



UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**FARINHA DO FRUTO DO *Ziziphus joazeiro* Mart. OBTIDA POR SECAGEM EM
CAMADA DE ESPUMA**

LARISSA FÉLIX MACÊDO

POMBAL - PB
2022

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**FARINHA DO FRUTO DO *Ziziphus joazeiro* Mart. OBTIDA POR SECAGEM EM
CAMADA DE ESPUMA**

LARISSA FÉLIX MACÊDO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
da Universidade Federal de Campina Grande,
como requisito para a obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia.

ORIENTADOR: Prof. Dr. FRANCISCLEUDO BEZERRA DA COSTA

POMBAL - PB
2022

M141f Macêdo, Larissa Félix.

Farinha do fruto do *Ziziphus joazeiro* Mart. obtida por secagem em camada de espuma / Larissa Félix Macêdo. – Pombal, 2022.
40 f. il. color.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar, 2022.

“Orientação: Prof. Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa.”

Referências.

1. Juá. 2. Fruto do juazeiro - Obtenção da farinha. 3. Secagem de frutos. 4. Conservação de alimentos - Técnica alternativa. I. Costa, Franciscleudo Bezerra. II. Título.

CDU 634.662(043)

UNIVERSIDADE FEDERAL DE CAMPINA GRANDE
CENTRO DE CIÊNCIAS E TECNOLOGIA AGROALIMENTAR
UNIDADE ACADÊMICA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

**FARINHA DO FRUTO DO *Ziziphus joazeiro* Mart. OBTIDA POR SECAGEM EM
CAMADA DE ESPUMA**

LARISSA FÉLIX MACÊDO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Unidade Acadêmica de Ciências Agrárias do
Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar
da Universidade Federal de Campina Grande,
como requisito para a obtenção do grau de
Bacharel em Agronomia.

Aprovado em: 26/07/2022

BANCA EXAMINADORA



Orientador: Prof. Dr. Franciscleudo Bezerra da Costa
UATA / CCTA / UFCG



Examinador: Prof. Dr. Marcelo Cleón de Castro Silva
UAGRA / CCTA / UFCG



Examinadora: Dra. Jéssica Leite da Silva
Escola Cidadã Integral Maria Soledade Assis Freitas (ECI Marisol)

*À minha mãe, Rosa Gonçalves de Macêdo,
por todo cuidado, companheirismo e amor
incondicional em todos os dias da minha
vida.*

Dedico.

AGRADECIMENTOS

Agradeço ao Senhor Deus, por me iluminar, proteger e fortalecer em todos os momentos da minha vida.

À minha mãe, Rosa Gonçalves de Macêdo, por ser o meu maior incentivo, por nunca ter medido esforços para me ajudar em tudo, por ser minha maior fonte de amor, força e companheirismo.

Ao meu pai, Leonaldo Félix da Silva, que sempre esteve ao meu lado em todos os momentos, agradeço por todo amor e cuidado.

A Janderson Pedro por toda parceria, apoio, compreensão e incentivo.

Aos meus primos-irmãos, Ednael Macêdo, Charles Macêdo e Evilásio Macêdo por estarem comigo desde sempre, por serem abrigo, exemplos de dedicação e irmandade em minha vida.

Ao meu orientador, Franciscleudo Bezerra da Costa, grande profissional, agradeço por todos os ensinamentos, confiança, conselhos e oportunidades.

À Jéssica Leite da Silva, que tanto me ensinou, agradeço por toda paciência, confiança, parceria e disponibilidade em todas as vezes que precisei.

Ao professor Marcelo Cleón de Castro Silva por toda disponibilidade, ensinamentos e contribuições neste trabalho e durante a minha formação.

À Ana Marinho do Nascimento, por ter me acompanhado desde o começo na Iniciação Científica, por ter me auxiliado quando mais precisei e por todos os ensinamentos compartilhados.

À Giuliana Sales pela parceria, compreensão, conselhos e ensinamentos.

A todos os integrantes do Grupo de Pesquisa em Ciência, Tecnologia e Engenharia de Alimentos (GPCTEA).

A todos os meus professores da graduação que contribuíram de forma significativa para a minha formação.

Aos grandes amigos que ganhei na graduação, em especial, Tamires Alves, Jéssica Bezerra, Anny Soares, Wesley Belo, Patrick Lima, Diandra Perônica, Fernanda Medeiros, Adla Vieira e Gabriel Nunes por todo apoio, conversas, lágrimas e sorrisos. Todos vocês foram muito importantes para a realização desse sonho.

MACÊDO, L. F. **Farinha do fruto do *Ziziphus Joazeiro* Mart. obtida por secagem em camada de espuma**. 2022. 40 f. Monografia (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2022.

RESUMO

O *Ziziphus joazeiro* Mart. é uma espécie endêmica do bioma Caatinga e conhecida no Nordeste brasileiro, possui fruto comestível globoso e amarelo, geralmente, desperdiçado. No intuito de amenizar o desperdício desses frutos, objetivou-se avaliar a qualidade da farinha do fruto do *Ziziphus joazeiro* Mart. por meio de secagem em camada de espuma, uma técnica alternativa simples e de baixo custo de processamento. O experimento foi realizado no Laboratório de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos (LQBAA) e no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV) do Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal/PB. Para a obtenção da farinha, os frutos foram colhidos de plantas localizadas na zona rural do município de Cajazeirinhas/PB, encaminhados ao Laboratório em sacos plásticos, posteriormente foram higienizados, despulpados, triturados e processados em bateadeira com a adição de 4% do emulsificante Porto Gel e 3% do estabilizante Liga Neutra. A secagem foi executada nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C. As análises realizadas na espuma foram: densidade aparente e incorporação de ar; já, na farinha foram: densidade aparente, solubilidade, atividade de água, umidade, cinzas, colorimetria, acidez titulável, pH, íons H⁺, sólidos solúveis, ratio, açúcares solúveis, açúcares redutores, açúcares não redutores, ácido ascórbico, clorofila total, carotenoides totais, compostos fenólicos totais, flavonoides e antocianinas. O extrato do fruto do juazeiro formou grande quantidade de espuma. As farinhas produzidas a 60 e 70 °C dispuseram de composição físico-química dentro dos padrões exigidos pela legislação brasileira vigente. A farinha produzida a 60 e 70 °C se destacaram no que diz respeito à qualidade físico-química e dos compostos bioativos viáveis a comercialização e ao consumo.

Palavras-chave: Juá, Fruto perecível, Técnica alternativa, Desidratação.

MACÊDO, L. F. **Flour from the fruit of *Ziziphus Joazeiro* Mart. obtained by drying in a foam layer.** 2022. 40 f. Monograph (Graduate in Agronomy) – Federal University of Campina Grande, Pombal, 2022.

ABSTRACT

The *Ziziphus joazeiro* Mart. is an endemic species of the Caatinga biome and known in the Brazilian Northeast, it has edible globular and yellow fruit, usually wasted. In order to reduce the waste of these fruits, the objective was to evaluate the quality of the flour of the fruit of *Ziziphus joazeiro* Mart. through foam layer drying, a simple and low-cost alternative processing technique. The experiment was carried out at the Laboratory of Chemistry, Biochemistry and Food Analysis (LQBAA) and at the Laboratory of Technology of Products of Plant Origin (LTPOV) of the Center for Agro-Food Science and Technology (CCTA), Federal University of Campina Grande (UFCG), Campus Pombal/PB. To obtain the flour, the fruits were harvested from plants located in the rural area of the municipality of Cajazeirinhas/PB, sent to the Laboratory in plastic bags, later they were sanitized, pulped, crushed and processed in a mixer with the addition of 4% of the emulsifier Porto Gel and 3% of the Neutral Liga stabilizer. Drying was performed at temperatures of 50, 60 and 70 °C. The analyzes performed on the foam were: apparent density and air incorporation; in flour, they were: bulk density, solubility, water activity, moisture, ash, colorimetry, titratable acidity, pH, H⁺ ions, soluble solids, ratio, soluble sugars, reducing sugars, non-reducing sugars, ascorbic acid, total chlorophyll, total carotenoids, total phenolic compounds, flavonoids and anthocyanins. Juazeiro fruit extract formed a large amount of foam. The flours produced at 60 and 70 °C have a physical-chemical composition within the standards required by current Brazilian legislation. The flour produced at 60 and 70 °C stood out in terms of physical-chemical quality and viable bioactive compounds for commercialization and consumption.

Key words: Juá, Perishable fruit, Alternative technique, Dehydration.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1.** *Ziziphus joazeiro* Mart. – **A**; fruto do juazeiro – **B**, estágio de maturação IV.....15
- Figura 2.** Etapas da secagem em camada de espuma do fruto do juazeiro. Espuma disposta em bandeja – **A**, estufa com circulação de ar – **B**, espuma seca – **C**, processamento em liquidificador – **D** e armazenamento das farinhas – **E**.....17
- Figura 3.** Densidade – **A**, solubilidade – **B**, atividade de água – **C**, umidade – **D** e cinzas – **E** da farinha do fruto do juazeiro. A barra vertical representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância, pelo teste de Tukey.....23
- Figura 4.** Farinhas do fruto do juazeiro obtidas por secagem em camada de espuma, a 50 (**A**), 60 (**B**) e 70 °C (**C**).....25
- Figura 5.** Luminosidade – **A**, coordenada a^* – **B**, coordenada b^* – **C**, cromaticidade – **D**, ângulo Hue – **E**, índice de cor – **F** e escurecimento – **G** da farinha do fruto do juazeiro. A barra vertical representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância, pelo teste de Tukey.....26
- Figura 6.** Acidez titulável – **A**, pH – **B**, íons H^+ – **C**, sólidos solúveis – **D**, ratio – **E**, açúcares solúveis – **F**, açúcares redutores – **G** e açúcares não redutores – **H** da farinha do fruto do juazeiro. A barra vertical representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância, pelo teste de Tukey.....29
- Figura 7.** Ácido ascórbico – **A**, clorofila total – **B**, carotenoides totais – **C**, compostos fenólicos – **D**, flavonoides – **E** e antocianinas – **F** da farinha do fruto do juazeiro. A barra vertical representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância, pelo teste de Tukey.....32

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 REVISÃO DE LITERATURA	12
2.1 <i>Ziziphus joazeiro</i> Mart.	12
2.2 Características do fruto do juazeiro	12
2.3 Secagem	13
2.4 Secagem em camada de espuma	14
3 MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1 Local do experimento	15
3.2 Material vegetal	15
3.3 Obtenção da farinha do fruto do juazeiro	16
3.3.1 Produção da espuma do fruto do juazeiro	16
3.3.2 Caracterização da espuma do fruto do juazeiro	16
3.3.3 Secagem da espuma do fruto do juazeiro	17
3.4 Características avaliadas	17
3.4.1 Rendimento das farinhas (%).....	17
3.4.2 Densidade aparente (g cm ⁻³).....	17
3.4.3 Solubilidade (%).....	17
3.4.4 Atividade de água	18
3.4.5 Umidade (%).....	18
3.4.6 Cinzas (%)	18
3.4.7 Colorimetria.....	18
3.4.8 Acidez titulável (%).....	18
3.4.9 pH	18
3.4.10 Concentração de íons H ⁺ (µM).....	19
3.4.11 Sólidos solúveis (%).....	19
3.4.12 Ratio.....	19
3.4.13 Açúcares solúveis (g 100 g ⁻¹).....	19
3.4.14 Açúcares redutores (g 100 g ⁻¹).....	19
3.4.15 Açúcares não redutores (g 100 g ⁻¹).....	20
3.4.16 Ácido ascórbico (mg 100 g ⁻¹)	20
3.4.17 Clorofila total e carotenoides totais (mg 100 g ⁻¹).....	20
3.4.18 Compostos fenólicos totais (mg 100 g ⁻¹).....	20
3.4.19 Flavonoides e antocianinas (mg 100 g ⁻¹)	20
3.5 Delineamento experimental e análise estatística	21
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
5 CONCLUSÃO	34
REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

Endêmico do bioma Caatinga e pertencente à família Rhamnaceae, o *Ziziphus joazeiro* Mart. é uma planta popularmente conhecida, devido a sua grande capacidade nutricional, potencial econômico e medicinal, podendo ser utilizada na alimentação humana e animal, na ornamentação e na indústria para a fabricação de cosméticos e produtos de limpeza (SOUSA et al., 2015), portando grande importância sócio-ambiental para a população nordestina e dispendo de uma carga histórica considerável (MOREIRA et al., 2021).

O fruto do juazeiro apresenta propriedades nutricionais muito importantes na alimentação humana, em destaque, a elevada concentração de vitamina C, além disso, possui características físicas e físico-químicas relevantes, como o elevado rendimento de polpa e alta concentração de sólidos solúveis (SILVA, 2015). Esse fruto amarelo, globoso e comestível, porta ainda, elevado teor de compostos fenólicos, substâncias tidas como antioxidantes (SILVA, 2017).

O juá além de perecível é considerado do tipo climatérico. Além de oxidar, perde propriedades naturais após a obtenção do extrato, o que resulta em um curto período de vida útil (SILVA et al., 2017; VASCONCELOS, 2017). Pesquisas sobre a caracterização do fruto do juazeiro têm incentivado o seu uso na indústria de alimentos, em processamento para sucos, doces, fabricação de farinhas e incorporação em outros produtos alimentícios para agregar maior valor nutricional (SILVA et al., 2018; COSTA et al., 2019; SILVA, 2021a).

Na busca pelo aumento da segurança e durabilidade dos alimentos perecíveis, tem-se a prática da desidratação que consiste em retirar a água livre presente, tornando o alimento mais seguro e aumentando sua vida útil de prateleira (VASCONCELOS, 2017). Além de aumentar a vida de prateleira, dificulta o desenvolvimento de microrganismos e reações físico-químicas visto que, Motta (2018) ressalta que a secagem de frutos resulta, ainda, na redução significativa do tamanho do produto final, influenciando diretamente nos custos com embalagens, transporte e armazenamento.

Existem diversos métodos de secagem, no presente estudo, destaca-se a utilização da secagem em camada de espuma, que transforma material líquido ou semilíquido em espumas estáveis através da utilização de estabilizantes. De acordo com Lima (2020), a secagem em camada de espuma tem diversas vantagens, entre

elas estão o emprego de temperaturas baixas e menor tempo de secagem, em razão da maior área de superfície exposta ao ar e à velocidade de secagem.

Dessa forma, visando aproveitar o fruto do juazeiro com o aumento da sua vida útil e possibilidade de agregar valor ao produto final, essa pesquisa busca avaliar a qualidade da farinha produzida no fruto do *Ziziphus joazeiro* Mart., por meio de secagem em camada de espuma.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 *Ziziphus joazeiro* Mart.

O juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart) é uma árvore típica das regiões semiáridas nordestinas sendo conhecido também como joá, joazeiro, juá-de-espinho, juazeiro, jurubeba, jurupeba, laranjeira-do-vaqueiro, raspa-de-juá, juá-fruta, enjuá, enjoaá, juá-mirim (VASCONCELOS, 2017). O juá possui folhas coriáceas (textura semelhante a couro e se quebra facilmente), lustrosas, elípticas, com flores pequenas, axilares, em caches, amarelo esverdeado, em formato de estrela e com o sistema radicular profundo, o que permite a retirada de água do subsolo fazendo com que se mantenha verde mesmo durante o período de seca (SILVA, 2019a).

O juazeiro é uma planta que serve de alimento para o gado no período de estiagem, produz frutos para alimentação humana, medicamento e madeira, apresentando grande importância econômica e biológica graças à, principalmente, suas propriedades medicinais (DANTAS et al., 2014; SILVA et al. 2018).

Devido a sua composição nutricional e por apresentar propriedades farmacológicas, o juazeiro tem sido muito utilizado na medicina popular como um agente gastroprotetor, analgésico e curativo, além de ser considerado um produto natural promissor no desenvolvimento de fitomedicamentos contra infecções resistentes (ANDRADE et al., 2019). Dantas et al. (2014) afirmam que os frutos dessa planta possuem em sua composição propriedades nutricionais de grande importância para a alimentação humana.

2.2 Características do fruto do juazeiro

O fruto do *Ziziphus joazeiro* Mart., apresenta casca amarela e polpa branca, é globoso, comestível, possui sabor doce e dispõe de uma semente dura em seu interior, geralmente é consumido *in natura* ou processado como doces e geleias (SILVA et al., 2017).

Silva et al. (2020) ressaltam que esse fruto possui destaque por possuir em sua composição elevado teor de vitamina C, compostos fenólicos e, ainda, apresentar potencial para ser utilizado como suplemento alimentar, acelerando o metabolismo do álcool e reduzindo os efeitos deletérios no fígado. Dispõe de um valor nutricional

considerável de carboidratos (17,59 g 100g⁻¹) e fibras (10,81 g 100g⁻¹), compostos fitoquímicos como flavonóides, taninos, fenólicos e saponinas (OLIVEIRA et al., 2020).

De acordo com Silva et al. (2018), o fruto do juazeiro dispõe grande potencial para o comércio, tanto para o seu consumo *in natura* como para a industrialização, visto que a indústria vem empregando fontes alternativas vegetais com o intuito de elaborar e fornecer produtos saudáveis e economicamente viáveis.

As análises físico-químicas nesse fruto maduro evidenciam a presença de alta concentração de sólidos solúveis e baixa acidez, mostrando uma boa palatabilidade, entretanto possui umidade elevada (SILVA et al., 2018). Devido a isso, o fruto torna-se mais suscetível ao ataque de microrganismos o que indica a necessidade da aplicação de práticas de conservação em seu processamento (OLIVEIRA, 2018).

Em concordância com a ideia de Silva (2021b), a secagem de frutos perecíveis é uma forma acessível para se obter produtos com maior vida útil e fácil comercialização, além de diversificar o setor alimentício, tendo em vista que a farinha é um ingrediente essencial em diversas formulações de alimentos.

2.3 Secagem

A secagem consiste em uma técnica de conservação de alimentos que busca reduzir o teor de umidade, possibilitando maior vida útil e um armazenamento seguro por um longo período de tempo (OLIVARES et al., 2017). Vasconcelos (2017) ressalta que essa prática é utilizada desde a antiguidade com a finalidade de aumentar a vida útil dos alimentos, já que os microrganismos que provocam a decomposição não crescem sem a presença da água.

Conforme Fellows (2006) a secagem pode ser entendida como a aplicação de calor sob condições controladas para que assim seja retirada, por meio da evaporação, a maioria da água presente em um alimento, objetivando prolongar a vida de prateleira dos alimentos por meio da redução da atividade de água e inibição do crescimento de microrganismos, além da redução da atividade enzimática.

Os alimentos sólidos a serem secos podem estar em diferentes formas e possuírem propriedades diferentes, assim como o líquido a ser vaporizado pode estar na superfície do sólido, inteiramente dentro do sólido ou pode estar parte fora e parte de dentro do sólido (MOTTA, 2018).

De acordo com Pereira (2020), mudanças como o encolhimento, alterações na forma, tamanho, porosidade, que influenciam na capacidade de solubilidade e reidratação e até variações de cor, textura, sabor e aroma podem acontecer durante os diversos métodos de secagem de um alimento, como por exemplo, a secagem em camada de espuma.

2.4 Secagem em camada de espuma

A secagem em camada de espuma é feita com o material líquido ou semilíquido que é transformado em uma espuma estável através de incorporação de ar, ou de outro gás, onde essa espuma é submetida à secagem com ar aquecido, até que haja uma baixa atividade de água na qual o crescimento de microrganismos, reações químicas e/ou enzimáticas são impedidas (VASCONCELOS, 2017).

Conforme Nunes et al. (2018), este método de secagem apresenta-se como uma boa alternativa para reduzir a alta perecibilidade dos materiais vegetais, permitindo a manutenção da qualidade e o aproveitamento industrial do material desidratado.

É um método simples, que faz uso de agentes com a finalidade de manter a espuma estável durante o processo, o que torna eficaz as menores temperaturas de desidratação e o menor tempo de secagem visto que a área superficial fica exposta ao ar fazendo com que aumente a velocidade de remoção de água (MAIA, 2020).

Esse método possui baixo custo financeiro quando comparado com outros métodos convencionais, além disso, tem a capacidade de originar produtos com qualidade e oferecer novas opções para o mercado, pois pode ser aplicado em diversos alimentos como suco de laranja, uva, goiaba, carambola, no café e outros produtos instantâneos (PEREIRA, 2015; LIMA JUNIOR, 2021).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

O experimento foi desenvolvido no Laboratório de Química, Bioquímica e Análise de Alimentos (LQBAA) e no Laboratório de Tecnologia de Produtos de Origem Vegetal (LTPOV) pertencentes à Unidade Acadêmica de Tecnologia de Alimentos (UATA), Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA), Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), Campus Pombal/PB.

3.2 Material vegetal

Foram utilizados frutos do juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.), provenientes de plantas (Figura 1A) localizadas na zona rural do município de Cajazeirinhas/PB, caracterizado pelas coordenadas geográficas de 6°57'40" de latitude S e 37°48'22" de longitude W, a uma altitude de 261 m, que fica situado a 29 km de distância de Pombal/PB. Os frutos foram colhidos manualmente, acondicionados em sacos plásticos e transportados em veículo ao LQBAA do CCTA/UFCG, Campus Pombal/PB.



Figura 1. *Ziziphus joazeiro* Mart. – **A**; fruto do juazeiro – **B**, estágio de maturação IV.

No laboratório, os frutos foram selecionados visualmente quanto à ausência de injúrias, de modo a obter amostras uniformes e com qualidade. Logo após, foram classificados em estádios de maturação de acordo com a cor da casca do fruto, conforme classificação estabelecida por Silva (2015), em que os frutos do estágio de maturação IV, apresentando maior viabilidade de consumo e de industrialização em relação aos demais estádios.

Após a classificação, os frutos foram higienizados em água corrente e sanitizados em uma solução de 200 ppm de dicloroisocianurato de sódio dihidratado durante 10 minutos, seguido por enxague em solução de dicloroisocianurato de sódio dihidratado a 5 ppm, também por 10 minutos. Em seguida, os frutos foram encaminhados à secagem em camada de espuma.

3.3 Obtenção da farinha do fruto do juazeiro

3.3.1 Produção da espuma do fruto do juazeiro

A polpa do fruto do juazeiro foi obtida por meio de despulpamento manual, a fim de separar o conjunto polpa/casca, da semente. O conjunto polpa/casca foi triturado em liquidificador (Philips, Mix) por 25 segundos, obtendo assim, o extrato dos frutos do juazeiro.

Para a produção da espuma, a polpa/casca do fruto do juazeiro foi processada em batedeira comum planetária (Arno, Deluxe SX80) com tempo de agitação de 10 minutos. Foi utilizado 4% do emulsificante Porto Gel e 3% do estabilizante Liga Neutra, para proporcionar um maior rendimento e estabilidade da espuma. Estas concentrações foram determinadas por testes preliminares.

3.3.2 Caracterização da espuma do fruto do juazeiro

Para a caracterização da espuma do fruto do juazeiro, foram analisadas a densidade aparente e a capacidade de incorporação de ar.

- Densidade aparente (g cm^{-3}): a determinação da densidade aparente da espuma foi realizada pela medição da massa e do volume da mesma. Pesou-se 10 g da amostra e transferiu-se para uma proveta de 100 mL, observando-se o deslocamento (SAMPAIO; SILVA, 2007);

- Incorporação de ar (%): o volume de ar introduzido em uma solução está diretamente relacionado com a capacidade de incorporação de ar. Essa capacidade pode ser determinada pelo volume da espuma formada. Para a determinação da incorporação de ar (*over run*) foi avaliado o volume da polpa/casca do fruto do juazeiro em um béquer de 500 mL antes e depois do processamento em batedeira (VASCONCELOS, 2017).

3.3.3 Secagem da espuma do fruto do juazeiro

Após obter a espuma, a mesma foi disposta em bandeja de alumínio (Figura 2A) com espessura da camada de espuma de 1,0 cm. A bandeja foi colocada em estufa (Solab, SL 102) com circulação de ar (Figura 2B) nas temperaturas 50, 60 e 70 °C. O material foi seco até peso constante (Figura 2C), em seguida a espuma desidratada foi removida da bandeja e triturado em liquidificador doméstico (Philips, Mix) (Figura 2D), por 25 segundos e armazenado em potes de vidro âmbar (Figura 2E).

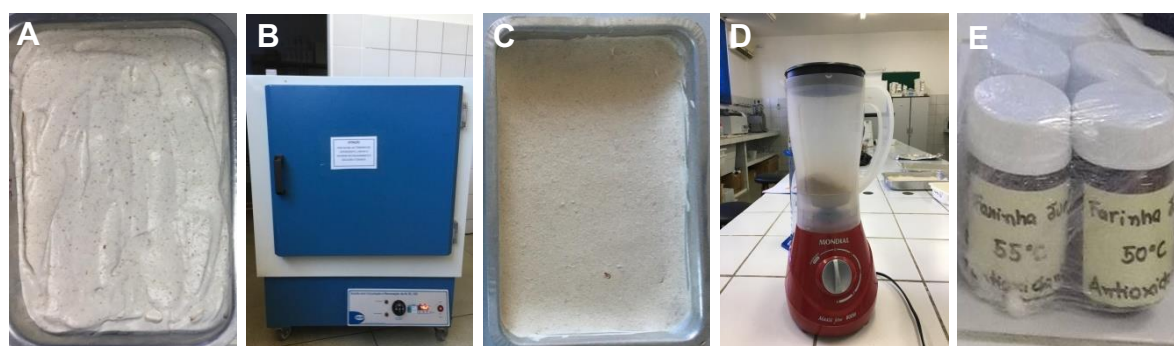


Figura 2. Etapas da secagem em camada de espuma do fruto do juazeiro. Espuma disposta em bandeja – **A**, estufa com circulação de ar – **B**, espuma seca – **C**, processamento em liquidificador – **D** e armazenamento das farinhas – **E**.

3.4 Características avaliadas

3.4.1 Rendimento das farinhas (%)

Calculado com base no peso do fruto in natura em relação ao peso das farinhas.

3.4.2 Densidade aparente (g cm^{-3})

Determinada pela relação entre a massa da amostra e o volume ocupado por suas partículas sólidas. Pesou-se 5 g da amostra e transferiu-se para uma proveta de 10 mL, observando-se o deslocamento (SAMPAIO; SILVA, 2007).

3.4.3 Solubilidade (%)

Pesou-se 0,1 g de amostra e transferiu-se para tubo de falcon, em seguida, foram adicionados 10 mL de água destilada e centrifugou-se a 3000 rpm por 5

minutos. Transferiu-se 2 mL do sobrenadante para placa de petri tarada e levou-se a estufa (Solab, SL 101) a 105 °C por 5 h (CRUZ, 2013).

3.4.4 Atividade de água

Determinada por leitura direta em aparelho específico (Aqualab, Pre), que utiliza a técnica de determinação do ponto de orvalho em espelho encapsulado.

3.4.5 Umidade (%)

Determinada por secagem em estufa (Solab, SL 101) a 105 °C de 1 g da amostra até peso constante de acordo com o método do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.4.6 Cinzas (%)

Realizou-se a incineração de 1 g da amostra em mufla (UP Brasil, UP 7L) a 550 °C até as cinzas ficarem brancas ou ligeiramente acinzentadas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.4.7 Colorimetria

Analisada no sistema CIELAB utilizando-se um colorímetro (Konica Minolta, CR 300), sendo determinada a luminosidade, coordenadas a^* e b^* , cromaticidade, ângulo Hue, índice de cor e o escurecimento (MAZZUZ, 1996; CAMELO; GOMES, 2004; SENSING, 2007).

3.4.8 Acidez titulável (%)

Determinada por homogeneização de 0,5 g da farinha em água destilada, utilizando o NaOH 0,1 N como titulante até atingir o ponto de viragem do indicador fenolftaleína alcóolica 1%. O resultado expresso em porcentagem de ácido cítrico (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.4.9 pH

Determinado por leitura direta do extrato em diluição de 1:5 (m/v) da farinha e água destilada, utilizando potenciômetro digital de bancada (Digimed, DM-22).

3.4.10 Concentração de íons H⁺ (μM)

Estimada a partir da conversão dos valores obtidos para pH por meio da equação $[H^+] = 10^{-pH}$.

3.4.11 Sólidos solúveis (%)

Analisados por leitura direta do extrato, preparado a partir da diluição de 1 g da farinha e 5 mL de água destilada, utilizando refratômetro digital com compensação automática de temperatura (Brand, Digital Refractometer).

3.4.12 Ratio

Obtido pela razão dos valores de sólidos solúveis e da acidez titulável.

3.4.13 Açúcares solúveis (g 100 g⁻¹)

O teor de açúcares totais foi determinado pelo método da Antrona (YEMM; WILLIS, 1954). Um extrato foi preparado diluindo 0,1 g da farinha dos frutos em 200 mL de água destilada. Uma solução contendo 0,1 mL do extrato, 0,9 mL de água destilada e 2,0 mL da solução de antrona (0,2%) foi preparada em tubos em banho de gelo. Os tubos foram agitados rapidamente em agitador (Biomixer, QL-901) e colocados em banho termostático (Fisatom, 550) a 100 °C por 3 minutos. As leituras das amostras foram realizadas espectrofotômetro (Biospectrum, SP 220) a 620 nm, utilizando glicose como referência para obtenção da curva padrão.

3.4.14 Açúcares redutores (g 100 g⁻¹)

O teor de açúcares redutores foi determinado pelo método do ácido dinitrosalicílico (MILLER, 1959). Um extrato foi preparado diluindo 0,1 g da farinha em 50 mL de água destilada. Uma solução contendo 0,5 mL do extrato, 1,0 mL de água destilada e 1,0 mL da solução de ácido dinitrosalicílico foi preparada em tubos. Os tubos foram agitados rapidamente em agitador (Biomixer, QL-901) e colocados em banho termostático (Fisatom, 550) a 100 °C por 5 minutos. O teor de açúcares redutores foi determinado por espectrofotometria (Biospectrum, SP 220) a 540 nm, utilizando glicose como referência para obtenção da curva padrão.

3.4.15 Açúcares não redutores (g 100 g⁻¹)

Determinados pela diferença dos açúcares solúveis e açúcares redutores.

3.4.16 Ácido ascórbico (mg 100 g⁻¹)

Foi homogeneizado 0,5 g da farinha e em ácido oxálico (0,5%) e titulada com solução de Tillmans até atingir coloração rosa (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2008).

3.4.17 Clorofila total e carotenoides totais (mg 100 g⁻¹)

Quantificados pelo método descrito por Lichtenthaler (1987), com adaptações. 1,0 g da farinha foi macerada com almofariz e pistilo em 0,2 g de carbonato de cálcio e 5 mL de acetona (80%) gelada. As amostras foram centrifugadas (Cientec) a 3.000 rpm por 10 minutos a 10 °C. A clorofila total e carotenoides totais do sobrenadante foram determinados por espectrofotometria (Biospectrum, SP 220) a 470, 646 e 663 nm.

3.4.18 Compostos fenólicos totais (mg 100 g⁻¹)

Foram determinados a partir do método de Folin e Ciocalteau descrito por Waterhouse (2012). Um extrato foi preparado diluindo 0,1 g da farinha em 50 mL de água destilada. Uma solução contendo 225 µL do extrato, 1900 µL de água destilada e 125 µL do reagente Folin-Ciocalteau foi preparada em tubos. Os tubos foram agitados rapidamente em agitador (Biomixer, QL-901), seguido de repouso por 5 minutos a temperatura ambiente. Foram adicionados 250 µL de carbonato de sódio (20 %) aos tubos e agitados, permanecendo em banho termostático (Fisatom, 550) a 40 °C por 30 minutos. O teor de compostos fenólicos totais foi determinado por espectrofotometria (Biospectrum, SP 220) a 765 nm, utilizando ácido gálico como referência para obtenção da curva padrão e os resultados expressos em equivalente do ácido gálico (EAG) mg 100 g⁻¹ de massa;

3.4.19 Flavonoides e antocianinas (mg 100 g⁻¹)

Estimados a partir do método descrito por Francis (1982). Foi utilizado 0,1 g da farinha que foi macerada com almofariz e pistilo em 5 mL de etanol-HCl (1,5 N) e colocada em geladeira a 6 °C por 24 horas. As amostras foram filtradas em papel filtro

e o teor de flavonoides e antocianinas foi quantificado por espectrofotometria (Biospectrum, SP 220) a 374 e 535 nm, respectivamente.

3.5 Delineamento experimental e análise estatística

Foi utilizado o Delineamento Inteiramente Casualizado, onde foram consideradas como tratamento as temperaturas de secagem (50, 60 e 70 °C), com 5 repetições. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando detectado efeito significativo para o teste F foi aplicado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade. Os dados foram analisados por meio do *software* AgroEstat® (BARBOSA; MALDONATO JR, 2015).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A espuma proveniente da polpa do fruto do juazeiro obteve densidade aparente de $0,21 \text{ g cm}^{-3}$, estando na faixa prevista pela literatura, que sugere um valor entre $0,20$ a $0,60 \text{ g cm}^{-3}$ para produtos secos a partir da espuma, conforme Dehghannya et al. (2018). Ao analisar a densidade aparente da espuma do fruto do juazeiro sem adição de emulsificantes, Silva (2021a), encontrou valor da densidade de $0,26 \text{ g cm}^{-3}$. Dessa forma, nesta pesquisa, a menor densidade aparente foi encontrada na espuma com adição de emulsificantes, em decorrência da maior quantidade de ar incorporado, fazendo com que a densidade final da espuma reduza (COELHO et al., 2019).

O valor da incorporação de ar (*over run*) da espuma proveniente do fruto do juazeiro foi de 397,12%. Lima (2020) ao estudar a secagem em camada de espuma da folha do noni com adição de 3% do emulsificante Porto Gel, obteve resultado de 325,13%, valor inferior ao encontrado neste trabalho, visto que uma maior concentração do agente espumante resulta na maior capacidade de incorporação de ar. Quando o ar é incorporado à espuma durante o batimento, ocasiona a redução da densidade da espuma, facilitando as trocas de calor de massa e permitindo que a secagem seja mais rápida e eficiente (OLIVEIRA, 2019).

As farinhas produzidas apresentaram rendimentos de 21,19; 21,66 e 20,33% para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C, respectivamente. A possível redução do rendimento das farinhas produzidas a 70 °C pode estar relacionada à maior remoção da água e demais constituintes presentes na espuma da polpa do fruto, visto que, de acordo com Silva et al. (2017), 79% da polpa do fruto do juazeiro é constituída por água. Silva (2021a) encontrou valor médio de 14,38% para o rendimento da farinha do fruto do juazeiro, sem adição de agentes espumantes. Mostrando um valor inferior ao encontrado neste trabalho, isso pode ser atribuído a ausência de estabilizantes na espuma, pois podem favorecer maior rendimento à amostra durante a secagem.

As farinhas obtidas para as diferentes temperaturas não apresentaram diferença estatística para a densidade (Figura 3A), sendo observados valores de $0,51$ a $0,47 \text{ g cm}^{-3}$. Para Engel et al. (2016), o aumento da temperatura de secagem ocasiona a diminuição da densidade da farinha, comportamento retratado no presente trabalho. A densidade é um parâmetro importante que deve ser levado em consideração no estudo da escoabilidade e fluidez do pó, nas operações unitárias de

indústrias de processamento, como transporte e armazenamento (SILVA, 2021b).

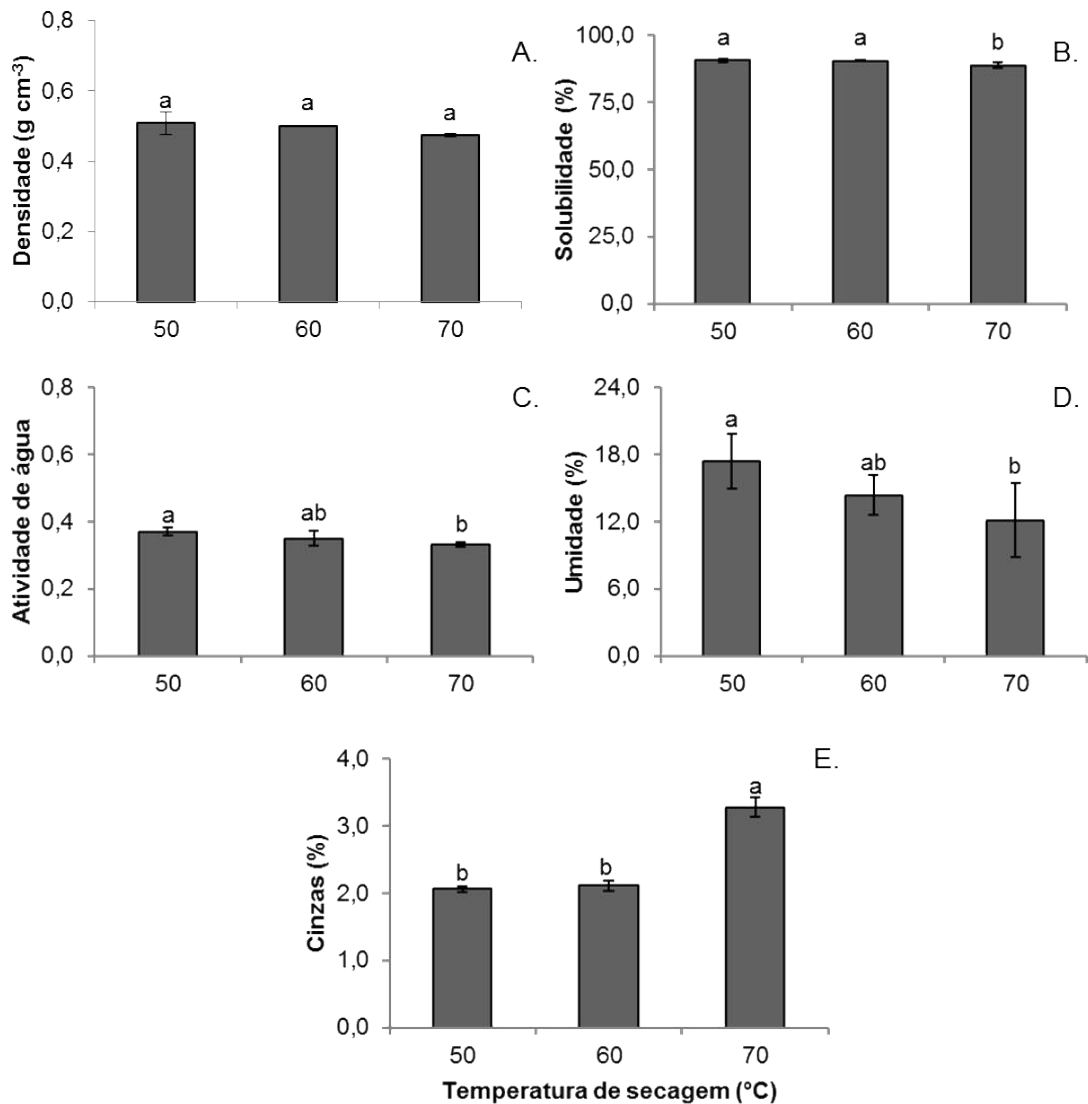


Figura 3. Densidade – **A**, solubilidade – **B**, atividade de água – **C**, umidade – **D** e cinzas – **E** da farinha do fruto do juazeiro. A barra vertical representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância, pelo teste de Tukey.

As solubilidades das farinhas produzidas foram de 90,45; 90,37 e 88,66% nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C, respectivamente (Figura 3B), sendo a farinha obtida a 70 °C diferente estatisticamente das demais farinhas. Damodaran (2010) ressalta que o aumento da temperatura de secagem pode ocasionar a desnaturação das proteínas no material e promover alterações no balanço entre hidrofobicidade e hidrofiliabilidade que diminuem a solubilidade. Os valores obtidos nesta pesquisa foram

superiores aos encontrados por Martins (2019) ao analisar farinhas do araçá (65,55%). Farinhas com elevado índice de solubilidade auxiliam na homogeneização de ingredientes (FERREIRA et al., 2015).

As farinhas apresentaram valores de atividade de água reduzindo de 0,370 a 0,328 (Figura 3C) ao decorrer das três temperaturas de secagem, diferindo-se estatisticamente. Analisando a atividade de água do pó obtido da polpa de jabuticaba incorporada por batimento, Santos (2022) obteve valores de 0,254 e 0,274, resultados inferiores aos da presente pesquisa. Sousa et al., (2020) afirmam que a redução da atividade de água com elevação da temperatura de secagem é resultado do aquecimento e transferência de calor na superfície do material. Conforme Oliveira (2019) o valor adequado de atividade de água de um produto sem necessidade de conservantes é 0,400, estando próximo aos resultados obtidos nesse estudo.

Para os valores da umidade foi observado um decréscimo de 17,40 a 50 °C e 12,11% a 70 °C (Figura 3D), que mostraram diferença estatística. Conforme a resolução – RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005 (BRASIL, 2005), o valor máximo de umidade para farinhas deve ser de 15,00%, encontrando-se fora desse padrão a farinha obtida pela secagem a 50 °C. Nascimento (2021) também observou que o aumento da temperatura de secagem influenciou na diminuição dos valores para a umidade das farinhas de pimentões, tendo valores de 14,18% a 50 °C e 13,0% a 70 °C. O aumento da temperatura de secagem diminui a umidade presente na farinha e reduz a proliferação de microrganismos que causam deterioração no produto (SANTOS et al., 2018).

Os resultados para as cinzas apresentaram um acréscimo de 2,06 a 3,28% (Figura 3E) diferindo-se estatisticamente. Os valores de cinzas encontrados no presente estudo estão dentro do limite máximo de 6,00%, conforme a legislação vigente para farinhas de vegetais (BRASIL, 2005). Silva (2021a) também observou um aumento nos valores de cinzas ao realizar a secagem em diferentes temperaturas na camada de espuma dos frutos de juazeiro sem adição de emulsificante (2,65% a 50 °C e 3,91% a 70 °C). A elevação no teor de cinzas pode ter sido ocasionada devido à maior perda de água durante a secagem e consequente concentração dos nutrientes no material (RESENDE et al., 2019).

A coloração das farinhas foi afetada pelas temperaturas de secagem (Figura 4). Visualmente, percebe-se a variação entre a intensidade da cor para as farinhas produzidas nas três temperaturas, sendo possível verificar o aumento no

escurecimento na cor das farinhas conforme a elevação da temperatura de secagem. Castro et al. (2017) ressaltam que a cor é um parâmetro importante para o produto quanto à aceitação do consumidor.



Figura 4. Farinhas do fruto do juazeiro obtidas por secagem em camada de espuma, a 50 – **A**, 60 – **B** e 70 °C – **C**.

Os resultados da análise de coloração indicam que a luminosidade diminuiu com o aumento da temperatura de secagem, reduzindo de 41,13 a 34,93 (Figura 5A), apresentando diferença estatística. Isso implica dizer que o aumento da temperatura de secagem tende a reduzir a luminosidade das farinhas. Nascimento (2021) também observou uma redução da luminosidade das farinhas de resíduos de pimentão com o aumento da temperatura de secagem. Com a elevação das temperaturas o produto tende a ficar mais escuro devido a maior concentração de seus constituintes, devido a isso, quanto maior a temperatura de secagem menor será a luminosidade das farinhas (TONON et al., 2009; FERNANDES, 2010).

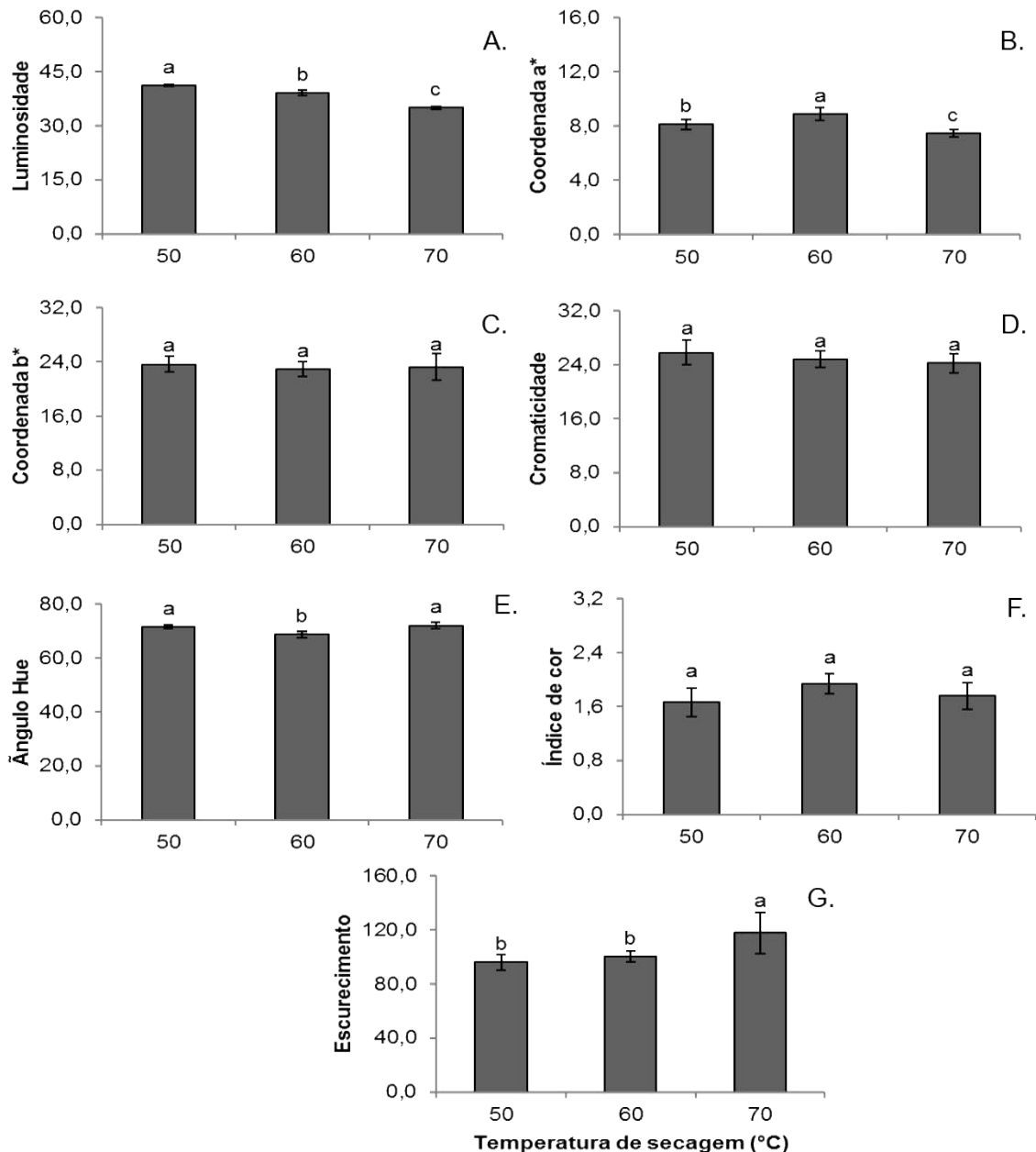


Figura 5. Luminosidade – **A**, coordenada a* – **B**, coordenada b* – **C**, cromaticidade – **D**, ângulo Hue – **E**, índice de cor – **F** e escurecimento – **G** da farinha do fruto do juazeiro. A barra vertical representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância, pelo teste de Tukey.

Para a coordenada a* observa-se uma variação dos valores que foi de 8,14 a 7,47 conforme o aumento da temperatura de secagem (Figura 5B), que diferiram estatisticamente. A coordenada a* demonstra variações das cores, onde $-a^*$ corresponde a coloração verde e $+a^*$ um indicativo do vermelho (KUREK; SOKOLOVA, 2020). Diante disso, as farinhas obtidas através da espuma do fruto do

juazeiro tende a coloração vermelho, já que o aumento da temperatura de secagem favorece a degradação de carotenoides ocasionando a redução da cor verde (SOTO et al., 2020).

Na coordenada b^* os valores foram de 23,63, 22,89 e 23,20 respectivamente, para as temperaturas 50, 60 e 70 °C (Figura 5C), não apresentando diferença estatística. De acordo com Kurek e Sokolova (2020), valores positivos para essa coordenada indicam uma tendência à cor amarela. Conforme os resultados obtidos, nota-se que a farinha mais amarelada foi produzida aos 50 °C, o que promoveu coloração mais clara a essa farinha em comparação as demais.

Não houve diferença estatística nos resultados obtidos para cromaticidade em relação às diferentes temperaturas de secagem, os valores variaram de 25,78 a 24,21 (Figura 5D). Com os valores alcançados, observa-se que a pureza ou intensidade de cor apresentou uma leve tendência de decréscimo com o aumento da temperatura de secagem mostrando uma coloração mais voltada para o neutro, já que valores abaixo de 50 demonstram a neutralidade na cor das farinhas (SILVA JUNIOR, 2018). Silva (2021a) relata que quanto maior for a temperatura de secagem, menor será a intensidade de percepção da cor da farinha obtida.

Para o ângulo Hue os resultados obtidos foram de 71,48, 68,63 e 71,95 para a farinha de 50, 60 e 70 °C, respectivamente (Figura 5E), apresentando diferença significativa. De acordo com Silva et al. (2015), o ângulo Hue (h) indica diferentes tonalidades de cor a cada 90 °, sendo de 0° para o vermelho, 90 ° para o amarelo, 180 ° para o verde e 270 ° para o azul. Diante disso, as farinhas produzidas apresentam tendência a tonalidade amarela, pois os valores estão próximos do ângulo de 90 °.

Quanto ao índice de cor foram obtidos valores de 1,66 a 1,76 (Figura 5F), não apresentando diferença significativa entre os resultados. A elevação da temperatura de secagem não influenciou no índice de cor das farinhas produzidas. De acordo com Silva (2017) os dados obtidos para essa análise podem indicar a variação de cor entre verde/amarelo presente no alimento, pois o índice de cor varia de -20 a +20, quanto mais negativo, maior a tendência para o verde e quanto mais positivo, mais alaranjado.

Os resultados obtidos para o escurecimento foram 95,83, 100,32 e 117,70, para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C (Figura 5G), apresentando diferença estatística. Nota-se que houve um acréscimo no escurecimento das farinhas durante o aumento das três temperaturas de secagem, corroborando com o comportamento observado

visualmente nas amostras. Esses resultados estão de acordo com os valores observados para a luminosidade (Figura 5A), pois o escurecimento aumenta quando a luminosidade é reduzida. Isso ocorre devido o efeito da temperatura, que pode ocasionar efeitos negativos que favorecem o escurecimento, influenciando na perda de compostos de cores como carotenoides e clorofilas, reação de Maillard e a caramelização dos grânulos (BATISTA et al., 2014).

Os resultados das características físico-químicas são apresentados na Figura 6. Percebe-se leve elevação da acidez com o aumento na temperatura de secagem (Figura 6A) que variou de 0,87 a 1,02% apresentando diferença significativa. Leal et al., (2016) estudando a secagem nas temperaturas de 50, 60 e 70 °C das polpas de abacaxi, acerola e carambola, também relataram um aumento desses valores. De acordo com a ideia de Pontes et al., (2007) e Riguetto et al. (2018), o processo de secagem pode favorecer o aumento da acidez das amostras em pó devido à perda de quase toda a parte aquosa do material e concentração de ácidos.

Para os valores de potencial hidrogeniônico, foi observado uma redução de 4,79 para 4,67, com diferença significativa (Figura 6B), provavelmente, devido a elevação da acidez (Figura 6A). Nascimento (2021) analisando farinhas de pimentão amarelo e vermelho, também observou uma redução dos valores com o aumento da temperatura de secagem. A autora ressalta que a diminuição do pH é ocasionada pela concentração de ácidos orgânicos. A análise do pH é um importante parâmetro para a avaliação de grau de deterioração de alimentos, a obtenção de um valor de pH mais ácido, ajuda na conservação do mesmo, pois pode atuar na inibição do crescimento microbiano (PINTO, LANDGRAF e FRANCO, 2019).

Os valores de íons H^+ foram de 16,54, 18,72 e 21,33 μM para as respectivas temperaturas de 50, 60 e 70 °C (Figura 6C), diferindo estatisticamente. Estes resultados, demonstram o inverso da concentração do pH (Figura 6B), visto que quanto menor é a concentração do pH, maior será o valor dos íons hidrogênios (H^+) de um alimento (NASCIMENTO, 2017). Matos (2015) afirma que a liberação de ácidos orgânicos durante o processamento do material vegetal pode atuar no aumento de íons H^+ .

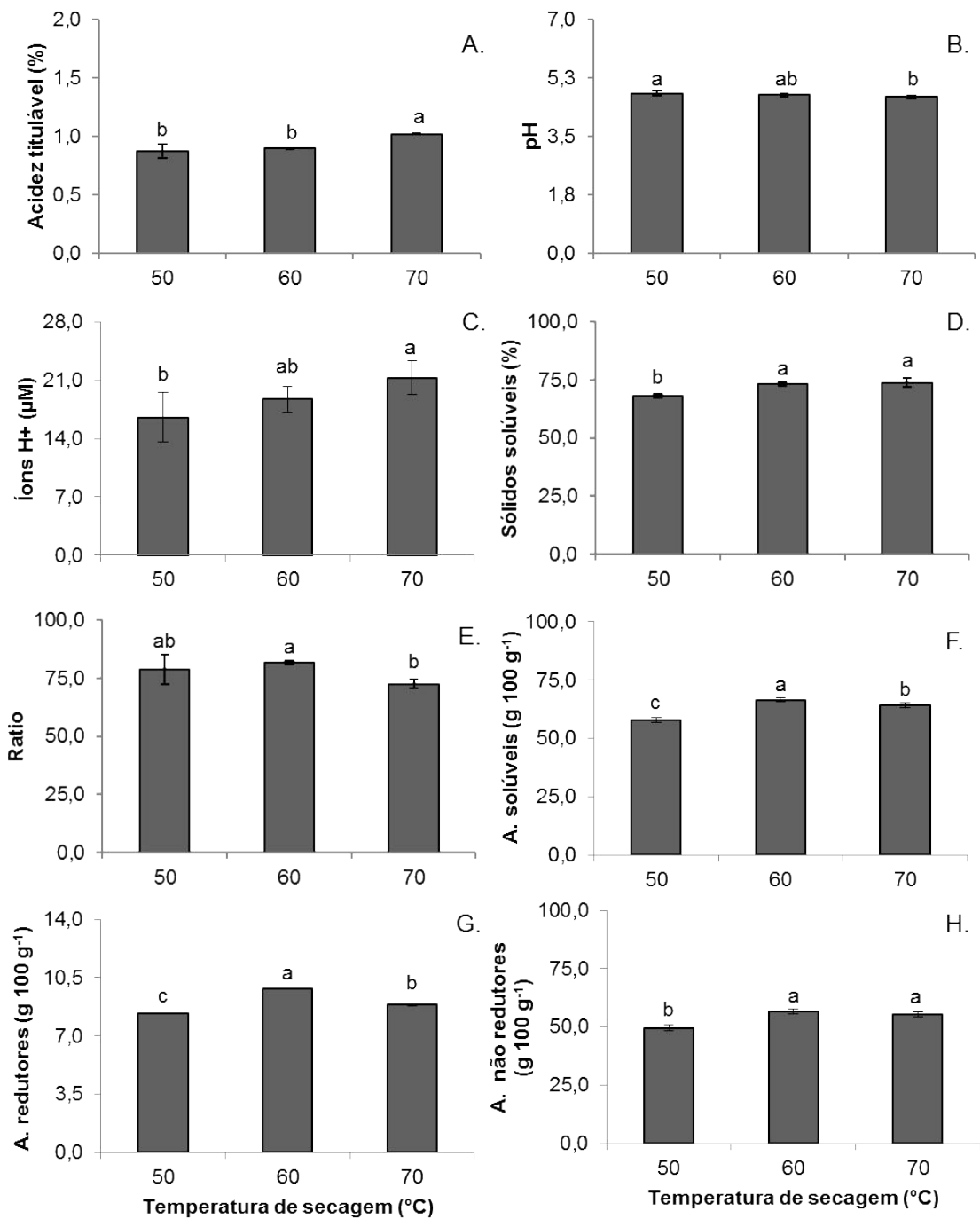


Figura 6. Acidez titulável – A, pH – B, íons H⁺ – C, sólidos solúveis – D, ratio – E, açúcares solúveis – F, açúcares redutores – G e açúcares não redutores – H da farinha do fruto do juazeiro. A barra vertical representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância, pelo teste de Tukey.

Os sólidos solúveis variaram de 68,20 a 73,80% entre as diferentes temperaturas de secagem (Figura 6D), indicando diferença estatística. Silva (2021a) também observou um acréscimo dos valores de sólidos solúveis para farinhas do fruto do juazeiro (72,20% a 50 °C e 73,40% a 70 °C), valores próximos aos da presente pesquisa. Ao elevar a temperatura de secagem, o teor de sólidos solúveis aumentou, essa ocorrência já era esperada, uma vez que o acréscimo da temperatura aumenta a perda de água livre das amostras em consequência da maior evaporação durante o processo (ARAÚJO et al., 2015).

Os resultados obtidos para o ratio variaram de 78,75 a 72,55 com o avanço da temperatura de secagem (Figura 6E) mostrando diferença estatística. Silva (2019b) estudando a farinha do resíduo de umbu-cajá também observou um decréscimo desses valores com o aumento da temperatura de secagem (60, 70 e 80 °C). De acordo com Chitarra; Chitarra (2005), o ratio é indicativo de sabor, relacionado ao equilíbrio de ácidos e açúcares, resultando em um sabor ácido quando verificado valores mais baixos e tendo sabores mais suaves quando o ratio resulta em um valor elevado. Diante disso, é válido dizer que as farinhas da espuma do fruto do juazeiro possuem sabor agradável.

Os açúcares solúveis se concentraram e reduziu levemente com o aumento da temperatura de secagem, resultando em 57,84, 66,54 e 64,13 g 100 g⁻¹ (Figura 6F) respectivamente para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C, apresentando diferença significativa. Silva (2021a) obteve valor médio de açúcares solúveis de 68,54 g 100 g⁻¹ para a farinha da espuma do fruto do juazeiro, valor próximo aos encontrados nessa pesquisa. A tendência ao aumento do teor de açúcares na farinha pode ser atribuído à concentração de compostos advindo da redução do teor de água (BAPTESTINI et al., 2018).

De acordo com a ideia de Marques (2006) a leve redução dos açúcares durante a secagem na temperatura de 70 °C pode ter ocorrido devido um aumento nos valores de condutividade elétrica e lixiviação de potássio, indicadores da integridade das membranas celulares. Silva (2019b) ressalta a importância desta análise, visto que a qualidade do resultado final do produto usa como determinante a quantidade de açúcares existente numa amostra.

Em relação aos açúcares redutores os valores obtidos foram 8,34, 9,84 e 8,87 g 100 g⁻¹ para as temperaturas de 50, 60 e 70 °C, respectivamente (Figura 6G), diferindo-se estatisticamente, acontecendo dessa forma, um acréscimo e

posteriormente uma leve redução, assim como ocorreu para os açúcares totais (Figura 6F). Conforme Guimarães et al. (2020), os principais açúcares redutores são constituídos por frutose e em predominância a glicose.

Oliveira (2018) avaliando a secagem do fruto do juazeiro em estufa e secador solar também observou o aumento no teor de açúcares redutores durante o processo de secagem. O autor cita que o aumento dos açúcares redutores no produto após a secagem ocorre pela perda de água durante o processo de desidratação ocasionando a concentração dos nutrientes no material seco, o que possivelmente tenha ocorrido durante a secagem aos 60 °C. Hashimoto (2015) cita que a análise de açúcares redutores é importante pois está relacionada com o grau de fermentação e com a formação de precursores de sabor.

Os valores para açúcares não redutores foram de 49,49 a 56,70 g 100 g⁻¹ para as diferentes temperaturas de secagem (Figura 6H), sendo diferentes estatisticamente. Os resultados para estes açúcares foram superiores aos açúcares redutores (Figura 6G), indicando a predominância dos açúcares do tipo não redutores nas farinhas do fruto do juazeiro. A elevação desses valores com o aumento da temperatura de secagem pode ser resultado da diminuição da umidade conforme a temperatura de secagem aumenta (ARAÚJO et al., 2015).

A Figura 7 apresenta os resultados dos compostos bioativos presentes nas farinhas do fruto do juazeiro. O ácido ascórbico apresentou leve acréscimo com o aumento das temperaturas de secagem, variando de 32,16 a 34,94 mg 100 g⁻¹, não demonstrando diferença significativa entre as médias (Figura 7A). A tendência de acréscimo nesse parâmetro com o aumento da temperatura de secagem também foi reportada por Coelho et al. (2019) ao realizarem secagem solar da manga espada. Esse fato pode estar associado a redução do teor de água na amostra, acarretando na concentração dos compostos da polpa (SOUZA et al., 2021).

Os valores obtidos para a clorofila total (Figura 7B) variaram entre as temperaturas de secagem de 0,074 a 0,052 mg 100 g⁻¹, apresentando diferença estatística entre as médias. Silva (2021a) também observou a degradação da clorofila em farinhas do fruto do juazeiro com o aumento da temperatura de secagem, que foram de 0,21 mg 100 g⁻¹ a 50 °C para 0,05 mg 100 g⁻¹ a 70 °C. A redução dos valores para a clorofila já era esperada, uma vez que o processamento com exposição térmica ocasiona a degradação da clorofila em feofitina, que por sua vez resulta na mudança de coloração no produto (CAO et al., 2021).

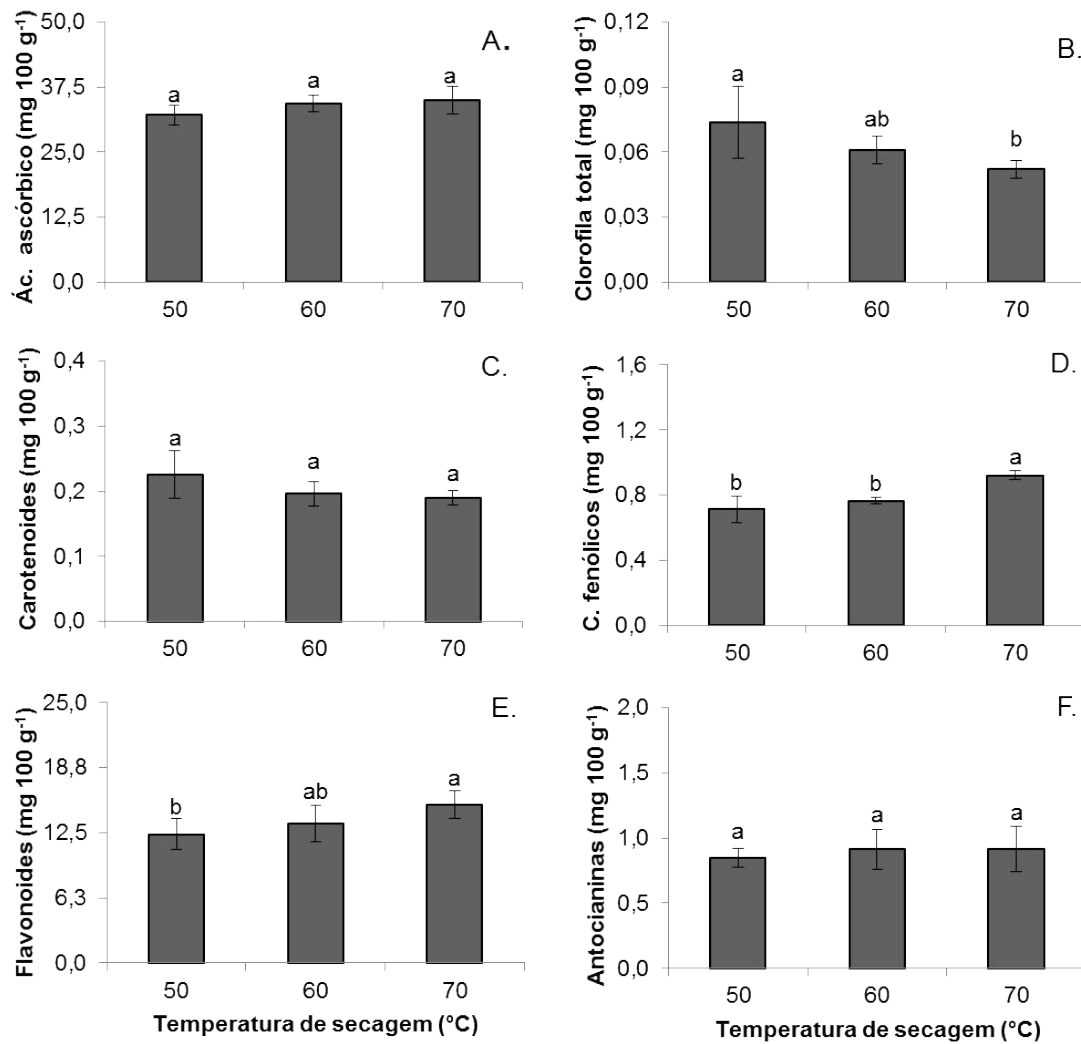


Figura 7. Ácido ascórbico – **A**, clorofila total – **B**, carotenoides totais – **C**, compostos fenólicos – **D**, flavonoides – **E** e antocianinas – **F** da farinha do fruto do juazeiro. A barra vertical representa o desvio padrão da média. Letras distintas indicam diferença significativa de 5% de variância, pelo teste de Tukey.

Assim como a clorofila, os carotenoides mostraram uma tendência a redução com o aumento da temperatura de secagem, os valores foram de 0,225 a 0,190 mg 100 g⁻¹ (Figura 7C), não havendo diferença significativa. Song et al. (2018) ao realizarem um estudo com suco de milho, demonstraram que a degradação de carotenoides ocorreu gradualmente, de acordo com o aumento da temperatura. O processo de trituração do material assim como também a sua exposição a temperaturas elevadas ocasiona a liberação das enzimas catalisadoras de oxigênio fazendo com que eleve a degradação dos carotenoides devido a maior exposição (CORRÊA et al., 2018).

Em relação aos compostos fenólicos, os resultados apresentaram um acréscimo com o aumento das temperaturas de secagem, variando de 0,71 a 0,92 mg 100 g⁻¹ (Figura 7D), mostrando diferença estatística. Azeez et al. (2019) ao estudarem a secagem de fatias de tomate em diferentes temperaturas e Morais (2019) analisando a influência da secagem do epicarpo e mesocarpo da amêndoa, também observaram a concentração dos compostos fenólicos com a elevação da temperatura de secagem, tal comportamento pode ser ocasionado devido a maior inibição da enzima polifenoloxidase.

Os flavonoides se concentraram com a elevação da temperatura de secagem, aumentando de 12,38 a 15,18 mg 100 g⁻¹ (Figura 7E), sendo diferentes estatisticamente. Esse comportamento também foi observado por Silva (2021a) para as farinhas da espuma do fruto do juazeiro. Os flavonoides podem se degradar tanto em temperaturas mais elevadas, quanto em maiores tempos de exposição em temperaturas mais baixas (Azeez et al., 2019), sendo essa uma possível explicação para os menores valores obtidos a 50 °C. O aumento dos valores de flavonoides já era esperado, uma vez que eles fazem parte do grupo dos compostos fenólicos, que também concentraram com a elevação da temperatura de secagem (Figura 7D).

Os valores para antocianinas com a elevação da temperatura de secagem foram de 0,84 a 0,92 mg 100 g⁻¹ (Figura 7F), não apresentando diferença significativa. Ao estudar a farinha da espuma do fruto do juazeiro, Silva (2021a) obteve valor médio de 1,10 mg 100 g⁻¹ para antocianinas, valor próximo ao obtido para a farinha produzida a 70 °C. O aumento das temperaturas de secagem não influenciou na qualidade desse constituinte. Fiorini (2018) e Queiroga (2019) ressaltam que os flavonoides e as antocianinas são pigmentos naturais nos alimentos, esses estão associados à benefícios para a saúde humana, como atividade anti-inflamatória, antioxidante e inibição de fatores de risco cardiovasculares.

5 CONCLUSÃO

O fruto do juazeiro forma espuma durante o processo de obtenção do extrato.

O uso de emulsificante Porto Gel e do estabilizante Liga Neutra foram eficientes para estabilidade da espuma.

As farinhas produzidas a 60 e 70 °C obtiveram boas características físicas, estando dentro dos parâmetros exigidos pela legislação brasileira vigente.

O aumento da temperatura de secagem intensificou o escurecimento das farinhas e promoveu aumento na concentração da acidez titulável, dos sólidos solúveis e dos compostos bioativos (compostos fenólicos e flavonoides).

A farinha produzida da espuma do fruto do juazeiro se mostra como uma alternativa viável para o consumo humano, principalmente a farinha produzida a 60 e 70 °C, podendo oferecer grandes possibilidades de uso e comercialização.

REFERÊNCIAS

- ANDRADE, J. C.; SILVA, A. R. P.; SANTOS, A. T. L.; FREITAS, M. A.; CARNEIRO, J. N. P.; GONÇALO, M. I. P.; SOUZA, A. de; FREITAS, T. S.; RIBEIRO, P. R. V.; BRITO, E. S. UPLC-MS-ESI-QTOF characterization and evaluation of the antibacterial and modulatory antibiotic activity of *Ziziphus joazeiro* Mart. aqueous extracts. **South African Journal Of Botany**, v. 123, p. 105-112, 2019.
- ARAÚJO, C. S. P.; ANDRADE, F. H.; GALDINO, P. O.; PINTO, M. S. C. Desidratação de batata-doce para fabricação de farinha. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v.11, n.4, p.33-41, 2015.
- AZEEZ, L.; ADEBISI, S. A.; OYEDEJI, A. O.; ADETORO, R. O.; TIJANI, K. O. Bioactive compounds contents, drying kinetics and mathematical modelling of tomato slices influenced by drying temperatures and time. **Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences**, v.18, n.2, p.120-126, 2019.
- BAPTESTINI, F. M.; CORRÊA, P. C.; ZEYMER, J. S.; ZAIDAN, I. R.; BUSTOSVANEGAS, J. D.; BAPTESTINI, G. C. F. Physical-chemical characterization of powder soursop obtained by foam-mat drying. **Bioscience Journal**, v. 34, n. 6, p. 141-150, 2018.
- BARBOSA, J. C.; MALDONADO JÚNIOR, W. **AgroEstat - Sistema para Análises Estatísticas de Ensaio Agronômicos**. Versão 1.1.0.711. Jaboticabal: Unesp, 2015.
- BATISTA, D. V. S.; CARDOSO, R. L.; GODOY, R. C. B.; EVANGELISTA, N. S. B. Estabilidade físico-química e microbiológica de banana passa orgânica. **Ciência Rural**, v.44, n.10, p.1886-1892, 2014.
- BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 8 de 2 de junho de 2005. Aprova o Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. **Diário Oficial da União**, Brasília, 2005.
- CAMELO, A. F. L.; GOMES, P. A. Comparison of color indexes for tomato ripenings. **Horticultura Brasileira**, v.22, n. 3, p.534-537, 2004.
- CASTRO, D. S.; OLIVEIRA, T. K. B.; LEMOS, D. M.; ROCHA, A. P. T.; ALMEIDA, R. D. Efeito da temperatura sobre a composição físico-química e compostos bioativos de farinha de taro obtida em leito de jorro. **Brazilian Journal Of Food Technology**, v. 20, e. 2016060, 2017.
- CAO, J.; LI, Y.; CHEN, H.; LIAO, X.; ZHANG, Y. Hydrophobic interaction driving the binding of soybean protein isolate and chlorophyll: improvement to the thermal stability of chlorophyll. **Food Hydrocolloids**, v. 113, e106465, p. 1-8, 2021.
- CHITARRA, M. I.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2005. 783p.
- COELHO, B. E. S.; TORRES, G. S.; FIGUEIREDO NETO, A.; COELHO, C. L. Estudo da estabilidade da espuma da polpa de acerola para secagem pelo método foam-mat

drying. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 1, p. e7685, 2019.

CORRÊA, I. M.; PERFEITO, D. G. A.; MORENO, V. J.; DUTRA, M. B. L. Farinha de cenoura em estágio de maturação avançada como alternativa à redução do desperdício de alimentos. **Multi-Science Journal**, v. 1, n. 10, p. 61-68, 2018.

COSTA, G. F. da; SILVA, E. O. da; LIMA, J. L. de; ANDRADE, V. de O.; CLEMENTINO, M. de F.; SOUSA, J. S. de. Obtenção e caracterização físico-química e citotóxica da farinha do fruto do juá (*Zizyphus joazeiromart*): um estudo preliminar para uso em sistemas alimentícios. In: ZUFFO, Alan Mario. **A produção do Conhecimento nas Ciências Agrárias e Ambientais**. 4. ed. Paraíba: Atena Editora, Cap. 14. p. 1-318, 2019.

CRUZ, W. F. **Obtenção de polpa de goiaba em pó pelo método de secagem em camada de espuma**. 2013. 93 f. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal de Viçosa, Minas Gerais, 2013.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. **Química de alimentos de Fennema**. 4. ed. 900 p. Porto Alegre: Artmed, 2010.

DANTAS, F. C. P.; TAVARES, M. L. R.; TARGINO, M. S.; COSTA, A. P.; DANTAS, F. O. *Zizyphus joazeiro Mart.* - Rhamnaceae: características biogeoquímicas e importância no bioma Caatinga. **Revista Principia**, n. 25, p. 51-57, 2014.

DEHGHANNYA, J.; POURAHMAD, M.; GHANBARZADEH, B.; GHAFFARI, H. Heat and mass transfer modeling during foam-mat drying of lime juice as affected by different ovalbumin concentrations. **Journal of Food Engineering**, v. 238, p. 164-177, 2018.

ENGEL, B.; BACCAR, N. M.; MARQUARDT, L.; OLIVEIRA, M. S. R.; ROHLFES, A. L. B. Tecnologias de atomização e desidratação: alternativas para a produção de farinhas a partir de vegetais. **Revista Jovens Pesquisadores**, v.6, n.1, p.31-44, 2016.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do Processamento de Alimentos: princípios e prática**. 2ª Edição. Porto Alegre: Artmed, 602 p. 2006.

FRANCIS, F.J. **Analysis of anthocyanins**. 1. ed. New York: Academic Press, 1982.

FERNANDES, T. K. S. **Secagem em camada de espuma da polpa de cajá**. 2010. 172 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2010.

FERREIRA, M. S. L.; SANTOS, M. C. P.; MORO, T. M. A.; BASTO, G. J., ANDRADE, R. M. S.; GONÇALVES, É. C. B. A. Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. **Journal of Food Science and Technology**. v. 52, n. 2, p. 822-830, 2015.

FIORINI, A. M. R. **Atividade funcional e antioxidante das amêndoas do baru**. 2018. 75 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2018.

GUIMARÃES, A. R. D.; LEÃO, K. V.; MAPELI, A. M.; SCHNEIDER, L. C. Análise nutricional da farinha obtida da polpa da Cajarana (*Spondias dulcis* Parkinson). **Brazilian Journal Of Health Review**, v. 3, n. 6, p. 15991-16001, 2020.

HASHIMOTO, J. C. **Caracterização de amêndoas de cacau produzidas em diferentes estados brasileiros e aplicação de espectroscopia no infravermelho próximo e quimiometria como alternativa para o controle de qualidade**. 2015. 145 f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2015.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: Métodos Químicos e Físicos para Análise de Alimentos**. 4. ed. São Paulo: IAL, 1020 p. 2008.

KUREK, M. A.; SOKOLOVA, N. Optimization of bread quality with quinoa flour of different particle size and degree of wheat flour replacement. **Food Science and Technology**, v. 40, n. 2, p. 307-314, 2020.

LEAL, A. K; GERALDI, C. A. Q; KLASSEN, T. influência da temperatura de secagem através do método de camada de espuma, na concentração de ácido ascórbicos, nas polpas dos frutos de abacaxi, acerola e carambola. **XVI Encontro Brasileiro sobre Ensino de Engenharia Química**. Fortaleza, 2016.

LICHTENTHALER, H. K. Chlorophylls and carotenoids: Pigments of photosynthetic biomembranes. **Methods in Enzymology**, v. 148, p. 350-382, 1987.

LIMA, moreiraA. C. F. **Secagem em camada de espuma (foam-mat drying) da folha do noni (*Morinda citrifolia* L.)**. 2020. 82 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2020.

LIMA JUNIOR, A. F. de L. **Influência da secagem em camada de espuma na qualidade de cebola em pó**. 2021. 46 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campo Mourão, 2021.

MAIA, G. A. de O. **Cinética de secagem de manga rosa pelo método camada de espuma (foam-mat-drying)**. 2020. 69 f. Monografia (Tecnologia em alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Sertão Pernambucano, Salgueiro, 2020.

MARQUES, E. R. **Alterações químicas, sensoriais e microscópicas dos grãos de café cereja e descascado submetidos a diferentes taxas de remoção de água**. 2006. 99 f. Dissertação (Mestrado em Ciências dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

MARTINS, T. S. **Produção de coproduto de araçá (*Psidium cattleianum*): características da farinha e sua aplicação como novo ingrediente na indústria de panificação**. 2019. 87 f. Monografia (Bacharel em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, 2019.

MATOS, J. D. P. **Alterações na composição sitoquímica e microbiológica em**

formato de cebola amarela IPA-11 minimamente processada. 2015. 90 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

MAZZUZ, C. F. **Calidad de frutos citricos: manual para su gestión desde la recolección hasta la expedición.** Barcelona: Tecnidex, 1996. 317p.

MILLER, G.L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. **Analytical Chemistry**, v. 31, n. 3, p. 426-428, 1959.

MORAIS, F. A. **Avaliação físico-química do baru: influência da secagem do epicarpo e mesocarpo e diferentes métodos de extração do óleo da amêndoa.** 2019. 54 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, 2019.

MOREIRA, M. F.; CAVALCANTE, J. de A.; COSTA, N. A.; SILVA, M. F. R. da. Obtenção do pó da entrecasca do Juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) por secagem em camada de espuma. **Research, Society And Development**, v. 10, n. 12, p. 40-55, 2021.

MOTTA, A. P. da. **Aplicação de modelos empíricos para a cinética de secagem em camada de espuma da cagaita e do morango.** 2018. 58 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, 2018.

NASCIMENTO, A. M. **Processamento e qualidade de diferentes formulações de extratos de pimentão.** 2017. 65 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.

NASCIMENTO, A. M. **Produção de farinhas de pimentões e resíduos mediante secagem convectiva: compostos bioativos e da capacidade antioxidante.** 2021. 128 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021.

NUNES, G., NASCIMENTO, B. S., LIMA-CORRÊA, A. R. A. B. Avaliação da secagem em camada de espuma no aproveitamento de folhas e talos de caenoura. **Blucher Chemical Engineering Proceedings**. v. 1, n. 5, p. 662-665, 2018.

OLIVEIRA, A. G. P. **Secagem da polpa de coco verde pelo método de camada de espuma.** 2019. 48 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) -Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2019.

OLIVEIRA, C. S. **Avaliação da secagem de frutos do juazeiro (*Ziziphus joazeiro*) em estufa e secador solar.** 2018. 49 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Biotecnologia e Bioprocessos) - Universidade Federal de Campina Grande, Sumé, 2018.

OLIVEIRA, P. M. de L.; DANTAS, A. M.; MORAIS, A. R. dos S.; GIBBERT, L.; KRÜGER, C. C. H.; LIMA, M. dos S.; MAGNANI, M.; BORGES, G. da S. C. Juá fruit

(*Ziziphus joazeiro*) from Caatinga: a source of dietary fiber and bioaccessible flavanols. **Food Research International**, v. 129, 108745, 2020.

OLIVARES, M. L. T.; VERKERK, R.; BOEKEL, M. A. J. S.; DEKKER, M. Thermal stability of phytochemicals, HMF and antioxidant activity in cape gooseberry (*Physalis peruviana* L.). **Journal of Functional Foods**, v.32, p. 46–57, 2017.

PEREIRA, T. dos S. **Estudo da secagem de polpa de juá (*Ziziphus joazeiro*) em leite de jorro e sua aplicação em barras de cereais**. 2020. 150 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2020.

PEREIRA, T. dos S. **Estudo da secagem da clara de ovo em camada de espuma (foam- mat drying)**. 2015. 95 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

PINTO, U. M.; LANDGRAF, M.; FRANCO, B. D. G. M. **Deterioração microbiana dos alimentos. Microbiologia e higiene de alimentos – Teoria e prática**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Rubio, v. 1, p. 33-52, 2019.

PONTES, S. F. O.; BONOMO, R. C. F.; PONTES, L. V.; RIBEIRO, A. C.; CARNEIRO, J. C. S. Secagem e avaliação sensorial de banana da terra. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.9, n.2, p.143-148, 2007.

QUEIROGA, A. X. M. **Secagem de frutos de tamarindo para obtenção de farinha e elaboração de pães de forma**. 2019. 67 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019.

RESENDE, K. K. O.; SILVA, S. S.; GUEDES, S. F.; LOSS, R. A. Cinética de secagem e avaliação físico-química de fruta-pão (*Artocarpus altilis*) variedade semínifera. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 6, n. 1, p. 74-81, 2019.

RIGUETO, C. V. T.; EVARISTO, L. M.; GERALDI, C. A. Q.; COVRE, L. Influência da temperatura de secagem de uvaia (*Eugenia pyriformis*) em camada de espuma. **Engevista**, v. 20, n. 4, p.537-547, 2018.

SAMPAIO, J. S.; SILVA, F. A. N. G. Determinação das densidades de sólidos e de polpa. In: **Tratamento de minérios: práticas laboratoriais**. Rio de Janeiro: CETEM/MCTI, p.37-51, 2007.

SANTOS, A. B. F. M. **Secagem de polpa de jabuticaba, siriguela e umbu em camada de espuma utilizando a caseína como emulsificante**. 2022. 78 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

SANTOS, D. M.; ROCHA, D. A.; MADEIRA, R. A.; QUEIROZ, E. R.; MENDONÇA, M. M.; PEREIRA, J.; ABREU, C. M. P. Preparação, caracterização e análise sensorial de pão integral enriquecido com farinha de subprodutos do mamão. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, e2017120, p. 1-9, 2018.

SENSING, K. M. **Precise color communication - color control from perception to instrumentation**. Japan: Konica Minolta Sensing, 2007.

SILVA, A. G. F.; COSTA, F.B.; BRASIL, Y. L.; LIMA, B. M.; SOUSA, E. P. R.; MORAIS, S. K. Q.; NASCIMENTO, A. M.; SILVA, J. L.; SILVA, K. G.; RIBEIRO, W.S. Avaliação in vitro da cinética de Álcool desidrogenase em frutos de *Ziziphus joazeiro* para aliviar os efeitos deletérios do álcool. **Research, Society and Development**, v. 9 n. 4, e 107942900, 2020.

SILVA, E. S.; OLIVEIRA, J.; MACHADO, A. V.; COSTA, R.O. Secagem de grãos e frutas: Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**. v. 5, n. 1, p. 19-23, 2015.

SILVA, J. L. **Qualidade e armazenamento de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) sob temperatura ambiente**. 2015. 75 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2015.

SILVA, J. L. **Compostos bioativos e capacidade antioxidante em frutos de juazeiro armazenados sob temperatura controlada**. 2017. 75 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2017.

SILVA, J. L.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; SOUSA, F. F.; SANTOS, K. P. Taxa respiratória de frutos de juazeiro (*Ziziphus joazeiro* Mart.) armazenado sob temperatura ambiente. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v.12, n.2, p.343-347, 2017.

SILVA JÚNIOR, J. C. **Casca de Gogoia (*Tacinga inamoena*): fonte de corantes naturais**. 2018. 61 f. Monografia (Graduação em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2018.

SILVA, H. A. **Potencial nutricional e tecnológico de amêndoa de juá**. 2019. 77 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2019a.

SILVA, J. B., MOURA, M. F. V., COSTA, T. R. S., ARAÚJO, N. G.; BARBOSA, I. M. Caracterização físico-química e composição centesimal e mineral do fruto do juázeiro (*ziziphus joazeiro* mart.). **Enciclopédia biosfera**, v. 14, n. 25, p. 291, 2017.

SILVA, J. L.; COSTA, F. B.; NASCIMENTO, A. M.; COSTA, R. T. R. V.; FORMIGA, A. S. Pós-colheita de frutos de juazeiro em diferentes estádios de maturação. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 3, p. 302, 2018.

SILVA, R. H. F da. **Elaboração e caracterização de farinha do resíduo de umbu-cajá (*Spondias spp.*)**. 2019. 57 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Garanhuns, 2019b.

SILVA, J. L. **Qualidade do fruto do *Ziziphus joazeiro* (mart.), obtenção da farinha e cinética de secagem sob temperaturas e formas de processamento**. 2021. 92 f. Tese (Doutorado em Engenharia de Processos) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2021a.

SILVA, A. G. F. **Cinética de secagem e características físico-químicas de farinhas de frutos de *Spondias purpurea* L. em cinco estádios de maturação**. 2021. 43 f. Monografia (Graduação em Engenharia de Alimentos) - Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2021b.

SONG, J.; CHEN, J.; LI, D.; XIAO, Y.; LIU, C. Thermal Isomerization and Degradation Behaviours of Carotenoids in Simulated Sweet Corn Juice. **Food and Bioprocess Technology**, v. 11, n. 4, p. 836–844, 2018.

SOTO, M.; DHUIQUE-MAYER, C.; SERVENT, A.; JIMÉNEZ, N.; VAILLANT, F.; ACHIR, N. A kinetic study of carotenoid degradation during storage of papaya cigsps obtained by vacuum fryng with saturated and unsaturated oil. **Food Research International**, v. 128, e108737, p. 1-11, 2020.

SOUSA, E. L.; SILVA, D. S.; DE SOUSA, A. M. B.; ALVES, R. A.; ABREU, V. K. G.; PEREIRA, A. L. F. Estudo do processo de secagem convectiva do pimentão verde (*Capsicum annuum* L.). **Revista Desafios**, v. 7, n. Especial, p. 34-41, 2020.

SOUSA, F. C.; MARTINS, J. J. A.; ROCHA, A. P. T.; GOMES, J. P.; PESSOA, T.; MARTINS, J. N. Predição de modelos sobre a cinética de secagem de folhas de *Ziziphus joazeiro* Mart. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 2, p. 195-200, 2015.

SOUZA, L. M. R.; CANUTO, M. F. C. S.; SILVA, D. R. S.; FARIAS, F. P. M.; SANTOS, F. S. dos. Secagem da polpa do umbu (*Spondias tuberosa*) em camada de espuma. **Research, Society And Development**, v. 10, n. 11, p. 1-12, 2021.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. **Food Science and Technology**, v.29, n.2, p.444-450, 2009.

VASCONCELOS, L. F. S. **Definição de parâmetros para a secagem em camada de espuma (foam-mat drying) do juazeiro (*Ziziphus joazeiro*)**. 2017. 38 f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) - Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, 2017.

YEMM, E. W.; WILLIS, A. J. The estimation of carbohydrates in plant extracts by anthrone. **Biochemical Journal**, v. 57, n. 3, p. 508-515, 1954.

WATERHOUSE, A. **Folin-Ciocalteu micro method for total phenol in wine**, 2012. Disponível em: <http://waterhouse.ucdavis.edu/phenol/foalinmicro.htm>. Acesso em: 25/01/2022.