido ascórbico (mg 100 g ⁻¹)				
40 °C	7,53 Aa	7,13 Aa	5,16 Ba	3,74 Ca	3,71 Ca
50 °C	4,54 Ab	4,41 Ab	4,37 Aa	2,94 Ba	3,01 Ba
60 °C	5,20 Ab	4,43 Ab	3,37 Bb	3,32 Ba	3,42 Ba
70 °C	3,67 Ab	3,64 Ab	4,40 Aa	3,71 Aa	4,11 Aa
	Carotenoides (µg g ⁻¹)				
40 °C	54,71 Aa	48,19 Aa	35,89 Aa	23,28 Bb	18,43 Bb
50 °C	49,95 Aa	16,32 Dc	30,30 Bb	25,97 Cb	23,13 Ca
60 °C	30,93 Ab	25,40 Bb	18,57 Bc	21,33 Bb	20,66 Ba
70 °C	30,20 Ab	25,04 Bb	22,05 Bc	31,27 Aa	20,73 Ba
	Atividade Antioxidante IC ₅₀ (mg mL ⁻¹)				
40 °C	4,97 Ba	6,89 Ba	5,83 Ba	4,44 Bb	10,80 Aa
50 °C	7,48 Aa	6,18 Aa	4,79 Aa	10,16 Aa	6,47 Aa
60 °C	8,05 Ba	7,77 Ba	9,01 Ba	8,72 Bb	12,37 Aa
70 °C	5,45 Ba	5,61 Ba	5,68 Ba	11,20 Aa	10,74 Aa

Letras maiúsculas na linha e letras minúsculas na coluna. Significativo ao nível de 1% de probabilidade. Cálculo, base de 12% de umidade

Os resultados da Tabela 7 e 8 mostram que quanto maior a temperatura de secagem dos frutos e o tempo de armazenamento, menores os teores de ácido ascórbico e de carotenoides, resultando em polpas com maior capacidade de sequestrar radicais livres quando os frutos foram submetidos à secagem a 40-50 °C e armazenados por até 90 dias. O desdobramento das interações significativas

revelou que os teores de ácido ascórbico não se alteraram nos frutos desidratados a 70 °C, durante o armazenamento (Tabela 8).

Os valores de ácido ascórbico e de carotenoides foram inferiores aos obtidos na polpa dos frutos *in natura* ($14,54 \pm 0,00$ mg 100 g⁻¹ e $77,69 \pm 0,37$ µg g⁻¹) (12% bu de umidade), indicando que a secagem leva a redução destes teores. A redução nos teores de carotenoides pode explicar os resultados obtidos para coloração, em que os frutos desidratados apresentaram menores valores de a* e de b* em comparação com os *in natura*, possivelmente pela degradação destes pigmentos, que conferem aos frutos tons que variam do vermelho ao amarelo (Chitarra e Chitarra, 2005). Os resultados obtidos para ácido ascórbico foram próximos aos encontrados por Reis (2017) em farinha de acerola sem semente.

De acordo com Rios et al. (2009), no decorrer do armazenamento, os carotenoides podem sofrer isomerização e oxidação em razão da instabilidade de sua estrutura, e que o aumento da temperatura e da exposição à luz, estão relacionados à oxidação ou decomposição da cadeia de carotenoides.

Os valores do IC₅₀ ao comparar os resultados com os obtidos na polpa *in natura*, transformando os valores para amostras com 12% bu de umidade ($0,49 \pm 0,00$ mg mL⁻¹), verificou-se que a capacidade de sequestrar radicais livres foi reduzida com a desidratação dos frutos. Valores inferiores de IC₅₀ na polpa dos frutos desidratados a 40-50 °C indicaram maior capacidade em sequestrar radicais livres o que não foi observado nos desidratados a 60-70 °C. Durante o armazenamento os valores se mantiveram estáveis por até 90 dias nas temperaturas de 40 e 60 °C e até 60 dias na de 70 °C (Tabela 5). Aos 90-120 dias de armazenamento, os valores foram superiores (Tabela 6), indicando menor capacidade em sequestrar radicais livres.

5.5 Propriedades físico-químicas do óleo da polpa e amêndoa de bocaiuva desidratadas

Na Tabela 9 encontram-se os resultados da caracterização do óleo da polpa e da amêndoa de bocaiuva de frutos submetidos à secagem e ao armazenamento.

Tabela 9. Índices de acidez, peróxido e iodo do óleo da polpa e da amêndoa de bocaiuvas em função da temperatura e tempo de armazenamento

Tratamentos	ÓLEO (POLPA)			ÓLEO (AMÊNDOA)		
	Índice de acidez (mg NaOH g ⁻¹)	Índice de peróxido (mEq kg ⁻¹)	Índice de iodo (g I ₂ 100 g ⁻¹)	Índice de acidez (mg NaOH g ⁻¹)	Índice de peróxido (mEq kg ⁻¹)	Índice de iodo (g I ₂ 100 g ⁻¹)
40 °C	12,62 b	16,83 b	60,32 a	0,14 a	0,00	26,04 a
50 °C	16,74 a	22,90 b	54,28 a	0,15 a	0,00	22,88 a
60 °C	13,17 b	33,28 a	59,53 a	0,13 a	0,00	20,56 b
70 °C	3,04 c	35,95 a	41,91 b	0,14 a	0,00	21,48 a
Teste F	268,14 **	88,61 **	13,90 **	1,24 **	0,00	5,26 **
Tempo (dias)						
0	6,94 e	11,63 d	60,29 a	0,31 a	0,00	19,84 b
30	9,77 d	26,09 c	53,36 a	0,11 b	0,00	24,53 a
60	13,00 b	39,08 a	56,03 a	0,11 b	0,00	27,93 a
90	11,66 c	32,43 b	42,50 b	0,08 b	0,00	24,21 a
120	15,60 a	26,98 c	55,87 a	0,10 b	0,00	17,18 b
Teste F	67,66 **	147,23 **	8,04 **	86,89 **	0,00	12,38 **
Tratamento x tempo	10,75 **	26,81 **	7,22 **	3,01 **	0,00	4,19 **
CV (%)	0,37	0,29	0,13	0,36	0,00	0,14

Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,01). CV, Coeficiente de variação

Os resultados do desdobramento das interações significativas dos índices de acidez, peróxido e iodo do óleo da polpa e da amêndoa de bocaiuvas submetidas à secagem e armazenadas por até 120 dias estão apresentados na Tabela 10.

Tabela 10. Variação dos índices de acidez, de peróxido e de iodo do óleo da polpa e da amêndoa de bocaiuvas em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento

Tratamento	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Índice de acidez do óleo da polpa (mg NaOH g ⁻¹)					
40 °C	8,50 Ca	11,87 Ba	11,35 Bb	12,86 Ba	18,56 Ab
50 °C	8,71 Ca	13,26 Ba	21,71 Aa	15,93 Ba	24,09 Aa
60 °C	8,12 Ba	11,84 Aa	15,40 Ab	14,92 Aa	15,56 Ab
70 °C	2,44 Ab	2,10 Ab	3,53 Ac	2,95 Ab	4,20 Ac
Índice de peróxido do óleo da polpa (mEq kg ⁻¹)					
40 °C	4,94 Bb	20,49 Ab	20,16 Ab	23,32 Ab	15,25 Ab
50 °C	5,32 Cb	25,97 Ba	41,91 Aa	21,46 Bb	19,85 Bb
60 °C	17,44 Ca	24,26 Ba	51,16 Aa	43,56 Aa	29,99 Bb
70 °C	18,80 Aa	33,65 Aa	43,10 Aa	41,37 Aa	42,81 Aa
Índice de iodo do óleo da polpa (g I ₂ 100 g ⁻¹)					
40 °C	61,72 Aa	66,42 Aa	60,98 Aa	60,30 Aa	52,17 Aa
50 °C	63,19 Aa	62,96 Aa	57,29 Aa	35,96 Aa	51,98 Aa
60 °C	59,70 Aa	69,33 Aa	72,28 Aa	33,76 Aa	62,59 Aa
70 °C	64,57 Aa	14,71 Bb	33,55 Ba	39,96 Aa	56,75 Aa
Índice de acidez do óleo da amêndoa (mg NaOH g ⁻¹)					
40 °C	0,35 Aa	0,09 Ba	0,14 Ba	0,07 Ba	0,07 Ba
50 °C	0,26 Aa	0,17 Ba	0,09 Ba	0,08 Ba	0,16 Ba
60 °C	0,31 Aa	0,08 Ba	0,08 Ba	0,08 Ba	0,08 Ba
70 °C	0,33 Aa	0,08 Ba	0,14 Ba	0,08 Ba	0,08 Ba
Índice de iodo do óleo da amêndoa (g I ₂ 100 g ⁻¹)					
40 °C	23,05 Aa	27,73 Aa	29,35 Aa	26,48 Aa	23,58 Aa
50 °C	12,18 Aa	21,00 Aa	36,12 Aa	22,76 Aa	22,36 Aa
60 °C	21,20 Aa	25,00 Aa	23,90 Aa	21,03 Aa	11,65 Aa
70 °C	22,94 Aa	24,39 Aa	22,36 Aa	26,58 Aa	11,14 Aa

Letras maiúsculas na linha e letras minúsculas na coluna. Significativo ao nível de 1% de probabilidade

De acordo com os resultados obtidos para o índice de acidez do óleo da polpa dos frutos desidratados (Tabela 9), a secagem dos frutos na temperatura de 70 °C resultou em polpas enquadradas dentro dos limites estabelecidos pela Anvisa (BRASIL, 2005a), para óleo de palma virgem. Nas temperaturas inferiores a 70 °C, a acidez do óleo foi elevada (Tabela 9 e 10), podendo ser justificada pelo maior tempo de exposição do fruto ao calor para poder alcançar a umidade desejada.

Durante o armazenamento, o índice de acidez do óleo aumentou nos frutos desidratados a 40, 50 e 60 °C (Tabela 10), e segundo Pohndorf (2012) esse aumento resulta do processo de rancidez hidrolítica que pode ou não ter ocorrido por uma ação enzimática, visto que a decomposição dos glicerídeos é acelerada com a exposição à luz. A 70 °C esse índice não aumentou durante o armazenamento.

Os resultados apresentados para o índice de peróxido do óleo da polpa dos frutos desidratados (Tabela 9) indicam que a exposição ao calor influenciou o grau

de oxidação do óleo, que foi mais elevado nas temperaturas de 60 e 70 °C e com o prolongamento do tempo de armazenamento, exceto para a temperatura de 70 °C, cujos valores não se alteraram com o tempo (Tabela 9 e 10), com valores acima do estabelecido pela Anvisa, de 20 mEq kg⁻¹ para óleo de oliva virgem (BRASIL, 2005a). Somente na temperatura a 40 °C, as polpas apresentaram óleo dentro dos padrões de qualidade.

Comparando estes resultados com o da polpa *in natura*, pode-se reafirmar que os maiores valores dos índices de acidez e de peróxido do óleo se atribuíram à exposição ao calor, pois a polpa *in natura*, que não foi desidratada artificialmente, apresentou menores índices (5,31 mg de NaOH g⁻¹, 3,73 mEq kg⁻¹, respectivamente).

Os frutos desidratados nas diferentes temperaturas não diferiram entre si quanto ao teor de lipídios da amêndoa, com 12% bu (37,59±0,92%). Os valores do índice de acidez e de peróxido do óleo da amêndoa (Tabela 9 e 10) encontraram-se abaixo do máximo estabelecido para óleos brutos (<4 mg KOH g⁻¹ e <15 mEq kg⁻¹), respectivamente, pela Anvisa (BRASIL, 2005a). Oliveira et al. (2013) reportaram valores de índice de acidez superiores aos obtidos neste trabalho, em óleo bruto da amêndoa de babaçu (2,22 a 5,91 mg NaOH g⁻¹), assim como Silva et al. (2011), para índice de peróxido (2,32 a 2,57 mEq kg⁻¹), na amêndoa de noz macadâmia.

O índice de peróxido do óleo da amêndoa, independentemente da temperatura de secagem do fruto e do tempo de armazenamento, foi 0,0 mEq kg⁻¹ de óleo.

Esses resultados evidenciam que a secagem, independentemente da temperatura e do tempo de armazenamento, não afetou significativamente a qualidade do óleo da amêndoa de bocaiuva, devido provavelmente à proteção que o endocarpo oferece à semente.

O óleo da polpa desidratada de bocaiuva apresentou elevado índice de iodo, indicando grande número de duplas ligações insaturadas, valor superior ao encontrado na amêndoa. O óleo da polpa desidratada a 70 °C apresentou menor índice de iodo. Os obtidos de frutos desidratados nas demais temperaturas não diferiram entre si. Durante o armazenamento, os valores deste índice foram mais baixos aos 90 dias de armazenamento (Tabela 9). Os valores obtidos de iodo foram próximos aos encontrados em óleo da polpa de guarirova (49,93 g I₂ 100 g⁻¹) e

superiores aos encontrados no óleo da amêndoa (7,34 g I₂ 100 g⁻¹) por Nozaki et al. (2012).

5.6 Coloração do óleo da polpa e amêndoa de bociuvas desidratadas a 40 e 70 °C e armazenadas por até 120 dias

Na Tabela 11 encontram-se os resultados da coloração do óleo da polpa e da amêndoa de frutos de bociuva submetidos à secagem e armazenados por até 120 dias.

Tabela 11. Coloração do óleo da polpa e amêndoa de bociuva em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento

Tratamentos	ÓLEO (POLPA)			ÓLEO (AMÊNDOA)		
	L	a*	b*	L	a*	b*
40 °C	22,68 b	21,77 a	36,62 b	40,43 a	-1,88 a	7,63 a
70 °C	26,18 a	21,44 a	42,03 a	40,88 a	-1,82 a	5,75 b
Teste F	28,27**	0,18NS	8,10**	0,10NS	0,17NS	19,02**
Tempo (dias)						
0	19,62 b	24,53 a	32,89 c	39,65 a	-2,31 a	9,14 a
30	20,19 b	19,04 b	34,33 c	42,15 a	-2,14 a	7,73 a
60	28,82 a	20,93 a	45,72 ab	42,24 a	-1,62 a	5,07 b
90	28,10 a	22,44 a	43,63 bc	38,99 a	-1,38 b	6,06 b
120	25,45 a	21,12 a	40,07 bc	40,25 a	-1,81 a	5,46 b
Teste F	34,50**	5,44**	7,00**	0,86NS	5,18**	12,60**
Tratamento x tempo	15,42**	0,74NS	4,63**	0,43NS	1,81NS	8,68**
CV (%)	0,14	0,05	0,12	0,02	-0,13	0,23

Médias seguidas de pelo menos uma letra minúscula nas colunas não diferem entre si, pelo teste de Tukey (p<0,01). CV, Coeficiente de variação

Os resultados do desdobramento das interações significativas da coloração do óleo da polpa e da amêndoa estão apresentados na Tabela 12.

Tabela 12. Variação da coloração (L*, a* e b*) do óleo da polpa e amêndoa de bocaiuvas em função da temperatura de secagem e tempo de armazenamento

Óleo da Polpa					
Tratamento	Tempo de armazenamento (dias)				
	0	30	60	90	120
Luminosidade					
40 °C	21,23 Ab	15,86 Bb	28,57 Aa	27,50 Aa	20,25 Bb
70 °C	18,00 Ab	24,52 Aa	29,06 Aa	28,70 Aa	30,64 Aa
b*					
40 °C	35,99 Aa	26,91 Aa	44,40 Aa	43,05 Aa	32,76 Aa
70 °C	29,78 Aa	41,74 Aa	47,04 Ab	44,20 Aa	47,37 Ab
Óleo da Amêndoa					
b*					
40 °C	12,10 Aa	6,80 Ba	5,52 Ba	6,91 Ba	6,80 Ba
70 °C	6,17 Bb	8,66 Aa	4,61 Ba	5,21 Ba	4,12 Ba

Letras maiúsculas na linha e letras minúsculas na coluna. Significativo ao nível de 1% de probabilidade

Os óleos diferiram entre si quanto à coloração da polpa e da amêndoa. Os óleos da polpa de frutos desidratados a 40 °C apresentaram menores valores de L* e de b*, indicando maiores quantidades de preto e menos amarelo, respectivamente, em relação aos obtidos de frutos desidratados a 70 °C (Tabela 11).

Para melhor compreensão do efeito da secagem a 40 e a 70 °C na coloração do óleo da polpa, por meio dos resultados de a* e b* calculou-se o ângulo de cor ($\text{hue} = \tan^{-1}(b^*/a^*)$) e a cromaticidade ($\text{Cr} = \sqrt{a^2 + b^2}$). Neste trabalho, o ângulo de cor representa a tonalidade, e a cromaticidade indica a intensidade. Os óleos da polpa de frutos desidratados a 70°C apresentaram coloração pouco mais intensa ($\text{hue} = 62,97$ e $\text{Cr}=47,18$), que os desidratados a 40 °C ($\text{hue} = 59,27$ e $\text{Cr} = 42,60$). Os valores do ângulo hue, independente da temperatura, representam tonalidade alaranjada.

Os óleos da amêndoa não diferiram entre si quanto aos valores de L* e de a*. Os valores de b* foram mais elevados nos óleos desidratados a 40 °C, indicando maior quantidade de tons amarelos (Tabela 11). A tabela de desdobramento das interações significativas revelou alterações mínimas na coloração dos óleos da polpa e da amêndoa durante o armazenamento (Tabela 12).

5.7 Técnicas ópticas: Espectrofotometria UV-Vis e fluorescência do óleo da polpa e da amêndoa de frutos de bocaiuva submetidos à secagem e ao armazenamento

A Figura 22 mostra os espectros de absorção UV-Vis a 232 e 270 nm de óleo de frutos de bocaiuva submetidos à secagem a 40 e 70°C e armazenados por até 120 dias e a Figura 23 a fluorescência da matriz de emissão-excitação dos óleos.

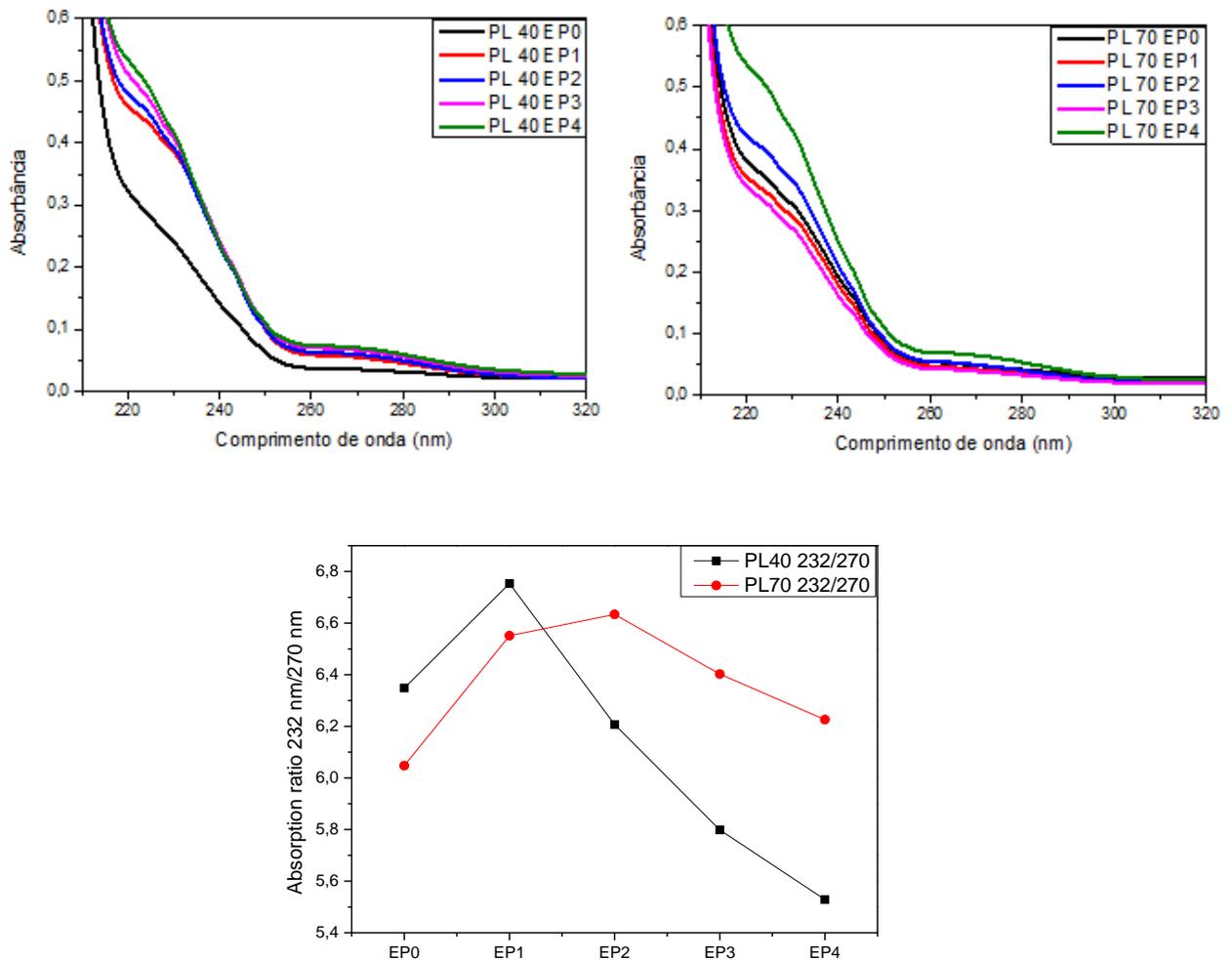


Figura 22. Espectro de absorção UV-Vis dos óleos da polpa de frutos de bocaiuva submetidos à secagem a 40 °C (PL40) e 70 °C (PL70) e armazenados por até 120 dias, obtido entre 232/270 nm na temperatura ambiente. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias).

Ao avaliar a razão entre as absorbâncias na região 232/270 nm do óleo da polpa dos frutos desidratados a 40 °C verificou-se que a degradação do óleo foi superior aos 30 (EP1) dias de armazenamento. Essa degradação diminuiu com o prolongamento do tempo de armazenamento do fruto (Figura 22). O óleo da polpa dos frutos desidratados a 70 °C apresentou degradação acelerada aos 30 e 60 dias

de armazenamento, a partir deste período, as reações de degradação diminuiram (Figura 22).

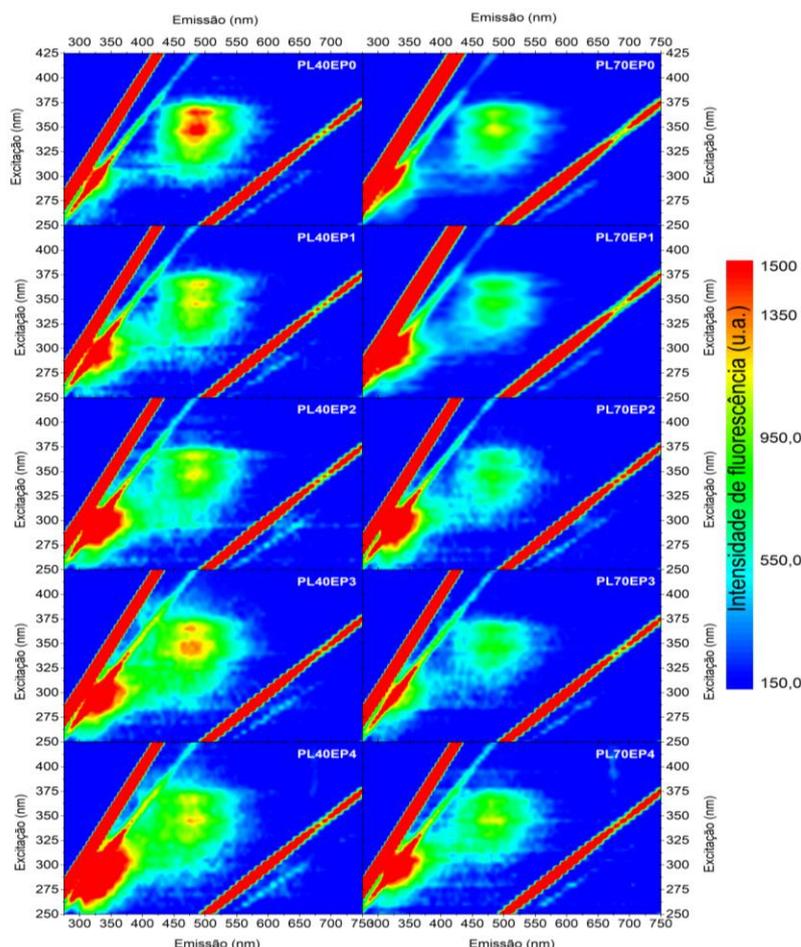


Figura 23. Mapa de emissão-excitação dos óleos da polpa de bociuiva obtidos nas temperaturas de 40 °C (PL40) e 70 °C (PL70), no período de 120 dias de armazenamento quanto excitados entre 250 - 425 nm e coletados entre a faixa de emissão de 250 - 750 nm. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias).

A Figura 23 apresenta os resultados das análises por fluorescência molecular nos quais foram utilizados dois comprimentos de onda: emissão em 324 nm referente ao α -Tocoferol e 520 nm referente ao β -Caroteno. Os dados obtidos revelaram que o óleo da polpa de bociuiva submetida a secagem a 40 °C apresentou uma diminuição gradativa dos antioxidantes α -Tocoferol e β -Caroteno durante o tempo de armazenamento, no entanto, a 70 °C, a presença de antioxidante só foi detectada no óleo aos 30 e 120 dias de armazenamento. Ao comparar as duas temperaturas de secagem, verifica-se maior presença de antioxidantes nos óleos dos frutos desidratados a 40 °C, indicando que o aumento da temperatura degradou estes compostos. Os resultados obtidos para fluorescência

são coerentes aos encontrados para carotenoides, atividade antioxidante e ácido ascórbico (Tabela 7).

A Figura 24 mostra os espectros de absorção UV-Vis e a Figura 25 a fluorescência da matriz de emissão-excitação dos óleos da amêndoa de bocaiuva.

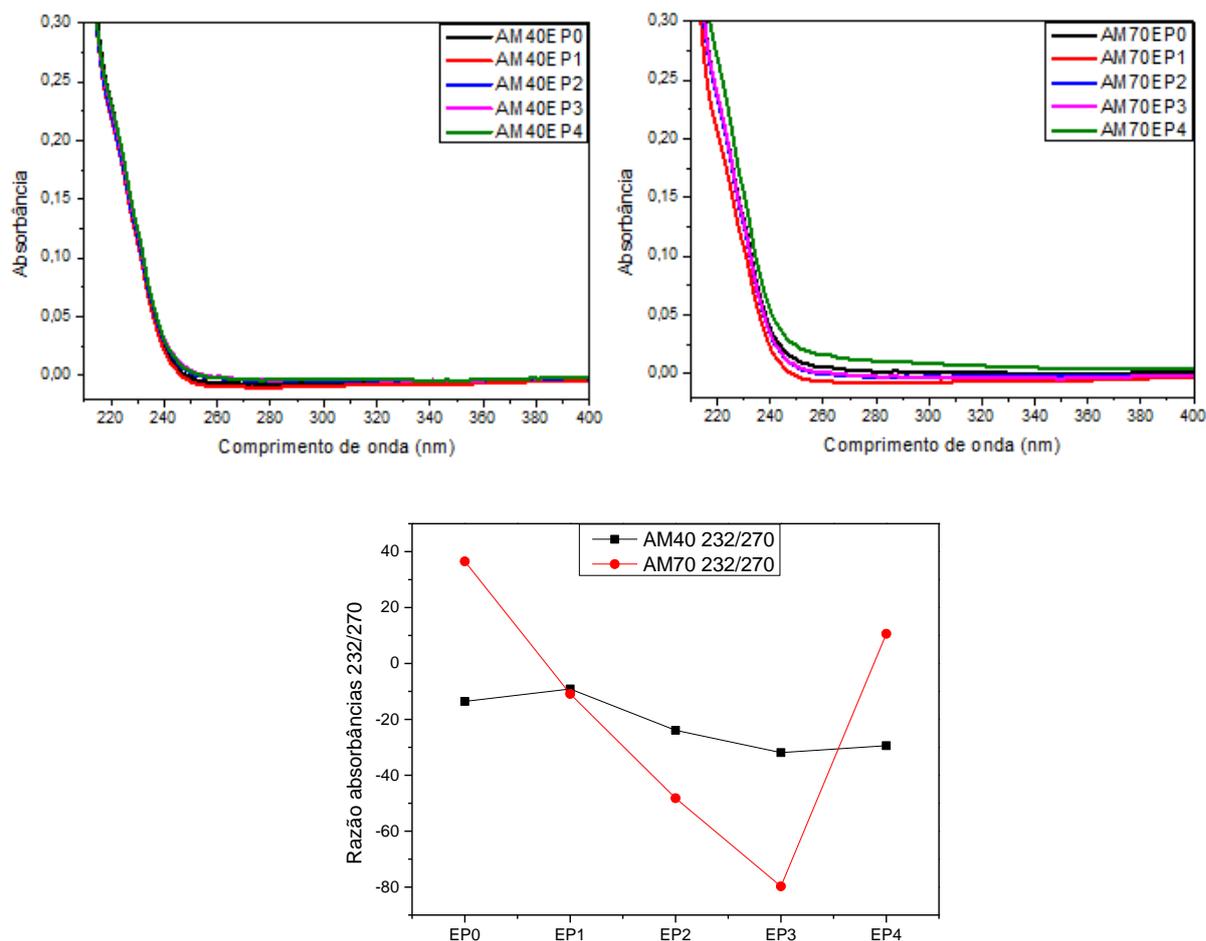


Figura 24. Espectro de absorção UV-Vis dos óleos da amêndoa de bocaiuva na temperatura de 40 °C (AM40) e 70 °C (AM70), no período de 120 dias, obtidos entre 232/270 nm em temperatura ambiente. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias)

Na Figura 24 a razão entre as absorvâncias 232/270 nm observada no óleo da amêndoa de bocaiuva desidratada a 40 °C indicou pequena degradação no óleo aos 30 dias (EP1) de armazenamento. Após esse período essa degradação reduziu. Na temperatura de secagem de 70 °C, os processos degradativos iniciaram após 90 dias de armazenamento. Os produtos da degradação do óleo são absorvidos a 230 e 270 nm, aumentando a absorvância em função da degradação (Figura 24).

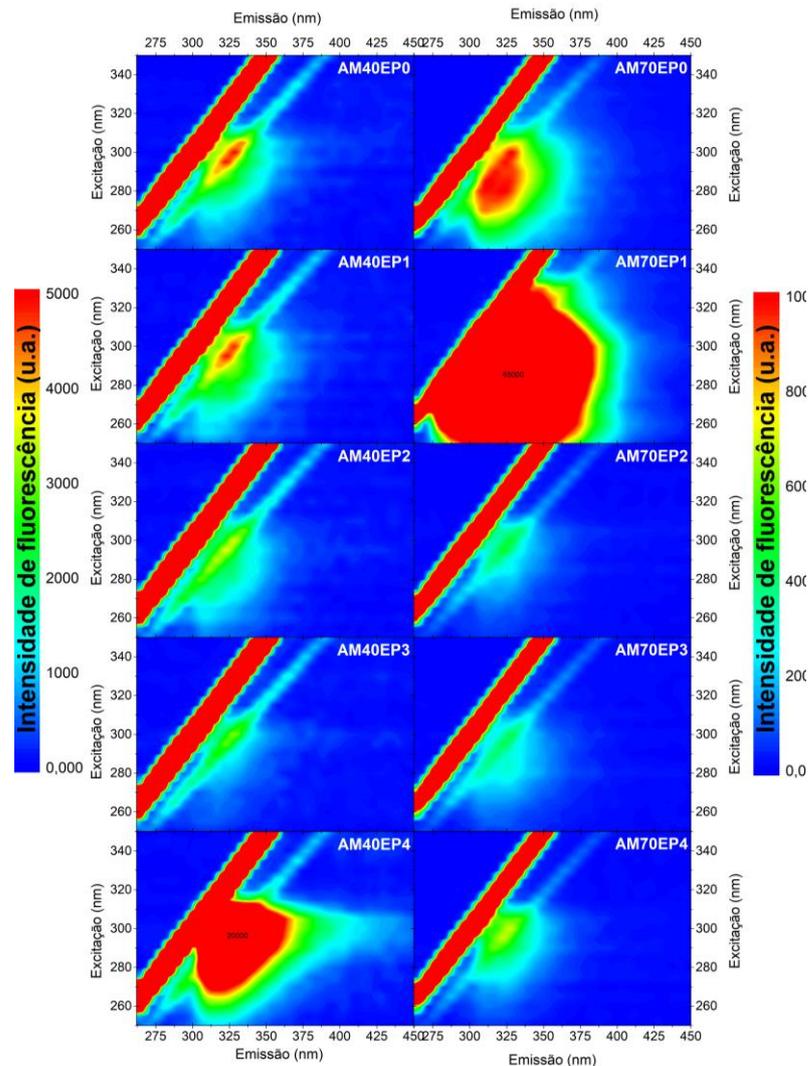


Figura 25. Mapa de emissão-excitação dos óleos da amêndoa de bocaiuva obtidos nas temperaturas de 40 °C (AM40) e 70 °C (AM70), no período de 120 dias de armazenamento quanto excitados entre 250 - 350 nm e coletados entre a faixa de emissão de 250 - 450 nm. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias).

Os resultados encontrados na análise de fluorescência molecular apontaram que o óleo da amêndoa de frutos de bocaiuva desidratados a 40 °C apresentou maior presença de antioxidantes no período de armazenamento de 0 a 30 dias e aos 120 dias de armazenamento. No óleo da amêndoa dos frutos desidratados a 70 °C, detectou-se antioxidantes no período de 30 dias de armazenamento, a partir do qual essas substâncias diminuíram consideravelmente.

5.8 Estabilidade oxidativa: Rancimat

A análise de estabilidade oxidativa indica o tempo necessário para o início da rancificação do óleo (Gómez-Alonso et al., 2007). O teste de rancimat determina a estabilidade oxidativa dos óleos.

A Figura 26 e 27 apresenta os resultados da estabilidade oxidativa via Rancimat dos óleos da polpa e da amêndoa de bocaiuvas submetidas a secagem e armazenadas por até 120 dias.

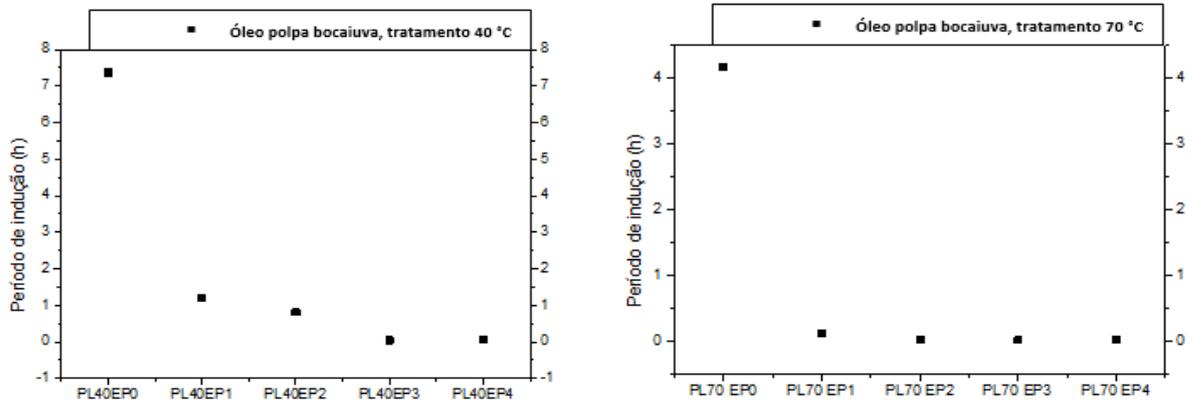


Figura 26. Período de indução versus tempo de armazenamento determinado pelo método de Rancimat dos óleos da polpa de bocaiuva. PL40 e PL70: frutos desidratados a 40 e 70 °C. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias).

Os resultados dos óleos das polpas dos frutos de bocaiuva submetidos à secagem a 40 e 70 °C (Figura 26) mostraram uma rápida diminuição do período de indução em função do tempo de armazenamento.

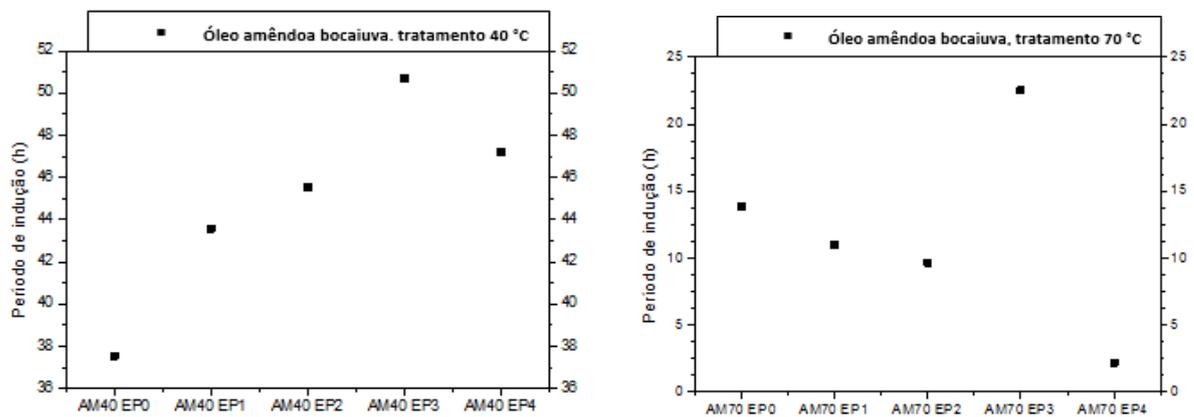


Figura 27. Período de indução versus tempo de armazenamento determinado pelo método de Rancimat dos óleos da amêndoa de bocaiuva. AM40 e AM70: amêndoa desidratada a 40 e 70 °C. EP: épocas 0 (0 dias), 1 (30 dias), 2 (60 dias), 3 (90 dias) e 4 (120 dias).

Pode-se observar na Figura 27 um aumento do período de indução até 90 dias de armazenamento, no óleo da amêndoa dos frutos desidratados a 40 °C. A partir deste período, a estabilidade do óleo diminuiu. Entretanto, no óleo dos frutos desidratados a 70 °C, a estabilidade oxidativa variou com o tempo, com amostras mais estáveis aos 90 dias de armazenamento.

6 CONCLUSÃO

- A polpa de frutos de bocaiuva *in natura* com mistura de tons vermelho (+a*) e amarelo (+b*), com predominância do amarelo, apresentou elevada atividade de água e potencial bioativo, pela capacidade antioxidante e presença de carotenoides.
- A secagem dos frutos em temperaturas mais elevadas (70 °C) resultou em polpas com coloração mais escura e alaranjada.
- Os teores de proteínas e de carboidratos+fibras não apresentaram alterações relevantes nos frutos desidratados, independentemente da temperatura, e armazenados por até 120 dias.
- As polpas dos frutos desidratados a 40 °C apresentaram teores de cinzas mais elevados aos 120 dias de armazenamento
- Os teores de carotenoides e de ácido ascórbico foram superiores na polpa dos frutos desidratados a 40 °C, que podem ser armazenados por até 60-90 dias, para aproveitamento destes compostos. A atividade antioxidante foi superior nos frutos desidratados a 40 °C ou 50 °C por até 90 dias.
- O óleo da polpa e da amêndoa *in natura* apresentou excelente qualidade, valores de índices de acidez, de peróxido e de iodo dentro do permitido pela legislação para óleo ou gordura de palma.
- O óleo da polpa desidratada apresentou índice de acidez dentro do permitido pela legislação quando os frutos foram submetidos à secagem a 70 °C e armazenados por até 120 dias. O índice de peróxido apresentou melhor resultado quando os frutos foram desidratados a 40 °C e armazenados por período inferior a 30 dias.
- O óleo da amêndoa de frutos submetidos à secagem, independentemente da temperatura, e tempo de armazenamento, apresentou excelente qualidade.

- A análise de espectrofotometria UV-Vis acusou elevada degradação do óleo após 30 dias de armazenamento nos frutos desidratados a 40 °C. Na temperatura de secagem de 70 °C, os processos degradativos iniciaram após 90 dias de armazenamento.
- A análise de fluorescência revelou que o óleo da polpa de bocaiuva submetida à secagem a 40 °C apresentou uma diminuição gradativa dos antioxidantes α -Tocoferol e β -Caroteno durante o tempo de armazenamento. O óleo dos frutos desidratados nesta temperatura apresentou maior presença de antioxidantes no período de armazenamento de 0 a 30 dias e aos 120 dias de armazenamento.
- A análise de estabilidade oxidativa indicou que os óleos das polpas dos frutos de bocaiuva submetidos à secagem a 40 e 70 °C apresentaram uma rápida diminuição do período de indução em função do tempo de armazenamento.
- O óleo da amêndoa dos frutos desidratados a 40 °C apresentou um aumento do período de indução até 90 dias de armazenamento.

REFERÊNCIAS

- Aguilera, M. P.; Beltrán, G.; Ortega, D.; Fernández, A.; Jiménez, A.; Uceda, M. Characterization of virgin olive oil of Italian olive cultivars: Frantoio and Leccino, grown in Andalusia. **Food Chemistry**, v.89, p.387-391, 2005.
- Alencar, E. R de. **Efeitos das condições de armazenamento sobre a qualidade da soja (*Glycine max* (L.) MERRILL) e do óleo bruto**. Viçosa: UFV, 2006. 102p. Tese de Doutorado.
- Almeida, A. F. **Avaliação da oxidação do biodiesel etílico de milho por meio de técnicas espectroscópicas**. João Pessoa-PB, Programa de Pós-Graduação em Química - UFPB, 2007. Dissertação de Mestrado.
- Alves, S. A.; Oliveira, L. C. P.; Porto, A. G.; Silva, F. S.; Silva, F. T. C.; Neves, E. Extração e avaliação do rendimento de óleo da polpa de bociuíva. **Revista Citino**, v.2, n.3, p.32, 2012.
- Amaral, F. P. **Estudo das características físico-químicas dos óleos da amêndoa e polpa da macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.]**. Botucatu: UEP, 2007, 52p. Dissertação de Mestrado.
- Antoniassi, R. Métodos de avaliação da estabilidade oxidativa de óleos e gorduras. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.19, n. 2, p.353-380, 2001.
- Aoqui, M. **Caracterização do Óleo da Polpa de Macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.) e Azeite de Oliva (*Olea europaea* L.) Virgem Extra e Seus Efeitos Sobre Dislipidemia e Outros Parâmetros Sanguíneos, Tecido Hepático e Mutagênese Em Ratos Wistar**. Campo Grande: UCDB, 2012. 122 p. Dissertação de Mestrado.
- Aragão, T. F. **Macauba (*Acrocomia aculeata*): caracterização centesimal, potencial antioxidante e compostos fenólicos da polpa e amêndoa**. Campo Mourão: UTFP, 2014. 54p. Graduação.
- Araújo, W. D.; Goneli, A. L. D.; de Souza, C. M. A.; Gonçalves, A. A. & Vilhasanti, H. C.B. Propriedades físicas dos grãos de amendoim durante a secagem. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.18, n.3, p.279-286, 2014.
- Aricetti, J. A.; Tubino, M. A green and simple visual method for the determination of the acid number of biodiesel. **Fuel** (Guildford), v.95, p.659-661, 2012.
- Azeredo, H. M. C. **Fundamentos de estabilidade de alimentos**. 2. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

Ball, E. Recomendações para projeto de unidades de beneficiamento e armazenagem de grãos com enfoque em segurança do trabalho. Ijuí: UNIJUÍ, 2013. 58 p. Pós-Graduação Lato Sensu.

Bastos, M. S. R. **Frutas Minimamente Processadas: Aspectos de Qualidade e Segurança**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 59p.

Bianchi, M. L.; Antunes, L. M. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista Nutrição**. v.12, p.123-130, 1999.

Boskou, D. **Química y tecnología del aceite de oliva**. 1. ed. Madrid: Mundi Prensa, 1998. 295p.

BRASIL (2001), Anvisa, **Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos**. Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Diário Oficial da União, 10 janeiro, 2001. Brasília, Brasil.

BRASIL (2005), Anvisa, **Regulamento técnico para óleos vegetais, gorduras vegetais e creme vegetal**. Resolução n. 270, de 22 de setembro de 2005, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, Diário Oficial da União, 23 de setembro de 2005. Brasília, Brasil.

Caires, A. R. L.; Scherer, M. D.; Souza, J. E.; Oliveira, S. L.; M'Peko, J. C. The role of viscosity in the fluorescence behavior of the diesel/ biodiesel blends. **Renewable Energy**, v.63, p.388-391, 2014.

Carvalho, R. V. **Formulações de snacks de terceira geração por extrusão: caracterização textuométrica e microestrutural**. Lavras: UFL, 2000, 89p. Dissertação de Mestrado.

Cavalcanti, R. B.; Filho, J.M.; Marini, M. A.; Machado, R.B.; Aguiar, L.M.S. Biodiversidade. Scientific American Brasil. Disponível em:< file:///C:/Users/vanes/Downloads/cerrado pantanal.pdf> Acesso em: 27 jan. 2018.

Celestino, S. M. C. **Princípios de Secagem de Alimentos**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2010. 51p.

Cenci, S. A. Boas Práticas de Pós-colheita de Frutas e Hortaliças na Agricultura Familiar. In: Neto, A. M. (Org.). **Recomendações Básicas para a Aplicação das Boas Práticas Agropecuárias e de Fabricação na Agricultura Familiar**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. p. 67-80, 2006.

Chimenez, T. A. **Espectroscopia de fluorescência como ferramenta para caracterização de biodiesel e monitoramento de processos de degradação**. Dourados, MS: UFGD, 2011, 63p. Dissertação de Mestrado.

Chitarra, M. I. F., Chitarra, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. Lavras: Ed UFLA, 2005. 785p.

Ciconini, G. **Caracterização de frutos e óleo de polpa de macaúba dos biomas Cerrado e Pantanal do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil**. Campo Grande, MS: UCDB, 2012, 128p. Dissertação de Mestrado.

Coimbra M. C.; Jorge N. Proximate composition of guariroba (*Syagrus oleracea*), jerivá (*Syagrus romanzoffiana*) and macaúba (*Acrocomia aculeata*) palm fruits. **Food Research International**, v.44, p.2139-2142, 2011.

Costa, G. L. de A.; Moreno, S. E. M.; Favaro, S. P. **Avaliação do potencial mutagênico, antimutagênico e antioxidante do óleo da polpa de *Acrocomia aculeata* (Arecaceae)**. Campo Grande: UCDB, 2012, 67p. Dissertação de Mestrado.

Coutinho, L. M. Cerratinga. Produção Sustentável e Consumo Consciente. Instituto Sociedade, População e Natureza - ISPN. 2006. Disponível em: <<http://www.cerratinga.org.br/macauaba/>>. Acesso em: 11 dez. 2017.

Dantas, M. B.; Albuquerque A. R.; Barros A. K. Evaluation of the oxidative stability of corn biodiesel. **Fuel**, v.90, n.2, p.773–778, 2011.

Delafrente, B; Vilas Boas, R. L. P; Leite, R. S.; Mandarino, J. M. G.; Quirino, J.R.; Corrêa Ferreira, B.S.; Lorini, I.; Oliveira, M. A. Variação nos Teores de Óleo e Proteína em Grãos de Soja, com diferentes intensidades de ataque de percevejo, da colheita ao armazenamento, utilizando a espectroscopia no infravermelho próximo (NIR). VIII Jornada Acadêmica da Embrapa Soja, 2011.

Dolinsky, M. **Nutrição funcional**. São Paulo: Roca, 2009. 204p.

Donadon, J. R.; Resende, O.; Teixeira, S. P.; Santos, J. M.; Moro, F. V. Efeito da Secagem por Ar Quente na Ultraestrutura das Sementes de Crambe. **Drying Technology**, v.31, p.269-276, 2013.

Donnelly, J. K., Robinson, D. S. Invited review. Free radical in foods. **Free Radical Research**, Yverdon, v.22, n.2, p.147-176, 1995

EMBRAPA. **Embrapa Milho e Sorgo**. Sistema de Produção, 1, ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica, 7. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2011.

EMBRAPA. **Instrumentação pós-colheita em frutas e hortaliças**. 1. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2017.

Faria, G. de. **Caracterização morfoanatômica da planta, fruto, semente e plântula de macaúba [*Acrocomia aculeata* (Jacq. Lodd ex. Mart)]**. Lavras: UFL, 2012, 54p. Dissertação de Mestrado.

Fellows, P. **Tecnología del processado de los alimentos: principios y prácticas. Traducido por F. J. S. Trepát.** Zaragoza: Acribis, 1994. 549p.

Ferrari Filho, E. **Métodos e temperaturas de secagem sobre a qualidade físico-química e microbiológica de grãos de milho no armazenamento.** Porto Alegre: UFRS, 2011, 95p. Dissertação de Mestrado.

FIB - Food Ingredients Brasil. Os tipos e os efeitos da rancidez oxidativa em alimentos. Revista Food Ingredients Brasil. <<http://revista-fi.com.br/>>. 25 jun. 2018.

Fisk II, P. S. Few favorable associations between fruit and vegetable intake and biomarkers for chronic disease risk in American adults. **Nutricion Research**, v.31, p.616-624, 2011.

Fuentes, J. A. S.; Camey-Ortíz, G.; Hernández-Medel, M.R.; Mendoza, F.P.; Bazúa, C.D. Composition phase behavior and thermal stability of natural edible fat from rambutan (*Nephelium lappaceum* L.) seed. **Bioresource Technology**, v.101, p.799-803, 2010.

Fukumoto, L. R. Mazza, G. Assessing Antioxidant and Prooxidant Activities of Phenolic Compounds. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.48, p.3597-3604, 2000.

Gómez-Alonso, S.; Mancebo-Campos, V.; Salvador, M. D.; Fregapane, G. Evolution of major and minor components and oxidation indices of virgin olive oil during 21 months storage at room temperature. **Food Chemistry**, v.100, p 36-42, 2007.

Henderson, A.; Galeano, G.; Bernal, R. **Field Guide to the Palms of the Americas.** New Jersey: Princeton University, p.166-167, 1995.

Hernandez, J. W. R. Espectroscopia de fluorescência como método para monitoramento de porfiria induzida por dieta de glicose. Campinas, SP: UEC, 2009. 100p. Tese de Doutorado.

Hiane, P.A.; Filho, M.M.R.; Ramos, M.I.L.; Macedo, M.L.R. Óleo da polpa e amêndoa de bocaiuva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Caracterização e composição em ácidos graxos. **Brazilian Journal of Food Technology**, v,8, n.3, p.256-259, 2005.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. 2008. <http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosia_l_2008.pdf>. 12 mai. 2018.

IBGE. Instituto Brasileiro Geográfico e Estatístico (Brasil). Mapa de Biomas e de Vegetação. Maio. 2004. Disponível em:<<http://www.ibge.gov.br/home/presidencia/noticias/21052004biomashtml.shtm>> Acesso em: 11 jul. 2018.

Khoddami, A.; Man, Y. B. C.; Roberts, T. H. Physico-chemical properties and fatty acid profile of seed oils from pomegranate (*Punica granatum L.*) extracted by cold pressing. **European Journal of Lipid Science and Technology**, v.116, n.5, p.553-562, 2014.

Kongbonga, Y. G. M.; Ghalila, H.; Onana, M. B.; Majdi, Y.; Lakhdar, Z. B.; Mezlini, H.; Sevestre-Ghalila, S. Characterization of vegetable oils by fluorescence spectroscopy. **Food and Nutrition Sciences**, v.2, p.692-699, 2011.

Kopper, Â. C. **Bebida simbiótica elaborada com farinha de bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) e *Lactobacillus acidophilus* incorporadas ao extrato hidrossolúvel de soja**. Curitiba: UFP, 2009, 78p. Dissertação de Mestrado.

Leitman, P.; Henderson, A.; Noblick, L. & Martins, R.C. 2012. Arecaceae. *In*: Lista de espécies da flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/2012>>. 4 out. 2018.

Lira, F. F.; Machado, W.; Santos, J. V. D.; Takahashi, S. A.; Guimarães, M. F.; Leal, A. C. Avaliação da composição centesimal de frutos de macaúba. *In*: Simpósio de Bioquímica e Biotecnologia. 3. Anais. Londrina, 2013.

Lorenzi, G. M. A. C. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. - *Arecaceae*: bases para o extrativismo sustentável. Curitiba, PR: UFP, 2006. 166p. Tese de Doutorado.

Lorenzi, G. M. A. C.; Negrelle, R. R. B. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart.: Aspectos ecológicos, usos e potencialidades. Departamento de Botânica da Universidade Federal do Paraná, p. 1-12, 2006.

Loures, A. **Obtenção, caracterização e utilização de farinha de banana (*Musa spp.*) em panificação**. Belo Horizonte, MG: UFMG, 1989, 132p. Dissertação de Mestrado.

Luna, S.; Meira, M.; Quintella, C. **Prospecção tecnológica de patentes relacionadas à avaliação da qualidade de óleos por técnicas de fluorescência**. Cadernos de Prospecção, v.5, n.2, p.115-120, 2012.

Luzia, D. M. M.; Jorge, N. Potencial antioxidante de extratos de sementes de limão (*Citrus limon*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.30, n.2, p.489-493, 2010.

Machado, M.P., Bergo, C.L., Deschamps, C., Bizzo, H.R., Biasi, L.A. Efeito da secagem natural e artificial da biomassa foliar de *Piper hispidinervum* na composição química do óleo essencial. *Semina. Ciências Agrárias*, v.34, p.265 - 270, 2013.

Magalhães, K. F.; Caires, A. R. L.; Silva, M. S.; Alcantra, G. B.; Oliveira, S. L. Endogenous fluorescence of biodiesel and products thereof: 4 Investigation of the molecules responsible for this effect. **Fuel**, v.119, p.120-128, 2013.

Melo, E. A.; Araújo, C. R. Mangas das variedades espada, rosa e tommy atkins: compostos bioativos e potencial antioxidante. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v.32, p.1451-1460, 2011.

Miranda, M. A.; El-Dash, A. Farinha integral de trigo germinado. Características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Ciência Tecnologia Alimentos**, v.22, p.216-223, 2002.

Mirisola Filho, L. A. **Cultivo e Processamento do coco macaúba para produção de biodiesel**. Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2009. 336p.

Mittelbach M, Gangl S. Long storage stability of biodiesel made from rapeseed and used frying oil. **Journal of the American Oil Chemists' Society**. v.78, p.573-577, 2011.

Monferrer, A.; Villalta, J. La fritura desde un punto de vista práctico (I). Alimentación, **Equipos y Tecnología**, [S.l.], v.21, n.3, p.85-90, 1993.

Morais, F. L. Carotenoides: Características Biológicas e Químicas. Brasília, DF: UNB, 2006. 70f. Monografia de Curso de Especialização em Qualidade em Alimentos.

Morcote-Rios, G. E Bernal, R. Remains of palms (*Palmae*) at archaeological sites 378 in the New World: a review. **The Botanical Review**, New York, v.67, n.3, p.309-350, 2001.

Mota, C.S et al. Exploração sustentável da macaúba para produção de biodiesel: colheita, pós colheita e qualidade dos frutos. **Informe agropecuário**, Belo Horizonte. v.32, n.265, p.41-51, 2011.

Munhoz, C. L., Guimarães, R. C. A., Nozaki, V. T, Sanjinez-Argandoña, E. J. U; Macedo, M. L. R. Frutos de bocaiuva: caracterização física e perfil de ácidos graxos dos óleos. *Cadernos de Agroecologia*. In: 4º Seminário de Agroecologia, 2012.

Nawar, W.W. Lipids. In: Fennema, O.R. (Ed.). *Food Chemistry*. 2.ed. New York: Marcel Dekker, p.139-244, 1985.

Nellis, S.C.; Correia, A. de F. K.; Spoto, M. H. F. Extração e quantificação de carotenoides em minitomate desidratado (*Sweet Grape*) através da aplicação de diferentes solventes. **Brazilian Journal Food Technology**, Campinas, v.20, e2016156, 2017.

Neto, C. J. F.; Figueirêdo, R. M.; Queiroz, A. J. M. Avaliação sensorial e da atividade de água em farinhas de mandioca temperadas. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v.29, n.4, p.795-802, 2005.

Nieto, L. M.; Hodaifa, G.; Peña, J. L. L. Changes in phenolic compounds and Rancimat stability of olive oils from varieties of olives at different stages of ripeness. **Journal of Science Food and Agriculture**, v.90, p.2393-2398, 2010.

Nozaki, V. T.; Munhoz, C. L.; Guimarães, R. C. A.; Hiane, P. A.; Andreu, M. P.; Viana, L. H.; Macedo, M. L. R. Perfil lipídico da polpa e amêndoa da guarirova. **Ciência Rural**, v.42, p.1518-1523, 2012.

Nucci, S. M. **Desenvolvimento, caracterização e análise da utilidade de marcadores microssatélites em genética de população de macaúba**. Campinas, SP: Instituto Agrônomo, 2007, 82p. Dissertação de Mestrado.

Oliveira, L. C.; Gutkoski, L. C.; Elias, M. C.; Mazzutti, S.; Aosani, E.; Rocha, J. C. Efeito da temperatura de secagem na qualidade de grãos de aveia branca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.34, n.2, p.313-319, 2010.

Oliveira, R. S.; Neves, J. A.; da 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.

Oliveira, I. P. **Estudo da degradação térmica de misturas dos óleos da macaúba (*Acrocomia aculeata*) por espectroscopia molecular**. Dourados – MS, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental - UFGD, 2013. Dissertação de Mestrado.

Ordóñez, J. A. et al. Tecnologia de Alimentos – Alimentos de Origem Animal. 2.ed. Porto Alegre: Artmed. p. 280, 2005.

Orsi, D. C.; Nishi, A. C. F.; Carvalho, V. S.; Brandão, C. C.; Carvalho, A. A.; Asquieri, E. R. Caracterização química da polpa de macaúba (*Acrocomia aculeata*). **Journal of Fruits and Vegetables**, v.1, n.1, p.45-48, 2015.

Pawar, N.; Purohit, A.; Gandhi, K.; Arora, S.; Singh, R. R. B. Effect of operational parameters on determination of oxidative stability measured by rancimat method. **International Journal of Food Properties**, v.17, p.2082-2088, 2014.

Pereira, L. M.; Rodrigues, A. C. C.; Sarantópolus, C. I. G. L.; Junqueira, V. C. A.; Cardello, H. M. A. B.; Hubinger, M. D. Vida de prateleira de goiabas minimamente processadas adicionadas em embalagens sob atmosfera modificada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, p.427- 433, 2003.

Pinto, J. V. **Elaboração de manual prático para determinação de vida-de-prateleira de produtos alimentícios**. 2015. Porto Alegre: UFRS, 2015, 66p. Curso de Engenharia de Alimentos.

Pohndorf, R. S. **Efeitos da umidade e do resfriamento no armazenamento sobre a qualidade de grãos e do óleo de soja para fins comestíveis e de produção de biodiesel**. Pelotas: UFP, 2012, 71p. Dissertação de Mestrado.

Queiroz, L.A. N. **Análise de procedimentos pós-colheita do fruto da macaúba (*Acrocomia aculeata*) e refino do óleo da polpa**. Belo Horizonte: UFMG, 2016. 203p. Tese de Doutorado.

Ramos, M. I. L.; Ramos Filho, M. M.; Hiane, P. A.; Braga Neto, J.A.; Siqueira, E. M. A. Qualidade nutricional da polpa de bocaiuva *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, p.90-94, 2008.

Reda, S. Y.; Carneiro, P. I. B. Óleos e gorduras: Aplicações e implicações. **Revista Analytica**. n. 27, 2007.

Reis, D. S.; Neto, A. F.; Ferraz, A. V.; Freitas, S. T. Produção e estabilidade de conservação de farinha de acerola desidratada em diferentes temperaturas. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.20, p.7, 2017.

Rios, A. O.; Antunes, L. M. G.; Bianchi, M. L. P. Proteção de carotenoides contra radicais livres gerados no tratamento de câncer com cisplatina. **Revista Alimento e Nutrição**, v.20, p.342-350, 2009.

Rodriguez-Amaya, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: Internacional Life Sciences Institute Press, 2001. 64 p.

Roesler, R.; Malta, L. G.; Carrasco, L. C.; Holanda, R. B.; Souza, C. A. S.; Pastore, G. M. Atividade antioxidante de frutas do cerrado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.27, n.1, p.53-60, 2007.

Salis, S. M.; Mattos, P. P. Floração e Frutificação da Bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) e do Carandá (*Copernicia alba*) no Pantanal. Comunicado técnico 78, p.6, 2009.

Salunkhe, D. K.; Chavan, J. K.; Kadan, S. S.; Maize. In: Postharvest biotechnology off Cereals. Boca Raton, CRC, 1985 p.127-146.

Sanjinez-Argandoña, E. J.; Chuba, C. A. M. Caracterização biométrica, física e química de frutos da palmeira bocaiuva. *Acrocomia aculeata* (Jacq) Lodd. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v.33, n.3, p.1023-1028, 2011.

Santos Júnior, J. F.; Spacki, V.; Santana, F. P.; Costa, D. C.; Lorenzi, G. M. A. C. Bocaiuva, macaúva, macaúba, bocajá: técnicas e dicas de aproveitamento. Campo Grande: ECOA, 2012. 44p.

Santos, S. B.; Martins, M. A.; Faroni, L. R. A.; Junior, V. R. B. Perda de matéria seca em grãos de milho armazenados em bolsas herméticas. **Revista Ciência Agronômica**, v.43, n.4, p.674-682, 2012.

Sarantópoulos, C. I. G. L.; Oliveira, E. C. **Requisitos de conservação de alimentos em embalagens flexíveis**. Campinas: CETEA/ITAL, 2001. 215p.

Silva, J. S.; Filho, A. F. L.; Berbert, P. A. **Secagem e Armazenagem de Produtos Agrícolas**. Viçosa, Cap. 17, p. 395-464, 2000.

Silva, M. R.; Lacerda, D. B. C. L.; Santos, G. G.; Martins, D. M. O. Caracterização química de frutos nativos do cerrado. **Ciência Rural**, v.38, p.1790-1793, 2008.

Silva, P. H. **Caracterização de *acrocomia aculeata* e *acrocomia totai* por meio de descritores agromorfológicos**. Campinas: IA, 2017a, p. 79. Dissertação de Mestrado.

Silva, V. M.; Marinho, E. R. A.; Guimarães, R. C. A.; Campos, R. P.; Borsato, A. V.; Donadon, J. R. Protocolo para determinação de umidade em frutos de bocaiuva. In: Simpósio de Frutos Nativos e Exóticos, 2, 2017, Campo Grande. Anais...Campo Grande: UFMS, 2017b.

Silverstein, R. M.; Bassler, G.; Morrill, T. C. **Identificação espectroscópica de compostos orgânicos**. Rio de Janeiro: Guanabara-Koogan. 387p, 1994.

Siqueira, P. B. **Caracterização bioquímica e compostos bioativos de macaúba (*Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. Ex. Mart.)**. Campinas: UEC, 2012, 148p. Tese de Doutorado.

Soares, H. F.; Ito, M.K. O ácido graxo monoinsaturado do abacate no controle das dislipidemias. **Revista Ciência Médica**. Campinas, v.9, n.2, p.47-51, 2000.

Sodré, J. B. **Morfologia das palmeiras como meio de identificação e uso paisagístico**. Lavras, MG: UFL, 2005, 65p. Dissertação de Especialização em plantas ornamentais e paisagismo.

Somerville, C.; Browse, J.; Jaworski, J.G.; Ohirogge, J.B. Lipids in: Buchanan, B.; Gruissem, W.; Jones, R. **Biochem. Molecular Biology of Plants**. p.456-527, 2000.

Vasconcelos, A. F. F.; Dantas, M. B.; Lima, A. E. A.; Silva, F. C.; Conceição, M. M.; Santos, I. M. G.; Sousa, A. G. Compatibilidade de Misturas de Biodiesel de Diferentes Oleaginosas. **Revista Biodiesel**, n.11, 2006.

Vianna, S. A. Campos-Rocha, A. *Acrocomia in Flora do Brasil 2020 em construção*. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em:<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/floradobrasil/FB15662>. Acesso em: 14 mar. 2019.

Vieira, R.D.; Krzyzanowski, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: Krzyzanowski, F.C.; Vieira, R.D.; França Neto, J.B. Vigor de sementes: conceitos e testes. Londrina: **ABRATES**. cap.4, p.1- 26, 1999.

Zanatta, S. **Caracterização da macaúba (casca, polpa e amêndoa) e análise sensorial através da Educação do Gosto**. Piracicaba: USP, 2015, 107p. Dissertação de Mestrado.

Zimmermann, A. M; Kirsten, V. R. Alimentos com função antioxidante em doenças crônicas: uma abordagem clínica. **Ciências da Saúde**, Santa Maria, v.9, n.1, p.51-68, 2008.