



UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
CURSO DE BACHARELADO EM AGROINDÚSTRIA

EDÂNGERLY DA SILVA ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E
BIOATIVAS DE FARINHA ELABORADA COM SUBPRODUTO
AGROINDUSTRIAL DO CAJÁ (*Spondias mombim* L.)**

Bananeiras - PB

2023

EDÂNGERLY DA SILVA ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E BIOATIVAS
DE FARINHA ELABORADA COM SUBPRODUTO AGROINDUSTRIAL DO
CAJÁ (*Spondias mombim* L.)**

Trabalho apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroindústria do Centro e Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Bacharel em Agroindústria.

Orientadora: Profa. Dra. Anely Maciel de Melo

Co-orientadora: Profa. Dra. Arianne Dantas Viana

Bananeiras - PB

2023

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e classificação

A663a Araújo, Edângery da Silva.

Avaliação das propriedades tecnológicas e bioativas de farinha elaborada com subproduto agroindustrial do cajá (spondias mombim L.) / Edângery da Silva Araújo.

- Bananeiras, 2023.

49 f. : il.

Orientação: Anely Maciel de Melo. Coorientação:

Arianne Dantas Viana. TCC (Graduação) -
UFPB/CCHSA.

1. Agregação de valor. 2. Semente. 3. Aproveitamento. 4. Sustentabilidade.
I. Melo, Anely Maciel de. II. Viana, Arianne Dantas. III. Título.

UFPB/CCHSA-

CDU 634.442

EDÂNGERLY DA SILVA ARAÚJO

**AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES TECNOLÓGICAS E BIOATIVAS
DE FARINHA ELABORADA COM SUBPRODUTO AGROINDUSTRIAL DO
CAJÁ (*Spondias mombim* L.)**

Trabalho apresentado à Coordenação do Curso de Bacharelado em Agroindústria do Centro e Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte dos requisitos para obtenção do Grau de Bacharel em Agroindústria.

DATA: 01/11/2023

Resultado: Aprovado

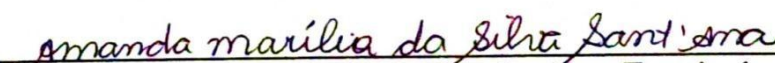
Banca Examinadora



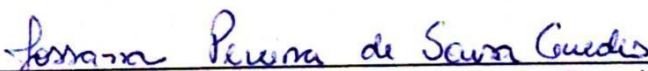
Profa. Dra. Anely Maciel de Melo (Orientadora)
(UFPB/CCHSA/DGTA)



Profa. Dra. Arianne Dantas Viana (Co-orientadora)
(UFPB/CCHSA/DGTA)



Profa. Dra. Amanda Marília da Silva Sant'Ana (Examinadora)
(UFPB/CCHSA/DGTA)



Profa. Dra. Jossana Pereira de Sousa Guedes (Examinadora)
(UFPB/CCHSA/DGTA)

Bananeiras - PB

2023

Ao meu irmão Wanderson Araújo,
como uma singela forma de retribuir todo
amor e exemplo de superação.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Para que todos vejam, saibam, considerem, e juntamente entendam que a mão do Senhor que fez isto (Is. 41: 20). Agradeço primeiramente a Deus, por permitir a realização deste sonho que Ele sonhou para mim, pois, eu sozinha, não seria capaz de idealizar. Agradeço também Nossa Senhora, cuja proteção, amparo e intercessão constante, em todos os momentos dessa caminhada, me trouxeram conforto e confiança, me dando garra para conseguir me tornar a primeira mulher formada da família.

A minha orientadora que tanto admiro Dra. Anely Maciel, por tantos ensinamentos, pela paciência, por seu tempo de orientação e dedicação ao meu trabalho e principalmente, pela amizade e confiança empregada a mim.

A minha co-orientadora Dra. Arianne Viana, que foi essencial na construção da minha formação e na execução deste trabalho, obrigada pelo exemplo de profissionalismo e dedicação.

As minhas professoras Dra. Amanda Sant'Ana e Dra. Jossana Guedes por terem aceitado compor minha banca e por suas contribuições para a melhoria deste trabalho e sobretudo, por se fazerem especiais neste momento que com certeza, ficará marcado em meu coração.

Tenho um agradecimento muito especial a todos os professores desta instituição, que contribuíram com minha formação acadêmica, além dos técnicos dos laboratórios, onde executei a pesquisa, em especial Ricardo e Jerônimo que me auxiliaram nas análises, e a todos os servidores da instituição, que contribuíram de forma direta e indiretamente.

Não poderia deixar de agradecer ao meu amigo Rafael por todo apoio e incentivo que foi para além dos laboratórios. Ao meu grupo de pesquisa Equipe do Cajá. E também, aos que se fizeram especiais durante esses cinco anos da UFPB, sem esquecer das meninas que dividiram residência.

Abro um espaço bem quentinho, para agradecer ao meu noivo Vinicius Mandu, pela linda história que a gente vem construindo, com início na universidade, por ter sido meu apoio ao longo desses anos, pela paciência, principalmente durante a elaboração do TCC e por tanto ter me incentivado nos estudos.

Olhando a grandeza desta realização, venho reconhecer quem esteve comigo antes disso tudo começar, meus pais, meus irmãos e meus sobrinhos, agradeço pelo incentivo, sem esse apoio, essa caminhada teria sido ainda mais árdua, por isso este diploma também é para vocês.

Agradeço aos amigos do IFPE-campus Vitória de Santo Antão, amigos que vibraram comigo quando iniciei essa nova história e que desde o técnico se fizeram tão presentes em minha vida. Gostaria de finalizar engrandecendo mais uma vez a Deus por ter me prometido e ter sido fiel para cumprir!

RESUMO

A fruticultura brasileira é reconhecida mundialmente por sua diversidade. Dentre a diversidade frutífera que o país dispõe, o cajá (*Spondias mombin* L.) tem grande importância e desperta interesse por ser uma fruta fonte de sais minerais, vitaminas e fibras, e por apresentar propriedades bioativas e boas características sensoriais. Durante o processo de industrialização desta fruta, são gerados os subprodutos (cascas e semente) que podem apresentar alto valor nutricional, o que pode contribuir para a sua introdução na alimentação. Diante do contexto, este estudo tem como objetivo realizar a secagem de semente de cajá para obtenção de farinha e determinar suas propriedades tecnológicas e bioativas. As sementes do cajá foram obtidas em uma agroindústria do município de Bananeiras-PB, secas em secador de bandejas a 60 °C, moídas em moinho de facas e peneiradas para obtenção da farinha. Posteriormente foi realizada a caracterização das propriedades físico-químicas, físicas, atividade antioxidante e atividade antimicrobiana, além de análise microbiológica do material em estudo. No estudo da cinética de secagem o modelo matemático de Midilli apresentou os melhores ajustes aos dados experimentais com coeficiente de determinação superior a 99,86% e os menores DMQ=0,0092 e $X^2=1,1 \times 10^{-5}$, sendo assim o modelo mais indicado. As propriedades físico-químicas identificaram que a farinha apresentou umidade de 7,45 g 100⁻¹, estando de acordo com os limites pré-estabelecido pela legislação para farinhas, o conteúdo de lipídios (6,59 g 100⁻¹), carboidratos (78,11 g 100⁻¹) e acidez (9,6 mL.g⁻¹) esteve em destaque na composição deste produto. As análises físicas revelaram que a farinha possui alta capacidade de molhabilidade. O produto atendeu aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação brasileira vigente. Além disso, a farinha tem grande potencial antioxidante (554,67 µmol Trolox/ g) pelo método DPPH, enquanto foi obtido o resultado de 4,94 µmol Trolox/g pelo método ABTS. O efeito antimicrobiano do extrato obtido da farinha da semente de cajá demonstrou eficiência inibitória contra os microrganismos *Listeria innocua*, *Bacillus cereus* e *Listeria monocytogenes*. Diante disso, nota-se que esta pesquisa abriu uma área de estudos promissora relacionado a aplicação desta farinha, tendo em vista que este produto, obtido nessas condições, se mostraram com boas propriedades para elaboração e aplicações em produtos alimentícios.

Palavras-chave: Agregação de valor. Semente; Aproveitamento. Novos produtos. Sustentabilidade.

ABSTRACT

Brazilian fruit growing is recognized worldwide for its diversity. Among the fruit diversity that the country has, cajá (*Spondias mombin* L.) is of great importance and arouses interest because it is a fruit that is a source of minerals, vitamins and fiber, and because it has bioactive properties and good sensory characteristics. During the industrialization process of this fruit, by-products (peels and seeds) are generated that can have high nutritional value, which can contribute to its introduction into food. Given the context, this study aims to dry cajá seeds to obtain flour and determine its technological and bioactive properties. Cajá seeds were obtained from an agroindustry in the city of Bananeiras-PB, dried in a tray dryer at 60 °C, ground in a knife mill and sieved to obtain flour. Subsequently, the characterization of the physicochemical and physical properties, antioxidant activity and antimicrobial activity was carried out, in addition to microbiological analysis of the material under study. In the study of drying kinetics, Midilli's mathematical model presented the best fits to the experimental data, with a coefficient of determination greater than 99.86% and the lowest DMQ=0.0092 and $X^2=1.1 \times 10^{-5}$, thus being the most indicated. The physicochemical properties identified that the flour had a moisture content of $7.45 \text{ g } 100^{-1}$, in accordance with the limits pre-established by legislation for flours, the content of lipids ($6.59 \text{ g } 100^{-1}$), carbohydrates ($78.11 \text{ g } 100^{-1}$) and acidity (9.6 mL.g^{-1}) was highlighted in the composition of this product. Physical analyzes revealed that the flour has a high wettability capacity. The product met the microbiological standards required by current Brazilian legislation. Furthermore, the flour has great antioxidant potential ($554.67 \text{ } \mu\text{mol Trolox/g}$) using the DPPH method, while the result of $4.94 \text{ } \mu\text{mol Trolox/g}$ was obtained using the ABTS method. The antimicrobial effect of the extract obtained from cajá seed flour demonstrated inhibitory efficiency against the microorganisms *Listeria innocua*, *Bacillus cereus* and *Listeria monocytogenes*. In view of this, it is noted that this research opened a promising area of study related to the application of this flour, considering that this product, obtained under these conditions, proved to have good properties for preparation and applications in food products.

Keywords: Value addition. Seed. Utilization. New products. Sustainability.

CRONOLÓGICO DE FIGURAS

Figura 1	Fruto da cajazeira.....	17
Figura 2	Etapas realizadas para a cinética de secagem do cajá.....	25
Figura 3	Farinha obtida da semente de cajá	26
Figura 4	Valores experimentais da razão de umidade RU estimados através do modelo de Midilli para a secagem em bandejas das sementes de cajá	31

LISTA DE TABELAS

Tabela 1	Modelos matemáticos utilizados para ajustar os dados da cinética de secagem	26
Tabela 2	Parâmetros dos modelos utilizados para ajustar a cinética de secagem da semente de cajá à temperatura de 60 °C	30
Tabela 3	Composição físico-química e física da farinha de semente de cajá	32
Tabela 4	Análise microbiológica da farinha de semente de cajá.....	34
Tabela 5	Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais da farinha de semente de cajá.....	35
Tabela 6	Atividade antimicrobiana da farinha de semente de cajá	36

LISTA DE QUADRO

Quadro 1	Subprodutos com potencial para ser inserido na alimentação	19
-----------------	--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 OBJETIVOS	16
2.1 OBJETIVO GERAL	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	17
3.1 CAJÁ	17
3.2 APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS VEGETAIS.....	18
3.3 FARINHAS NÃO CONVENCIONAIS.....	21
3.4 CINÉTICA DE SECAGEM/ SECAGEM DE ALIMENTOS.....	22
4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	25
4.1 MATERIAL E LOCAL DE ANÁLISES	25
4.2 SECAGEM DAS SEMENTES.....	25
4.3 PRODUÇÃO DA FARINHA.....	26
4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS	27
4.5 ANÁLISES FÍSICAS	27
4.6 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	27
4.7 OBTENÇÃO DO EXTRATO DA SEMENTE DE CAJÁ.....	28
4.8 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	28
4.9 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA	29
4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	29
5 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	30
5.1 CINÉTICA DE SECAGEM	30
5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E FÍSICAS	32
5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	34
5.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE	35
5.5 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA	36

6 CONCLUSÃO.....	13
REFERÊNCIAS	38

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira é reconhecida mundialmente por sua diversidade e a área de cultivo ultrapassa 2 milhões de hectares, gerando um expressivo resultado em termos de geração de empregos e renda no campo, na agroindústria, ao longo de toda a cadeia produtiva e em mercados internos e externos. Este cenário, além de valorizar a riqueza vegetal e cultural do país, traz uma relevante contribuição à sustentabilidade das propriedades rurais de frutas e coloca a fruticultura como uma das atividades mais relevantes do agronegócio brasileiro (MAPA, 2018; Fonseca, 2022).

As frutas, de modo geral, podem ser consumidas *in natura* ou processadas. Por serem altamente perecíveis são, em grande parte, processadas para produção de sucos, néctares, polpas congeladas e outros derivados, que tem a finalidade de aumentar a *shelf life*, facilitar a logística de transporte, agregação de valor e reduzir perdas pós-colheita (Barret *et al.*, 2005). No entanto, o processo de transformação resulta em geração de subprodutos que ainda não são bem aproveitados, responsáveis por problemas ambientais.

As agroindústrias, ao longo de sua cadeia produtiva em todo o mundo, produzem milhões toneladas desses subprodutos agroindustriais (cascas, bagaços, sementes), devido ao potencial tecnológico que esses materiais possuem, são convertidos em subprodutos, que de acordo com a Área de Proteção Ambiental-APA (2021) é a substância resultante do processo produtivo cujo principal objetivo não seja sua produção e que seja utilizado diretamente, sem qualquer outro processamento que não seja o da prática industrial normal.

Apesar de o processamento do subproduto poder ser considerado como custo operacional para as empresas, devido à necessidade de estudos e da implantação de novos sistemas de produção, grande parte, tem investido nesse ramo buscando a obtenção de produtos como forma de reduzir o descarte e danos ambientais, podendo representar receitas significativas para as empresas (Oliveira; Pandolfi, 2020). É importante ressaltar que a correta gestão dos subprodutos é integrante, dos 17 Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS) previstos na Agenda 2030, plano de ação global que estabelece metas para garantir a qualidade socioambiental mundial. As ações planetárias relacionadas aos subprodutos estão diretamente inseridas no objetivo 12, que visa fortalecer a capacidade produtiva sustentável e indiretamente em outros objetivos como o objetivo 2, que visa acabar com a fome (PNUD, 2016). Diante disso, é relevante a exploração de frutos com grande disponibilidade e potencial para uso de forma integral pelas agroindústrias.

Na Paraíba, as cajazeiras ocorrem em várias regiões do Estado, porém mais frequentemente em povoados naturais nos municípios que constituem a microrregião do

Brejo-Paraibano: Alagoa Grande, Alagoa Nova, Areia, Bananeiras, Borborema, Pilões e Serraria (Sacramento; Souza, 2000). Esta é uma fruta rica em sais minerais, incluindo fósforo, ferro e cálcio, bem como uma significativa fonte de vitaminas A, B e C, além de conter fibras que promovem a sensação de saciedade com baixo teor calórico. Esta composição também é encontrada nas sementes, que é o subproduto resultante, em maior quantidade, durante o processo de industrialização (Storck *et al*, 2013).

A ideia de aproveitamento integral dos alimentos tem despertado interesse industrial e também científico, por meio do desenvolvimento de novos produtos, aproveitamento de partes dos frutos que seriam descartadas que podem ser ricas nutricionalmente, visto que o uso integral destes insumos ainda favorece a redução de desperdícios e, conseqüentemente, a poluição do meio ambiente (Aranha, 2018).

Para poder aproveitar os subprodutos de frutas, uma alternativa promissora é o processo de secagem. A secagem beneficia o transporte (diminuindo o volume e peso do material), assim como concentra os nutrientes por unidade de massa seca e aumenta a vida útil, pois reduz a sua atividade de água que afeta o crescimento microbiano (Freire, 2018).

Considerando a importância da aplicação de técnicas de conservação para frutos como o cajá e busca pelo aproveitamento de subprodutos de frutos, este estudo tem como objetivo realizar a cinética de secagem de semente de cajá para obtenção de farinha a fim de determinar suas propriedades tecnológicas e bioativas.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

Realizar a cinética de secagem da semente de cajá, para obter a farinha de semente de cajá e avaliar suas propriedades tecnológicas e bioativas.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Secar a semente de cajá;
- Realizar o estudo da cinética de secagem;
- Produzir farinha da semente de cajá;
- Caracterizar as propriedades físico-químicas da farinha produzida;
- Caracterizar as propriedades físicas da farinha da semente de cajá;
- Analisar a segurança microbiológica da farinha;
- Avaliar a atividade antioxidante e antimicrobiana da farinha de semente de cajá.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 CAJÁ

A cajazeira é uma árvore frutífera pertencente à família Anacardiaceae. Seu centro de diversidade é brasileiro, ocorrendo espontaneamente de forma isolada ou agrupada nas matas, várzeas, brejos de altitude e áreas de pastagens, principalmente nas regiões Norte e Nordeste. As principais espécies de ocorrência no Nordeste do Brasil são *Spondias mombin* L. (cajazeira), *Spondias purpurea* L. (ciriguela), *Spondias cytherea* Sonn. (cajaraneira), *Spondias tuberosa* Arr. Cam. (umbuzeiro) e *Spondias spp.* (umbu-cajazeira e umbugueleira), todas fruteiras tropicais em fase de domesticação e com grande potencial para exploração agroindustrial (Souza, 2018; Lederman, Bezerra e Júnior, 2021).

O fruto apresenta forma ovoide (Figura 1), casca fina e lisa de coloração amarelo-alaranjada. O caroço é volumoso, branco e enrugado. A polpa possui sabor ácido-adocicado e coloração amarelo-alaranjada (Lederman; Bezerra; Júnior, 2021).

Figura 1 - Fruto da cajazeira



Fonte: Autoral.

Além de ser apreciado por suas características sensoriais (aroma e sabor desejáveis), valor nutricional, este fruto também desperta grande interesse por apresentar propriedades bioativas (Ribeiro *et al.*, 2020) conforme foi observado por Aniceto *et al.* (2021) o fruto é rico em compostos fenólicos. Ribeiro *et al.* (2020) identificou β -caroteno, e Mattietto, Lopes e Menezes (2007) identificou quantidades significativas de taninos, e pró vitamina A e vitamina C. Além disso, descobriu-se que o cajá possui notável capacidade antioxidante (Aniceto *et al.*, 2021; Sales, 2012).

A Resolução RDC n. 243/18, define substância bioativa como um nutriente ou não nutriente consumido normalmente como componente de um alimento, que possui ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano. Um bioativo pode ser obtido de alimentos com histórico de uso ou de novos alimentos e novos ingredientes. Ou seja, também pode ser obtido a partir de alimentos ou substâncias sem histórico de consumo no país, desde que a segurança de uso seja comprovada nos termos das Resoluções da Anvisa nº 16 e nº 17/1999 (Anvisa, 2020).

Pesquisas têm apontado que o produto obtido da cajazeira tem boa recepção do público (Souza *et al.*, 2020). Devido ao seu sabor característico, são muito procurados para processamento de polpas, sucos, geleias, néctares e sorvetes de excelente qualidade e alto valor comercial, tornando viável a exploração agroindustrial dessa fruta (Souza, 2000).

3.2 APROVEITAMENTO DE SUBPRODUTOS VEGETAIS

O processamento de alimentos tem um papel crucial na redução de perdas, que hoje atingem cerca de 30 a 40% da produção (Freire, 2018). Em paralelo com o processo de transformação agroindustrial, tem-se a geração de enormes volumes de subprodutos e/ou efluentes, que em sua maioria não são aproveitados no ciclo produtivo (Zaharia, Suteu, 2013). Sem o devido aproveitamento, esses subprodutos são considerados resíduos de acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) e que em função de suas particularidades não podem ser lançados em rede pública de esgotos ou corpos d'água, devendo ser atribuídas a estes resíduos soluções técnicas para tratamento ou descarte ambientalmente adequado (BRASIL, 2010). A inadequada deposição do subproduto alimentar no solo, é responsável pela geração de odor desagradável, produzido pela putrefação da matéria orgânica e a formação do chorume, líquido escuro de composição físico-química variada que normalmente encontra-se contaminado e tem grande potencial para atingir os rios e os lençóis freáticos (Laurindo; Ribeiro, 2014).

Fortalecendo ainda mais a importância da redução de perdas e desperdícios de alimentos, como forma de aplicar conhecimento para ampliar a oferta com produção e consumo sustentável, pode-se amenizar a fome no mundo, realidade que vem se agravando, afetando 9,8% da população mundial, devido a fatores como a pandemia, guerra na Ucrânia, agora guerra em Israel, além das regiões que estão sofrendo com as variações climáticas (Embrapa, 2023; ONU, 2022).

A necessidade em questão, alavanca o uso dos alimentos de uma forma integral, de

modo que contribui para a oferta de produtos oriundos de partes de alimentos de grande valor nutricional e usualmente descartadas. Além disso, promove uma diminuição significativa no volume de subprodutos gerados, além de fortalecer a segurança alimentar e a sustentabilidade do sistema agroalimentar (Cardoso, 2015).

Materiais que tem mostrado um grande potencial são os subprodutos de frutos como o epicarpo e sementes, que podem apresentar maior valor nutricional do que os seus respectivos produtos (Soquetta *et al.*, 2016). Nesta direção, os oriundos do processamento do cajá são fontes de compostos bioativos, incluindo compostos fenólicos, os quais são encontrados nas cascas, sementes e bagaços. Assim, os subprodutos agroindustriais são ricos em diversos componentes de interesse funcional e tecnológico e podem ser aproveitados com o intuito de desenvolver novos produtos (Banerjee, 2017). A introdução desses subprodutos na alimentação, além de contribuir com a erradicação da fome, favorece a diminuição dos impactos negativos ao meio ambiente (Ribeiro, 2014).

Considerando a importância da utilização de subprodutos agroindustriais para promover inovação no desenvolvimento de novos produtos alimentares, é possível observar, no Quadro 1, uma seleção de subprodutos provenientes de frutas que tem mostrado um notável potencial a ser integrado na alimentação.

Quadro 1- Subprodutos com potencial para ser inserido na alimentação

Matéria-prima	Parte do fruto	Descrição do estudo	Referência
Tamarindo (<i>Tamarindus indica</i> L.)	Bagaço e sementes	Elaboração de farinha com potencial de uso como ingrediente em produtos alimentícios como bolos, biscoitos e pães, agregando nutrientes a esses produtos	Paz <i>et al.</i> (2022)
Goiaba (<i>Psidium guajava</i>)	Semente	Utilização do subproduto do processamento da polpa de goiaba na elaboração de biscoitos isentos de glúten	Costa <i>et al.</i> (2022)

Jabuticaba (<i>Myrciaria cauliflora</i>)	Casca	Elaboração e caracterização da farinha de casca de jabuticaba liofilizada e desenvolvimento de formulações de sorvete adicionadas desta farinha	Saraiva <i>et al.</i> (2022)
Uva (<i>Vitis vinífera</i> L.)	Casca	Elaboração de um produto cárneo tipo hambúrguer com adição de farinha de casca de uva (<i>Vitis vinífera</i> L.) e A aliação físico química do produto.	Silva <i>et al.</i> (2022)
Jaca (<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.)	Casca, eixo central, mesocarpo e semente	Elaboração de produtos farináceos que possam ser utilizados na formulação de produtos alimentícios.	Sousa <i>et al.</i> (2021)
Bacupari (<i>Garcinia brasiliensis</i> (Mart.))	Cascas, sementes e polpa	Produção de farinhas, que possam ser utilizados como ingredientes alternativos em diversos setores da indústria alimentícia	Melo <i>et al.</i> (2021)
Achachairú (<i>Garcinia humilis</i>)	Sementes	Produção de farinhas como uma alternativa viável para aplicação em produtos alimentícios em substituição às farinhas convencionais.	Ikeda <i>et al.</i> (2021)
Nêspira (<i>Eriobotrya japonica</i> Lindl.)	Sementes	Caracterização do amido de semente de nêspira para uso industrial em novos processos.	Costa <i>et al.</i> (2021)

Fonte: Autoral.

Desse modo, pode-se observar que viabilizar a ampliação do conhecimento das espécies utilizadas na alimentação contribui para a diversificação de produtos, favorece a

sua expansão, industrialização e comercialização promovendo uma variedade alimentar. Além disso, esses produtos podem ganhar ainda mais destaque quando possuem propriedades nutricionais, funcionais e tecnológicas desejáveis. O uso de subprodutos na alimentação como fonte para extração e obtenção de vários componentes bioativos cruciais é um passo importante para se explorar substâncias bioativas de interesse para a indústria alimentícia e farmacêutica (aditivos, suplementos alimentares, ingredientes funcionais, medicamentos, dentre outros) promovendo o combate a doenças como a desnutrição e a obesidade (Dai; Chau, 2017).

Com isso, nota-se a importância da exploração de novas fontes para o desenvolvimento de alimentos, como a utilização de subprodutos. Sendo esta uma estratégia promissora, tendo em vista que os estudos recentes, resultaram na inovação, sustentabilidade e economia.

3.3 FARINHAS NÃO CONVENCIONAIS

Atualmente, uma forma de utilizar subprodutos é por meio da produção de farinhas. De acordo com a Anvisa (2022) a farinha é o produto obtido de partes comestíveis de uma ou mais espécies de cereais, leguminosas, frutos, sementes, tubérculos e rizomas por moagem ou outros processos tecnológicos considerados seguros para a produção de alimentos.

A farinha de trigo é a mais tradicional no Brasil, este fato reveste-se de atenção, pois o abastecimento de trigo no Brasil depende, em parte, de exportações e a utilização representa forte impacto social, econômico, ambiental e nutricional. A substituição de parte da farinha de trigo em produtos de panificação por farinhas produzidas a partir de subprodutos agroindustriais tem sido objeto de vários estudos, pois além de reduzir a necessidade da importação da farinha de trigo convencional, as farinhas alternativas proporcionam produtos de alto valor nutricional, com características desejáveis, além de gerar valor agregado para as indústrias (Barbosa *et al.*, 2012; Sarinho *et al.*, 2021).

As farinhas obtidas a partir de subprodutos de frutos são ótimas fontes de nutrientes, apresentando quantidades importantes de proteínas e facilmente inseridas na alimentação da população em geral, principalmente para pessoas mais carentes (Storck *et al.*, 2015). Outro grupo que se beneficia com o desenvolvimento de farinhas alternativas, são as pessoas portadoras de doenças celíacas e os grupos da população com alguma intolerância ao glúten (Herculano *et al.*, 2021). Os pacientes portadores de doença celíaca ao ingerir alimentos contendo glúten, termo utilizado para descrever frações proteicas (gliadina e glutenina)

encontrados em cereais como o trigo, cevada, centeio e aveia, desenvolvem um processo inflamatório, sendo a restrição do glúten, o único tratamento (Marques *et al.*, 2022; Pedro *et al.*, 2009). No entanto há uma dificuldade dos celíacos seguirem com a dieta, devido a escassez de produtos sem glúten (Araújo *et al.*, 2010). Além disso, esses produtos podem apresentar quantidades reduzidas de nutrientes, especialmente se as formulações forem a base de amido (Wronkowska *et al.*, 2008).

Assim, se faz fundamental e relevante estudos que tenham os subprodutos dos frutos explorados, tendo em vista que as pesquisas vêm mostrando que eles possuem potencial contribuição para a alimentação, pois dependendo do tipo de processamento, características das farinhas e porcentagem de substituição total ou parcial, proporciona às massas características que muitas vezes são superiores aos de produtos que utilizam a farinha de trigo convencional (Oliveira, *et al.*, 2020).

A produção de farinhas com talos, sementes e cascas que são geralmente desperdiçadas, agrega aos produtos uma característica funcional devido à quantidade de minerais e fibras que essas partes apresentam muitas vezes em maior quantidade. Essas farinhas podem ser utilizadas em diversos produtos, favorecendo a qualidade e aumentando o efeito protetor desses alimentos sobre as doenças crônicas não transmissíveis em quem os consomem (Souza; Vieira, 2020).

Acabar com a fome, alcançar a segurança alimentar, gerar a melhoria da nutrição, e promover a agricultura sustentável são algumas das metas dos dezessete objetivos da Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas; sendo que o aumento da produção global de alimentos pode vir da redução do desperdício (FAO, 2019). Por isso, buscar novas fontes de produtos alimentícios ou maneiras de evitar o desperdício dos mesmos é de grande importância.

3.4 CINÉTICA DE SECAGEM/ SECAGEM DE ALIMENTOS

A secagem de alimentos é uma técnica muito utilizada desde a época mais ancestral da humanidade para conservação de alimentos (Celestino, 2010). Esta técnica ocorre, consubstancialmente, na eliminação de água de um substrato, sendo ela transferida na forma de vapor para o ar circundante. A capacidade de o ar absorver vapor de água irá regular a intensidade desse processo e a umidade relativa do ar quantifica essa aptidão, a qual é determinada pelo equilíbrio líquido-vapor no ar úmido (Garcia *et al.*, 2021).

O processo de secagem nas indústrias alimentícias se deu com a demanda de facilitar o transporte e armazenamento de produtos, com menor volume, peso e maior tempo de conservação. Os alimentos submetidos a esta operação, fica menos viável ao desenvolvimento microbiano, pois contribui com a redução da atividade de água, promovendo um grande avanço na utilização desta técnica, pois os alimentos se tornavam aptos para atender as exigências alimentares de soldados em períodos de guerras (Gava; Silva; Frias, 2009; Ibarz; Barbosa-Cánovas, 2002).

A atividade de água de um alimento é o principal responsável por promover a deterioração por micro-organismos e alterações por reações químicas e enzimáticas, porém é importante conhecer o material em estudos, pois, o teor de umidade final, irá garantir ao produto maciez e consistência, parâmetro muito apreciado em um produto desidratado (Celestino, 2010). Tais parâmetros são apreciados pelos consumidores, logo, são responsáveis por agregar qualidade sensorial e consequentemente a qualidade do produto final, por isso requerem atenção.

Para garantir a qualidade do produto final, assim como, manter as propriedades presentes nos alimentos a serem secos, é fundamental conhecer o processo de forma adequada, como verificar o secador que será utilizado, as condições de secagem, os métodos de secagem, minimizando riscos na sua distribuição e reduzindo custos de comercialização de produtos submetidos a este processo (Garcia *et al.*, 2021).

Há vários tipos de secadores, o secador de bandeja convectivo é um dos mais simples. O material sólido é espalhado em camada fina na bandeja de fundo telado. A circulação do ar e a temperatura são feitas de maneira controlada, o ar de secagem passa pelo material que está na bandeja removendo a umidade (Foust, 1982).

Os secadores e os alimentos apresentam condições diferentes de secagem e esses parâmetros precisam ser definidos para estabelecer qual será a temperatura ótima, o tempo, o fluxo do ar, e a umidade relativa do ambiente de secagem. E a cinética de secagem refere-se ao estudo do comportamento da transferência de calor e massa entre o produto a ser seco e o ar, e pode ser descrita por modelos matemáticos, que possibilitam a obtenção de estimativas do tempo necessário para redução do teor de água do produto, em diferentes condições de secagem (Sousa *et al.*, 2011).

Desta forma, este processo oferece uma alternativa para os produtores de frutas e hortaliças reduzirem suas perdas pós-colheita, ao mesmo tempo que amplia a forma como pode apresentar seus produtos aos consumidores. Isso resulta no aumento da receita, tendo em vista que estará fornecendo a indústria de alimentos matéria-prima de melhor qualidade

(Celestino, 2010).

Diante do exposto, pode-se notar que o uso de subprodutos na elaboração de novos alimentos representa uma perspectiva promissora, visto que os resultados abrangem uma ação nutricional, inovadora, sustentável e econômica. Pode-se considerar um potencial nutricional por ser um material rico em compostos bioativos e nutrientes; ambiental por ser tratar do aproveitamento de um material popularmente descartado como resíduo; e econômico por permitir que a agroindústria transforme um material de baixo custo em um ingrediente de alto valor agregado para a indústria. Com isso, buscar novas fontes para elaboração de produtos é algo de suma importância na pesquisa e desenvolvimento.

4 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

4.1 MATERIAL E LOCAL DE ANÁLISES

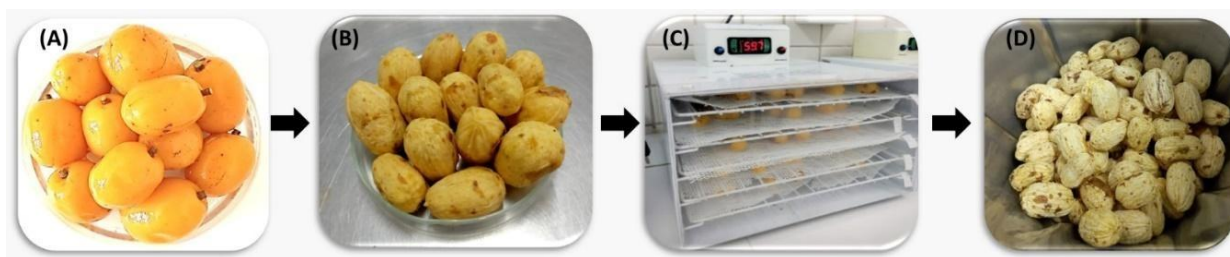
As sementes do cajá foram obtidas da produção de polpa de fruta de uma cooperativa do município de Bananeiras-PB. Este estudo foi realizado na Universidade Federal da Paraíba-UFPB, Campus III, Bananeiras-PB, nos seguintes laboratórios: Laboratório de Frutas (secagem das sementes e produção da farinha), Laboratório de Microbiologia dos Alimentos (análises microbiológicas e antimicrobianas), Laboratório de Análises Físico-química (análises físico-químicas), Laboratório de Química (análises físicas), Laboratório de Cromatografia e Espectrometria (análise da atividade antioxidante).

4.2 SECAGEM DAS SEMENTES

As sementes foram secas em desidratador de alimento de bandejas (Pratic Dryer), com a temperatura ajustada para 60 °C (Figura 2). Para construção das curvas de cinética de secagem e determinação dos ajustes dos modelos matemáticos (Tabela 1), foram realizadas pesagens das bandejas no tempo de 15 em 15 minutos nos primeiros 60 min, 30 em 30 min até os 120 min, e após os 120 min a cada 60 min, e a secagem das sementes seguiu até obtenção da umidade de equilíbrio, de acordo com Celestino (2010). Os teores de água inicial do produto foram determinados em estufa a 105 °C, seguindo a metodologia descrita pelo Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008).

O modelo utilizado para prever os dados experimentais foi escolhido após avaliação dos parâmetros estatísticos: maior coeficiente de determinação (R^2) e menores Erro Médio Quadrático (DMQ) e Qui-quadrado (X^2), respectivamente, definindo o melhor ajuste do modelo conforme utilizado por Dhurve *et al.* (2022) para cinética de secagem de semente de melancia.

Figura 2 - Etapas realizadas para a cinética de secagem do cajá: (A) Frutos do cajá *in natura*; (B) Sementes do cajá após despolpamento; (C) Sementes em processo de secagem em secador de bandejas; (D) Sementes secas



Fonte: Autoral.

Tabela 1 - Modelos matemáticos utilizados para ajustar os dados da cinética de secagem

Modelos	Parâmetros	Equação
Newton	$RX = \exp(-K \cdot t)$	(2)
Page	$RX = \exp(-K \cdot t^n)$	(3)
Page modificado 2	$RX = \exp(-(K \cdot t)^n)$	(5)
Henderson e Pabis	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t)$	(6)
Logarítmico	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) + c$	(7)
Dois termos exponencial	$RX = \exp(-k \cdot t) + (1-a) \cdot \exp(-k \cdot a \cdot t)$	(9)
Wang e Sing	$RX = 1 + (a \cdot t) + (b \cdot t^2)$	(10)
Verma	$RX = a \cdot \exp(-k \cdot t) - (1-a) \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	(12)
	$RX = \exp(-k \cdot t) + b \cdot \exp(-k_0 \cdot t) -$	(13)
Mod. de Henderson e Pabis	$c \cdot \exp(-k_1 \cdot t)$	
Midilli	$RX = \exp(k \cdot t^n) + b \cdot t$	(14)

Fonte: Autoral.

4.3 PRODUÇÃO DA FARINHA

Após secagem, as sementes foram trituradas em liquidificador industrial (Colombo, Premium, MOD. BR 4 litros) por 4 minutos, velocidade 3, para elaboração da farinha. Este processo facilitou a redução e quebra das sementes para posterior moagem. A moagem foi realizada em moinho de facas (SL-31 – SOLAB), peneirada em peneira de malha de 32 mesh, obtendo-se assim a farinha da semente de cajá (Figura 3).

Figura 3 - Farinha obtida da semente de cajá.



Fonte: Autoral

4.4 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS

A composição físico-química da farinha de semente de cajá foi realizada de acordo com os métodos oficiais do Instituto Adolfo Lutz (2008): acidez (016/IV), Umidade (012/IV), teor de proteína Método de Kjeldahl clássico (036/IV) e resíduo mineral fixo (018/IV). O teor de lipídios totais foi determinado utilizando a extração direta em aparelho Soxhlet, com o hexano como solvente (032/IV) e o teor de carboidratos totais foi obtido por diferença de 100 (% umidade + % proteína + % mineral fixo + % lipídio).

4.5 ANÁLISES FÍSICAS

As análises físicas (molhabilidade e solubilidade) da farinha de semente de cajá, foram realizadas a fim de verificar o comportamento desta farinha ao ser inserida em uma matriz alimentar aquosa.

A molhabilidade foi determinada através da adaptação do método de Fuchs *et al.*, (2006), onde 0,1 g da amostra foi espalhada na superfície de um becker contendo 100 mL de água destilada a 20 °C sem agitação. O tempo (em segundos) necessário até a última partícula da amostra se molhar foi usado para determinar a molhabilidade das amostras.

A solubilidade foi avaliada com base no método proposto por Cano-Chauca *et al.*, (2005) com algumas modificações. 30 mL de água destilada foram medidos e transferidos para um béquer de 50 mL. 2 g da amostra foi adicionada ao béquer contendo água e foi agitado por 2 min. Posteriormente o material foi transferido para um tubo de centrífuga de 50 mL e centrifugada à 3500 rpm por 5 min. Uma alíquota de 5 mL do sobrenadante foi retirada e transferida para uma placa de petri e seca em estufa a 105 °C por 5 horas. A solubilidade então foi calculada de acordo com a equação 1:

$$(\%) = \frac{\text{sólido}}{(\quad)} \times 2 \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

4.6 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

As análises microbiológicas da farinha de semente de cajá foram realizadas de acordo com os métodos estabelecidos pela APHA (2015). Foram realizadas as análises padrões

estabelecidos pela Instrução Normativa - nº 161, de 1º de julho de 2022 da ANVISA, a qual estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. As análises microbiológicas realizadas foram *Escherichia coli*, *Bacillus cereus*, pesquisa de *Salmonella*. Esses são os microrganismos preconizados pela legislação citada. No entanto, por se tratar de um material seco, que terá longo prazo de armazenamento (Diniz, 2016), realizou-se também a determinação de fungos filamentosos e não filamentosos. Ao final, os dados obtidos foram comparados com os padrões microbiológicos estabelecidos pela legislação brasileira.

4.7 OBTENÇÃO DO EXTRATO DA SEMENTE DE CAJÁ

O procedimento de obtenção do extrato ocorreu a partir da dissolução de 4 g da amostra em 40 mL de metanol 80%. A mistura foi agitada durante 1 h com o auxílio de uma barra magnética a 1500rpm, e posteriormente centrifugada a 5000 rpm durante 15 min (Barbi *et al.*, 2018). O sobrenadante (extrato metanólico) foi coletado e armazenado a 4 °C em frascos âmbar para análises posteriores.

4.8 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

A determinação do potencial de sequestro do radical DPPH foi realizada de acordo com a metodologia adaptada de Brand-Williams, Cuvelier & Berset (1995). A análise foi executada adicionando-se 30 µL da amostra (extrato obtido no item 4.7 diluída em etanol na proporção 1:1 v/v), 30 µL da solução trolox e 3 mL da solução do radical DPPH em tubo de ensaio, seguidos de homogeneização. Após 30 minutos de incubação a temperatura ambiente (25 °C), sob agitação e na ausência de luz, absorbância foi medida em 517 nm em triplicata, utilizando um espectrofotômetro (UV-VIS 510). Ao coletar a absorbância, obteve-se o valor da concentração da amostra, expresso em termos de Equivalência ao Trolox (µmol trolox/mL). Posteriormente, realizou-se o cálculo da atividade antioxidante pela captura do radical DPPH (µmol trolox/g) a partir da equação 2:

$$(\mu\text{mol trolox/g extrato}) = \frac{\text{Absorvância da amostra} \times \text{Conc. Trolox}}{\text{Absorvância do Trolox}} \quad \text{Eq.2}$$

A determinação da atividade antioxidante pela captura do radical livre ABTS⁺, foi realizada de acordo com a metodologia proposta por Rufino *et al.* (2007). A análise foi executada adicionando-se 30 µL da amostra (extrato obtido no item 4.7 diluída em etanol na

proporção 1:9 v/v) e 30 mL da solução de ABTS+ em tubo de ensaio cobertos com folha de alumínio, seguidos de homogeneização no vórtex (K45-2820) por 10 segundos. Após este processo, a solução ficou em repouso por 6 minutos de incubação a temperatura ambiente (25 °C) na ausência de luz. Em seguida, foi realizada a leitura da absorbância da amostra em um espectrofotômetro (UV-VIS 510), utilizando o comprimento de onda de 517 nm.

4.9 ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

Os microrganismos utilizados neste trabalho foram adquiridos no Laboratório de Microbiologia de Alimentos da Universidade Federal da Paraíba-UFPB. A atividade antimicrobiana da farinha de semente de cajá foi avaliada de acordo com a metodologia proposta por Chantelle *et al.* (2023), com algumas adaptações. Foi avaliada a capacidade de ação contra três bactérias: *Listeria innocua*, *Listeria monocytogenes* e *Bacillus cereus*. As bactérias foram preparadas através da diluição seriada em solução salina (0,85%), utilizando-se a concentração de 10^{-5} (UFC/mL) para este estudo. Foram utilizadas quatro concentrações diferentes do extrato (obtido no item 4.7) nas seguintes concentrações: 0,2; 0,4; 0,6 e 0,8 %, preparados em eppendorf previamente esterilizados. As misturas com o inóculo e solução salina (0,85 %) foram agitadas em VORTEX (VX-28-BI) por cerca de 1 minutos. Desta solução, uma alíquota de 100 µL foi retirada e inoculada em placa de petri contendo Ágar Muller Hilton e espalhadas com a alça de Drigalski. A placa foi mantida na estufa microbiológica por 24 horas a uma temperatura de 35°C. Após incubação foi realizada a contagem de colônias. O teste de controle negativo foi realizado com o inóculo dos microrganismos. Para o controle positivo foi utilizado a tetraciclina. Os testes foram preparados em triplicata para cada amostra. E, para verificação da ação antimicrobiana da farinha de semente de cajá, utilizou-se a equação 3, em que N1 e N2 representam a média do número de colônias nas placas antes (controle) e depois da inibição, respectivamente:

$$\text{Eq. 3}$$

4.10 ANÁLISE ESTATÍSTICA

A análise estatística foi realizada em triplicata por meio da média e desvio padrão dos dados, sendo os resultados expressos em média $\pm$ desvio padrão.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 CINÉTICA DE SECAGEM

De acordo com a Tabela 2 foi possível observar os valores dos coeficientes de determinação (R^2) e o Desvio Médio Quadrático (DMQ) e o Qui-quadrado (X^2), para cada modelo matemático utilizado na secagem convectiva convencional das sementes do cajá.

Tabela 2 - Parâmetros dos modelos utilizados para ajustar a cinética de secagem da semente de cajá à temperatura de 60 °C

Modelos	Parâmetros	R^2	DMQ	X^2
Newton	$k=0,0047$	99,15	0,023	7,95E-05
Page	$k=0,0029$; $n=1,0899$	99,40	0,018	5,76E-05
Page modificado 2	$k=0,0047$; $n=1,0910$	99,40	0,018	5,76E-05
Henderson e Pabis	$k=0,0048$; $a=1,0172$	99,20	0,021	7,4E-05
Logarítmico	$k=0,0035$; $a=1,1444$; $c=-0,1536$	99,80	0,010	2,16E-05
Dois termos exponencial	$k=1,1925$; $a=0,0039$	99,12	0,024	8,23E-05
Wang e Sing	$a=-0,0035$; $b=3,3045E-06$	99,23	0,024	7,27E-05
Verma	$k=0,0075$; $a=-3,4843$; $k_1=0,0067$	99,44	0,016	5,73E-05
Mod. de Henderson e Pabis	$k=0,0048$; $a=0,3390$; $b=0,3390$; $k_0=0,0048$; $k_1=0,0048$	99,71	0,020	0,00011
Midilli	$k=-0,0065$; $a=1,0095$; $b=-0,0002$	99,86	0,009	1,1E-05

Fonte: Autoral.

Desta forma, foi possível verificar que, o modelo matemático que apresentou os melhores ajustes aos dados experimentais da cinética de secagem foi o modelo de Midilli. O modelo apresentou coeficiente de determinação superior a 99,86% e os menores DMQ=0,0092 e $X^2=1,1 \times 10^{-5}$, sendo assim o modelo mais indicado. Importante ressaltar que os demais modelos também apresentaram parâmetros estatísticos acima de 99%. De acordo com Araújo *et al.* (2017), valores de R^2 superiores a 0,98 indicam que os modelos matemáticos representam de maneira satisfatória o comportamento de secagem.

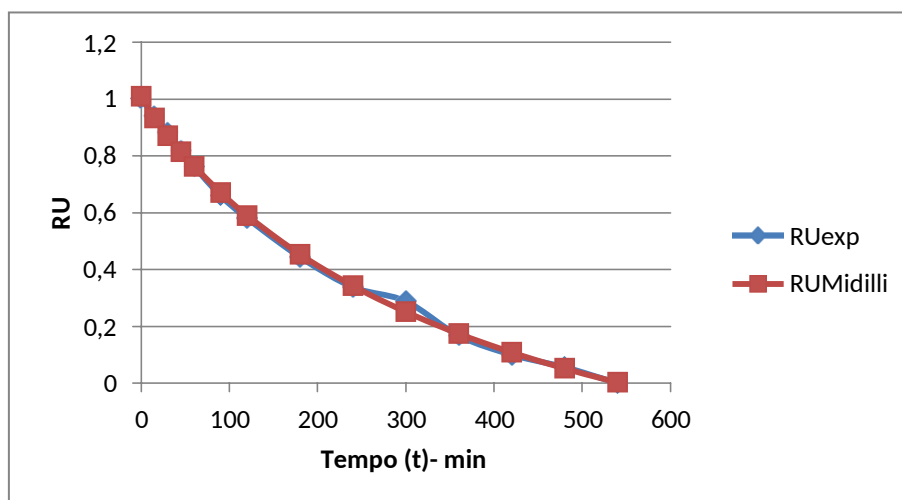
Malaquias *et al.* (2023) verificou que o modelo de Midilli foi o que apresentou o

melhor ajuste aos dados experimentais obtidos, ao realizarem a cinética de secagem em semente de abóbora em forno micro-ondas nas potências de 40, 70 e 100 %. Este resultado também foi observado por Dhurve *et al.* (2022) ao realizar a cinética de secagem em semente de melancia em secador de bandeja nas temperaturas de 40, 50 e 60 °C.

Na Figura 4 está representado o gráfico da cinética de secagem da semente do cajá em temperatura de 60 °C, até obter teores de água final de 0,584 (base seca) no tempo de 540 minutos, na forma do adimensional de razão de umidade experimental (RU_{exp}) com a razão de umidade do modelo (RU_{mod}) em função do tempo (tempo em minutos), estimados a partir do modelo de Midilli.

A curva característica de secagem é uma ferramenta útil que permite estabelecer uma lei empírica de secagem, tendo em conta geração dos resultados experimentais, esta abordagem leva a uma compreensão total do processo de secagem (Tagnamas *et al.*, 2022).

Figura 4 - Valores experimentais da razão de umidade RU estimados através do modelo de Midilli para a secagem em bandejas das sementes de cajá



Fonte: Autoral.

Observa-se a perda gradativa de umidade no início do processo e essa perda se mantém ao longo da secagem, e verifica-se a ausência de um período de taxa constante, em decorrência da resistência imposta pela estrutura rígida da semente, a qual dificulta a eliminação de água. Esse fenômeno também foi verificado por Almeida *et al.* (2022) que relacionaram ser devido à dificuldade de migração capilar da água nas superfícies úmidas internas das sementes de Moringa.

Ainda foi possível observar por meio da curva de secagem que o tempo ideal, onde

ocorre o equilíbrio dinâmico do processo de secagem em bandejas é de 520 a 540 minutos.

É importante mencionar que o perfil mostrado nos gráficos é característico do modelo matemático utilizado e não altera com as condições de secagem ou com o material utilizado, apenas com o número de termos da série. Esta análise mostra a importância de escolher o número de termos na série, pois está relacionada à condição inicial.

5.2 ANÁLISES FÍSICO-QUÍMICAS E FÍSICAS

A umidade da farinha foi de 7,45 g.100g⁻¹ (Tabela 3), estando de acordo com as exigências pré-estabelecidas pela legislação brasileira, a qual preconiza que farinhas tenham umidade máxima de 15 g.100g⁻¹ (Brasil, 2022). Um produto com umidade reduzida é uma característica desejável para produtos secos, pois essa condição concorre para a preservação de sua estabilidade durante o período de armazenamento (Reis et al., 2017).

Tabela 3 - Composição físico-química e física da farinha de semente de cajá

Composição físico-química*	
Umidade (g.100g⁻¹)	7,45 ± 0,07
Cinzas (g.100g⁻¹)	3,38 ± 0,04
Proteínas (g.100g⁻¹)	4,48 ± 0,32
Lipídios (g.100g⁻¹)	6,59 ± 2,70
Carboidratos (g.100g⁻¹)	78,11 ± 0,09
Acidez total titulável (mL.g⁻¹)	9,6 ± 0,38
Propriedades físicas*	
Molhabilidade (segundos)	37,40 ± 0,32
Solubilidade (%)	7,13 ± 3,37

*Resultados expressos em média ± desvio padrão

Fonte: Autoral.

O propósito do teor de cinzas é quantificar os minerais presentes na amostra (Martins et al., 2020), neste estudo o teor de cinzas foi de 3,38 g.100g⁻¹. Em estudo desenvolvido por Pinheiro (2018), foi determinado teor de cinzas de 5,87 g.100g⁻¹ em farinha feita de casca de cajá, utilizando o método de secagem em estufa e temperatura de 60 °C. Apesar de inferior ao valor obtido pela farinha de casca de cajá, o conteúdo de cinzas encontrado neste estudo está mais próximo do teor de cinzas preconizado para farinhas comerciais, como o trigo. A legislação brasileira determina um teor de cinzas máximo entre 0,66 e 2,5 g.100g⁻¹ para os

diferentes tipos de farinha de trigo comerciais existentes (MAPA, 2005).

A quantidade de proteínas presente na farinha de semente de cajá é de $4,48 \text{ g.100g}^{-1}$. O Regulamento Técnico de Informações Nutricionais de Produtos Alimentícios (ANVISA, 2012) estabelece que um alimento deve conter pelo menos 6 g.100g^{-1} de proteína em sua composição para ser considerado uma fonte proteica. Isso demonstra que a farinha de semente de cajá não possui a quantidade mínima para ser considerada fonte de proteínas, porém esta quantidade é superior aos teores relatados anteriormente na literatura para produtos e subprodutos de outras frutas como farinha de casca de maracujá ($0,8 \text{ g.100g}^{-1}$) (Santiago *et al.*, 2016), polpa de pequi (3 g.100g^{-1}) (Roesler *et al.*, 2008) e semelhantes aos níveis relatados para cascas de manga ($4.6 \pm 0.14 \text{ g.100g}^{-1}$) (Hassan *et al.*, 2011).

No que se refere ao valor de lipídios, foi determinado o valor de $6,59 \text{ g.100g}^{-1}$. Segundo a Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (NEPA-UNICAMP, 2006) a farinha de trigo padrão tem um valor de 1,37 % de lipídeos, este aumento é característico da semente. Analisando a literatura, Santana Neto, *et al.*, (2022) encontrou o teor de 8.74 g.100g^{-1} de lipídios em bagaço de cajá (casca, semente e polpa residual) desidratados em estufa 55°C por 24 horas. Mattiello *et al.*, (2010) encontraram valores de lipídios de $0,26 \text{ g.100g}^{-1}$ em polpa de cajá, demonstrando que o teor de lipídios pode ser mais elevado na semente, pois ele é uma reserva energética para o desenvolvimento do embrião (Esau, 1986).

Neste estudo, foi determinado o teor de acidez total titulável de $9,6 \text{ mL.g}^{-1}$ para a farinha de semente de cajá. Este dado é superior da acidez encontrada por outros autores. Santana Neto *et al.*, (2022) estudaram o subproduto do cajá (casca, semente e polpa residual) desidratados em estufa 55°C por 24 horas, os quais obtiveram o valor de $1,78 \text{ mL.g}^{-1}$ neste material. Já Carvalho *et al.*, (2017) em seu trabalho de caracterização físico-química da polpa de frutos de cajá, encontrou valor de acidez titulável entre 1,08 e $1,78 \text{ mL.g}^{-1}$. A farinha deste estudo apresentou um valor superior aos dados já disponibilizados na literatura, e isso pode ser positivo para este produto, tendo em vista que o aumento de acidez observada nos subprodutos desidratados é um bom indicador de conservação (Santana Neto *et al.*, 2022).

Foi possível observar que a farinha de semente de cajá apresentou como principal macronutriente o carboidrato, sendo o teor de $78,08 \text{ g.100g}^{-1}$. Em um estudo realizado por este grupo de pesquisa, foi verificado a presença de amido na semente de cajá (Rodrigues *et al.*, 2023), o que pode justificar o alto conteúdo de carboidrato nesta farinha.

Pode-se observar que a farinha de semente de cajá se molhou em 37,40 segundos. O tempo máximo para o produto molhar é uma escolha arbitrária, no entanto foi estipulado que

se 90% do produto mergulhar no líquido em 5 min pode ser um bom parâmetro (Lannes; Medeiros, 2003). Diante disso, pode-se observar que a farinha de semente de cajá tem um excelente poder molhante, o que atesta este produto como uma formidável matéria-prima para ser inserido em formulações alimentícias. Conforme foi observado por Yousif e Alghzawi (2000), este resultado é consequência do grande teor de carboidrato presente na amostra, sendo este hidrofílico, conferindo a ele a capacidade de formar ligações de hidrogênio com as moléculas de água, resultando na sua capacidade de interação.

No presente estudo, o valor de solubilidade foi de 7,13 %. De acordo com Beltran *et al.*, (2021) pós de fruta com valor de solubilidade reduzido, podem ser empregados em alimentos que requerem maiores tempos e temperaturas para serem preparados. Melo, (2022) encontrou baixa solubilidade em farinha feita da semente de bacupari, justificando pela decorrência da presença do amido, sendo este um carboidrato insolúvel em água fria. Pode-se inferir que a baixa solubilidade da farinha de semente de cajá pode ser atribuída a presença de grânulos de amido nesta fração.

Diante deste pressuposto, nota-se que a farinha de semente de cajá, apresenta propriedades físico-químicas e físicas de interesse para a indústria alimentícia, notadamente devido sua concentração de cinzas, proteínas e outros componentes. Além disso, o elevado conteúdo de carboidratos, dado seu caráter de semente, possivelmente apresenta potencial para ser fonte de fibras e amido, elemento de grande relevância para formulações de novos produtos alimentares.

5.3 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Pode-se observar que o produto atende aos padrões microbiológicos exigidos pela legislação brasileira vigente (Tabela 4), pois todas as análises encontram-se abaixo do limite permitido para cada microrganismo, conforme preconiza a Instrução Normativa - IN Nº 161, de 1º de julho de 2022 (Brasil, 2022).

Tabela 4 - Análise microbiológica da farinha de semente de cajá

Microrganismo	Resultado	Limite permitido pela legislação (Brasil, 2022)
<i>Escherichia coli</i>	0	10^2
<i>Bacillus cereus</i>	0	10^3

Salmonella spp	Ausência em 25 g	Ausência
Fungos filamentosos e não filamentosos	5,3 x 10 ³	10 ⁴
Fonte: Autoral.		

A proliferação microbiana está frequentemente associada a ausência de boas práticas de fabricação (BPF) durante qualquer etapa da produção, tornando-se um risco à população, pois provocam as Doenças Vinculadas a Alimentos (DVAs) (Cohen *et al.*, 2011). Por isso, as indústrias se preocupam muito com a qualidade microbiológica das matérias-primas alimentícia e da adoção de BPF.

Lopes e Franco (2016) conduziram um trabalho, onde avaliaram a qualidade microbiológica dos grãos de trigo para o processo de produção da farinha, focalizada no ponto crítico de contaminação (etapa de molhagem). Durante esse estudo, foram efetuadas análises de bactérias indicadoras de higiene (aeróbias totais, coliformes totais e fecais) de bolores e leveduras, e de *Bacillus cereus*, *Staphylococcus aureus* e pesquisa de *Salmonella* spp., em amostras coletadas ao longo do período de 1 a 360 dias. Após a implementação de procedimentos adequados de limpeza dos equipamentos as análises de verificação, apontaram a importância da adoção de medidas do controle efetivos durante o processo de limpeza e sanitização.

Diante dos dados, constata-se a eficácia no processo de elaboração da farinha de semente de cajá, tendo em vista que as boas práticas de fabricação foram adotadas. Reis *et al.* (2017) afirma que a baixa umidade também contribuiu para que o produto se encontre dentro do padrão exigido pela legislação, tendo em vista que este fator evita o crescimento de microrganismos, garantindo-se assim, a segurança alimentar. Desta forma, essa farinha pode ser elaborada com segurança microbiológica para ser introduzida na alimentação humana.

5.4. ATIVIDADE ANTIOXIDANTE

Atividade antioxidante da farinha foi determinada neste estudo por dois métodos (ABTS e DPPH) visando assim uma maior confiabilidade, qualidade e amplitude dessa atividade, uma vez que os métodos se complementam devido as diferenças nos mecanismos de ação. Os resultados desta avaliação podem ser visualizados na Tabela 5.

Tabela 5 - Atividade antioxidante e compostos fenólicos totais da farinha de semente de cajá.

Método	Atividade antioxidante
DPPH ($\mu\text{mol Trolox/ g}$)	554,67 $\pm$ 9,02
ABTS ($\mu\text{mol Trolox/ g}$)	4,94 $\pm$ 0.42

Valores expressos em média $\pm$ desvio padrão

Fonte: Autoral.

A atividade antioxidante pelo método DPPH da farinha da semente do cajá foi de 554,67 $\mu\text{mol Trolox/ g}$. Não foi encontrado dados da atividade antioxidante da farinha de semente de cajá, no entanto, Tiburski *et al.* (2011) estudando as propriedades nutricionais da polpa de cajá da mesma espécie deste trabalho, obteve valores de 17,47 $\mu\text{mol Trolox/ g}$. Os autores deste estudo afirmam que o cajá pode ser considerado um fruto com atividade antioxidante acima da média. Nota-se que a polpa, porção do fruto normalmente consumida, apresentou atividade antioxidante inferior a farinha da semente. Isso mostra que um subproduto, geralmente descartado pelas agroindústrias, apresenta potencial para ser ingerido e proporcionar benefícios ao consumidor.

Enquanto foi obtido o resultado 4,94 $\mu\text{mol Trolox/g}$ para ABTS. Nota-se a discrepância entre os resultados obtidos para os dois métodos avaliados, afirmando a importância de testarmos mais de um método para a mesma amostra. Utilizando a mesma metodologia para ABTS, Silva (2018) obteve o resultado de 460,68 $\mu\text{mol Trolox/g}$ para o bagaço da uva, em que os autores afirmam que o método por ABTS apresentou resultados regulares quando comparados com a literatura para este fruto.

Como já visto, o fruto do cajá já apresente um histórico na literatura informando a sua riqueza em compostos bioativos, oriundos dos metabólitos secundários das plantas, tais como: compostos fenólicos, β -caroteno, taninos, pró vitamina e vitamina C (Ribeiro *et al.*, 2020; Aniceto *et al.*, 2021; Mattietto, Lopes e Menezes 2007). Tais componentes podem proporcionar a este fruto essa capacidade antioxidante apresentada. É importante destacar que este estudo é referente a um subproduto agroindustrial, e tais resultados mostram como esses materiais de descarte apresentam um grande potencial antioxidante e de interesse industrial.

5.5. ATIVIDADE ANTIMICROBIANA

O efeito antimicrobiano do extrato obtido da farinha da semente de cajá demonstrou eficiência inibitória contra os microrganismos avaliados, sendo possível observar na Tabela 6.

Tabela 6 - Atividade antimicrobiana da farinha de semente de cajá

Microrganismo	Inibição microbiana (%)			
	Concentração do extrato da farinha de cajá			
	0,2%	0,4%	0,6%	0,8%
<i>Listeria innocua</i>	100	100	100	100
<i>Bacillus cereus</i>	38,10	33,33	61,90	80,95
<i>Listeria monocytogenes</i>	100	100	100	100

Fonte: Autoral.

Avaliando o potencial de inibição dos microrganismos *Listeria innocua* e *Listeria monocytogenes* é possível observar que a concentração mínima testada (0,2 %) já foi eficiente para inibir o crescimento, assim como nas concentrações mais altas.

Para o *Bacillus cereus* todas as concentrações testadas foram capazes de inibir parcialmente o crescimento deste microrganismo. A concentração do extrato e a inibição apresentaram um aumento diretamente proporcional. A concentração mínima avaliada foi capaz de inibir 38,10 % dos microrganismos e a concentração máxima (0,8 %) foi capaz de inibir o crescimento em 80,95 %.

Com relação aos patógenos testados, Patrón-Vázquez *et al*, (2019) propõe que extratos de farinhas oriundos de subprodutos de limão foram eficientes na inibição de linhagens Gram-positivas, onde foi associado a inibição ao conteúdo de flavonoides das amostras. Oliveira (2023) em seus estudos a respeito da eficácia da farinha do subproduto de cajá contra a linhagem do *B. subtilis*, notou que a mesma não apresentou inibição frente ao microrganismo. Deste modo, os efeitos antimicrobianos aqui vistos, são oriundos certamente, dos resultados das múltiplas características físico-química e sinergia de diversos fito químicos e bioativos presentes na farinha obtida a partir dos subprodutos do cajá (Genovese, 2008). Pensando na aplicação deste material em matrizes alimentares, é importante destacar o potencial antimicrobiano do mesmo e a importância que isso tem para a indústria de alimentos. Pois esse material pode servir como um antimicrobiano natural, aumentando a vida útil de alimentos.

6 CONCLUSÃO

O modelo de Midilli foi o mais indicado para expressar o fenômeno da cinética de secagem convectiva convencional, apresentando os maiores valores de coeficiente de determinação e os menores valores de desvio médio quadrático.

Este estudo também revelou que as farinhas produzidas a partir da semente do cajá, que são gerados em grandes proporções como subprodutos agroindustriais, podem ser utilizadas como ingredientes alternativos em diversos setores da indústria alimentícia pois as técnicas adotadas para obtenção desta farinha resultou em um produto com características satisfatórias.

A farinha produzida apresentou uma composição físico-química satisfatória, a qual atendeu os aspectos da legislação vigente. Além disso, a farinha de semente de cajá também possui importantes propriedades físicas de interesse industrial, notadamente devido seu potencial de molhabilidade. Além disso, foi possível observar que as boas práticas de fabricação foram adotadas durante todo o processo de elaboração e manipulação da farinha.

A partir da análise dos dados da atividade antioxidante da farinha de semente de cajá, foi possível concluir que este produto possui alta capacidade antioxidante e esta característica está em destaque pelo método DPPH. Além dessa propriedade, o produto elaborado também mostrou-se eficiente na inibição dos patógenos testados. Essa eficiência é variável podendo estar relacionada à complexa composição da farinha, que inclui uma variedade de fitoquímicos e bioativos, que contribuem para sua ação antimicrobiana. Assim, representando uma promissora alternativa no combate contra os patógenos testados.

Diante disso, nota-se que esta pesquisa abriu uma área de estudos promissora, relacionado a aplicação desta farinha em trabalhos futuros, tendo em vista que este produto, obtido nessas condições, se mostrou com boas propriedades para elaboração e aplicações em produtos alimentícios. Por fim, recomenda-se estudos futuros com teste de toxicidade, aplicação e verificação da aceitação sensorial da farinha de semente de cajá, para futura aplicação na indústria alimentícia.

REFERÊNCIAS

APA, **Agencia portuguesa do ambiente**. Subprodutos. 2021. Disponível em: <https://apambiente.pt/residuos/subprodutos#:~:text=O%20conceito%20de%20subproduto%20%C3%A9,o%20da%20pr%C3%A1tica%20industrial%20normal>. Acesso em: 29/08/2023.

ARAÚJO, W. D.; GONELI, A. L. D.; CORRÊA, P. C.; HARTMANN FILHO, C. P.; MARTINS, E. A. S. Mathematical modelling of thin-layer drying in peanut fruit. **Revista Ciência Agronômica**, 48(3), 448-457. 10.5935/1806-6690.20170052, 2017.

ALVARENGA, A. L.; SCHWAN, R. F.; DIAS, D. R.; SCHWAN-ESTRADA, K. R. F.; BRAVOMARTINS, C. E. C. Atividade antimicrobiana de extratos vegetais sobre bactérias patogênicas humanas. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v.9, n.4, p.86-91, nov./mar. 2007.

ALVES, D. A.; PERAZZINI, H.; FREIRE, F. B.; FREIRE, J. T. Análise da utilização de modelos difusivos na secagem de pimenta-do-reino preta (*Piper nigrum* L.). In: ANAIS DO XX CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA (COBEQ), Área temática: Fenômenos de Transporte e Sistemas Particulados. 2014.

ALMEIDA, F. N. C.; JOHANN, G.; SIQUEIRA, N. W.; SOUZA, G. K.; PEREIRA, N. C. Convective drying of moringa oleifera seeds: kinetics modelling and effects on oil yield from different extraction techniques. **Biomass Conversion and Biorefinery**, v.12, p.:3197–3208. 2022.

ANVISA. **Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 711**, 2022. Disponível em: http://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_711_2022_.pdf/f9212b72-7d2d-451f-b21b-7a7fb9b94a81#:~:text=descaracterizem%20o%20produto,Art.,caso%20de%20amido%20de%20mandioca. Acesso em: 10/08/2023.

ANVISA. Metodologia dos testes de sensibilidade a agentes antimicrobianos por diluição para bactéria de crescimento aeróbico: norma aprovada – sexta edição. **NCCLS documento M7-A6**, v.23, n. 2, 2003.

ANVISA, **Agência nacional de vigilância sanitária**. Substancias bioativas, 1 edição. 2020. Perguntas e respostas. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/centraisdeconteudo/publicacoes/alimentos/perguntas-e-respostas-arquivos/substancias-bioativas#:~:text=A%20Resolu%C3%A7%C3%A3o%20RDC%20n.º,fiol%C3%B3gica%20espec%C3%ADfica%20no%20organismo%20humano> . Acesso em: 12/08/2023.

ANICETO, A.; MONTENEGRO, J.; CADENA, S. R.; TEODORO, A. J. Caracterização físico-química, capacidade antioxidante e propriedades sensoriais das bebidas Murici (*Byrsonima crassifolia* (L.) Kunth) e Taperebá (*Spondias mombin* L.). **Molecules**, v. 26. p.1-13. 2021.

ARANHA, F. Q. Avaliação do desperdício de alimentos em uma unidade de alimentação e nutrição na cidade de botucatu, SP. **Instituto de Biociências – UNESP**. Botucatu. p. 5, 2018.

ARAÚJO, H. M. C.; ARAÚJO, W. M. C.; BOTELHO, R. B. A.; ZANDONADI, R. Doença celíaca, hábitos e práticas alimentares e qualidade de vida. **Revista de Nutrição**, v.23, n.3, p. 467-474.

BARBOSA, J. R.; BELTRAME, S. C.; BRAGATTO, M. M.; DÉBIA, P. J. G.; BOLANHO, B. C.; DANESI, E. D .G. Avaliação da composição e dos parâmetros tecnológicos de farinhas produzidas a partir de subprodutos agroindustriais. **Revista Tecnológica**, Edição Especial V, Simpósio de Engenharia, p. 21-28, 20 jan. 2012.

BARRET, D. M.; SOMOGYI, L. P.; RAMASWAMY, H. S. Processing fruits: science and technology. 2005. Boca Raton: CRC. LAZZARI, A.; BARBOSA, H.D.B.; SILVA,I.C.; SILVA, L.H. M.; DADA, A.P.; CESTÁRIO, A.C.O.; FILHO, E.R.M. Potencial antioxidante de resíduos agroindustriais de frutas tropicais: revisão. **Research, Society and Development**, v. 10, n.3, e 29710313357, 2021. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13357/12006>. Acesso em: 27/07/2023.

BANERJEE, J.; SINGH, R. M.; VIJAYAEAGHAVAN. R.; MACFARLANE, D.; PATTI, A. F.; ARORA, A. Bioactives from fruit processing wastes: Green approaches to valuable chemicals. **Food Chemistry**, v.225, p.10-22, 2017.

BELTRAN, L.B.; SOUZA, A.C.; MELONI, C.E.P.; MAGIERO, P.E.; BERGAMASCO, R.; VIEIRA, A.M.S. Avaliação da capacidade antioxidante e propriedades tecnológicas da farinha do fruto da Palmeira Aiphanes Aculeata. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.4, p.36868-36884, 2021.

BRAND-WILLIAMS W, CUVELIER ME, BERSSET C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **LWT - Food Science and Technology**, v. 28, n.1, p.:25–30. 1995.

BRASIL. Lei nº 12.305, de 2 de Agosto de 2010. **Política Nacional de Resíduos Sólidos**. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/112305.htm. Acesso: 30/08/2023.

BRASIL. Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa-nº161, de 01 de julho de 2022**. Estabelece os padrões microbiológicos dos alimentos. Diário Oficial da União; 2022.

BRAZIL. Regulamento técnico sobre informação nutricional complementar. **ANVISA**, 66. 2012.

CANO-CHAUCA, M.; STRINGHETA, P. C.; RAMOS AM, CAL-VIDAL J. Effect of the carriers on the microstructure of mango powder obtained by spray drying and its functional characterization. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v.6, p.420–8, 2005.

CARVALHO, A.V.; CHAVES, R. P. F.; ALVES, R. M. Caracterização Física e Físico-Química de Frutos em Matrizes de Cajazeira no Estado do Pará. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**. 1ª ed. n. 117, 2017.

CARDOSO F.T.; FRÓES, S. C.; FRIEDE, R.; MIRANDA, M. G.; MORAGAS, C. J.; AVELAR, K. E. S. Aproveitamento integral de alimentos e o seu impacto na saúde. **Sustentabilidade em Debate**, v.6, n.3131–43, 2015.

CELESTINO, S.M.C. Princípios de secagem de alimentos. **Planaltina: Embrapa Cerrados**. p. 51. 2010.

COHEN, K.O.; MATTA, V. M.; FURTADO, A. A. L.; MEDEIROS, N. L.; CHISTÉ, R. C. Contaminantes microbiológicos em polpas de açaí comercializadas na cidade de Belém-PA. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, n.2, p. 524-530, 2011.

COSTA, K. S.; GOMES, M. F. O.; LIMA, I. D.; OLIVEIRA, A. F. C.; CÂMARA, A. P.C.; COELHO, R. R. P.; COELHO, T. J. S. Aproveitamento do resíduo de goiaba na elaboração de biscoitos sem glúten. VIII ENAG E CITAG in **Agron food academy**, 2022.

COSTA, B. P.; CARPINÉ, D.; ALVES, F. E. S. B.; BARBI, R. C. T.; MELO, A. M.; IKEDA, M.; RIBANI, R. H. Thermal, structural, morphological and bioactive characterization of acid and neutral modified loquat (*Eriobotrya japonica* Lindl.) seed starch and its by-products. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, V.147, P. 6721-6737, 2022.

CORNEJO, F. E. P.; NOGUEIRA, R. I.; WILBERG, V. C. Secagem como método de conservação de frutas. **EMBRAPA**. Rio de Janeiro, RJ. 2003. Disponível em: https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/2023057196a5b14946945ef9e9de4ecca/Secagem_como_mtodo_de_conservao.pdf. Acesso em: 23/07/2023.

DAI, F.; CHAU, C. Classification and regulatory perspectives of dietary fiber.

Journal of Food and Drug Analysis, v. 25, n.1, p.37-42. 2017.

DHURVE, P.; ARORA, V.K.; YADAV, D.K.; MALAKAR, S. Drying kinetics, mass transfer parameters, and specific energy consumption analysis of watermelon seeds dried using the convective dryer. **Materials today: Proceedings**, v.59, p. 926-932, 2022.

DINIZ, V.M. **Processamento do fruto do juazeiro para obtenção da farinha e do óleo**. Tese (Pós-Graduação em Engenharia de Processos). Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande – PB, 2016.

EMBRAPA. Perdas e Desperdício de Alimentos. **EMBRAPA**. Brasília. 2023. Disponível em: <https://www.embrapa.br/tema-perdas-e-desperdicio-de-alimentos/sobre-o-tema>. Acesso em: 11/08/2023.

EMBRAPA. **Tecnologias aumentam produção de cajá no Nordeste em até cinco vezes**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/69355100/tecnologias-aumentam-producao-de-caja-no-nordeste-em-ate-cinco-vezes>. Acesso em: 27/07/2023.

ESAU, K. Anatomia das Plantas com Sementes. São Paulo: **Edgard Blucher**. p.293. 1986.

FAO. Objetivos do desenvolvimento sustentável. **IPEA-Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada**. Brasil. 2019.

FERNANDES, R.V.D.B.; QUEIROZ, F.; BOTREL, R.V.V.; SOUZA, V.R.D.; LIMA, C.F.D. Estudo da adição de albumina e da temperatura de secagem nas características de polpa de tomate em pó. **Semina: Ciências Agrárias**, v.35, n.3, p.1267-1278. 2014.

FREIRE, J.T.; tópicos em secagem de produtos naturais. **Universidade Federal de São Carlos**. 2018. Disponível em: <https://sig-arq.ufpb.br/arquivos/2023137067638349469804a73db98baa1/TpicoSemSecagemdeProdutosNaturais.pdf>. Acesso em: 06/08/2023.

FOUST, A. S.; WENZEL, L. A.; CLUMP, C. W.; MAUS, L.; ANDERSEN, L. B. **Princípios das operações unitárias**. 2ª ed. Rio de Janeiro: ITC, P. 670. 1982.

FONSECA, L.A.B.V. Fruticultura brasileira: Diversidade e sustentabilidade para alimentar o

Brasil e o Mundo. **Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil- CNA**. 2022.

FUCHS M.; TURCHIULI C.; BOHIN M.; CUVELIER M. E.; ORDONNAUD C.; PEYRATMAILLARD M. N. et al. Encapsulation of oil in powder using spray drying and fluidised bed agglomeration. **Journal of Food Engineering**, v.75, n.1, p.27–35, 2006.

GARCIA, R. L.; OLIVEIRA, M. A. M.; CORDEIRO, M. N.; SERPA, D. Estudo experimental da secagem de alimentos: balanço térmico em um mini-secador de baixo custo. **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v. 38, n. 1, p. 405-421, abr. 2021.

GAVA, A. J.; SILVA, C. A. B.; FRIAS, J. R. G. Tecnologia de alimentos: Princípios e Aplicações. **Nobel Editora**. v. 1. São Paulo, 2009.

GENOVESE, M. I.; PINTO, M. S.; GONÇALVES, A. E. S. S.; LAJOLO, F. M. Bioactive compounds and antioxidant capacity of exotic fruits and commercial frozen pulps from Brazil **Food Science and Technology International**, v.14, p.207– 214. 2008.

HASSAN. F. A.; ISMAIL. A.; HAMID. A. A.; AZLAN. A.; AL-SHERAJI. S. H. Characterisation of fibre-rich powder and antioxidant capacity of Mangifera pajang K. fruit peels. **Food Chemistry**, v.126, p. 283–288. 2011.

HERCULANO, L.F.L.; PONTES, A.C.B.; RODRIGUES, C.L.J.; BARROSO, L.P.; OLIVEIRA, M.N.; MEDEIROS, S.R.A.; RAYMUNDO, A.C.S.N.M. Desenvolvimento de pães sem glúten a partir de farinhas pouco exploradas. **Brazilian Journal of Development**, v.7, n.6, p.62905-62924.2021.

IAL - INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. 4.ed., 1.ed. digital. **Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo - SP, 2008.

IBARZ, A.; BARBOSA-CANOVÁS, G. V. **Unit Operations in Food Engineering**. 1. ed. Boca Raton: CRC Press, 2002.

IKEDA, M.; MELO, A. M.; COSTA, B. P. C.; BARBI, R. C. T.; RIBANI, R. H. R. Nutritional and bioactive composition of achachairu (*Garcinia humilis*) seedflour: A potential ingredient at three stages of ripening. **Food Science and Technology-LWT**, v. 152, 2021.

LANNES, S.C.S.; MEDEIROS, M.L. Processamento de achocolatado de cupuaçu por spray-dryer. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas**, v. 39, n. 1, p. 115-123, 2003.

LAURINDO, T. R.; RIBEIRO, K. A. R. Aproveitamento integral de alimentos. **Interciência e Sociedade**, v. 3, n.2, p.17-26, 2014. Disponível em: Acesso em: 21 mai. 2015.

LEDERMAN, I.E.; BEZERRA, J.E.F.; JÚNIOR, J.S.L. Cajá. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária-EMBRAPA**. 2021. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/territorios/territorio-mata-sul-pernambucana/atividades-economicas/cultivos/fruticultura/caja>. Acesso em: 28/07/2021.

LEÃO, D.P.; FRANCA, A.S.; OLIVEIRA, L.S.; BASTOS, R.; COIMBRA, M.A. Physicochemical characterization, antioxidant capacity, total phenolic and proanthocyanidin content of flours prepared from pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) 98 fruit by-products. **Food Chemistry**, v.225, p.146–153. 2017.

LOPES, E.A.; FRANCO, B.D.G.M. Influência do controle da etapa de molhagem dos grãos na qualidade microbiológica da farinha de trigo. **Alimentos e nutrição**, v. 17, p. 209-218, 2006.

MALAQUIAS, A. B.; MACEDO, A. D. B.; CAMPOS, A. R. N. Cinética de secagem de sementes de cucurbita moschata em forno micro-ondas. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 27, n. 12, p. 1209-1215, 2023.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Plano nacional de desenvolvimento da fruticultura**. Brasília. 2018. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/noticias/mapa-lanca-plano-de-fruticultura-em-parceria-com-o-setor-privado/PlanoNacionaldeDesenvolvimentodaFruticulturaMapa.pdf> Acesso em: 14/07/2023.

MAPA-Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instrução normativa nº 8, de 2 de junho de 2005**. Regulamento técnico de identidade e qualidade da farinha de trigo. 2005.

MATTIETO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Estabilidade do néctar misto de cajá e umbu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.27, n. 3, p. 456-463, jul-set. 2007.

MATTIETO, R. A.; LOPES, A. S.; MENEZES, H. C. Physical and physico chemical characterization of caja fruit (*Spondias mombin* L.) and its pulp, obtained using two types of extractor. **Food Science and Technology**, v.13, p.156–164. 2010.

MARTINS, A. S.; PEREIRA, S. R.; PEREIRA, E. J.; FREITAS, R. F. Análise físico-química, microbiológica e sensorial de hambúrguer desenvolvido com fibra de jaca (*Artocarpus heterophyllus*), acrescido de inhame (*Dioscorea* sp.) e farinha de banana verde (*Musa* sp.). **Research, Society and Development**, v.9, n. (10), p. 10.33448/rsd-v9i10.7542, 2020.

MARQUES, E. T. F.; ATHAYDE, I. B.; RIBEIRO, L. C. P.; SOUSA, M. R.; SIQUEIRA, E. C. Uma análise acerca das características da doença celíaca: revisão de literatura. **Revista Eletrônica Acervo Médico**, v. 15, p. 1-7, 2022.

MELO, A. M.; BARBI, R. C. T.; COSTA, B. P.; CARPIN'E, M. I. D.; RIBANI, R. H. Valorization of the agro-industrial by-products of bacupari (*Garcinia brasiliensis* (Mart.)) through production of flour with bioactive properties. **Food Bioscience**, v.101343, 2021.

MELO, A. M. **Valorização dos frutos imaturos e maduros do bacupari (*Garcinia brasiliensis*): potencial fonte de compostos bioativos de origem amilácea e não-amilácea**. Curitiba-PR, 2022. Tese de Doutorado em Engenharia de Alimentos. Programa de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná. 2022.

- MELO, A. M.; CRISTINA, R.; BARBI, T.; FELIPE, W.; SOUZA, D.; COSTA, L.; SOLANGE, Q. Microencapsulated lemongrass (*Cymbopogon flexuosus*) essential oil: A new source of natural additive applied to Coalho cheese. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n.10, p.1–12. 2020.

OLIVEIRA, M.C.F; PANDOLF, M.A.C. Estudo bibliográfico: aproveitamento integral na elaboração de subprodutos na indústria alimentícia. Taquaritinga-SP. **Interface Tecnológica**. v. 17 n. 1. 2020. Disponível em: <https://revista.fatectq.edu.br/interfacetecnologica/article/view/841/515>. Acesso em: 27/07/2023.

NEPA-UNICAMP. Tabela brasileira de composição de alimentos / Versão II. 2. ed. Campinas, SP: **NEPA-UNICAMP**, 113p. 2006.

OLIVEIRA, F. C. M. Valorização da sociobiodiversidade do semiárido: Avaliação físico-química, tecnológica e funcional de farinhas obtidas a partir dos resíduos de cajá e umbu. **UFRN**. Natal. 2023.

ONU- Organização das Nações Unidas. Fome cresce no mundo e atinge 9,8% da população global. **ONU News**. Perspectiva Global Reportagens Humanas 2022. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2022/07/1794722>. Acesso em: 11/08/2023.

PATRÓN-VÁZQUEZ J, BAAS-DZUL L, Medina-Torres N, Ayora-Talavera T, Sánchez-Contreras Á, García-Cruz U, Pacheco N. The Effect of Drying Temperature on the Phenolic Content and Functional Behavior of Flours Obtained from Lemon Wastes. **Agronomy**, v.9, p.474. 2019.

PAZ, M. E. A.; NASCIMENTO, M. E. N.; CARNEIRO, L. T.; GUILHERME MENDES, J. B. G.; SOUSA, J. M. S.; SÁ, D. M.A. T.; Caracterização físico-química e composição

centesimal da farinha do resíduo de tamarindo. VIII ENAG E CITAG in **Agron Food Academy**. 2022.

PEDRO, N.; LOPES, S.; SZANTHO, A.; COSTA, A.; MOURA, J. J. Doença celíaca: revisão de conceitos e novos desenvolvimentos. **Medicina Interna**. v. 16 n.1, p.62-68. 2009.

PINHEIRO, G.K.I. **Cinética de secagem dos frutos de cajá (*Spondias mombin* L.) e avaliação da qualidade das farinhas produzidas**. Orientador: Daniel Emanuel Cabral de Oliveira. 91 f. 2018. Dissertação (mestrado)- Programa de pós-graduação em Tecnologia De Alimentos, Pró-reitoria de pesquisa, pós-graduação e inovação, Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano – Campus Rio Verde. 2018.

PNUD - PROGRAMA DAS NAÇÕES UNIDAS PARA O DESENVOLVIMENTO. **Portfólio dos Projetos do PNUD Brasil à luz dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável**. 2016.

REIS, D.S.; FIGUEIREDO NETO, A.; FERRAZ, A.V.; FREITAS, S.T. Produção e estabilidade de conservação de farinhas de acerola desidratadas em diferentes temperaturas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, 2017.

RIBEIRO, E. S. S.; DAMASCENO, K. S. F. S. C.; DANTAS, L. M. C.; AZEVEDO, W. M.; LEITE, P. I. P.; ASSIS, C. F.; SOUSA, F. C. S. J. Fermented yellow mombin juice using *Lactobacillus acidophilus* NRRL B-4495: Chemical composition, bioactive properties and survival in simulated gastrointestinal conditions. **Plos One**, 2020.

ROESLER, R.; CATHARINO, R. R.; MALTA, L. G.; EBERLIN, M. N.; PASTORE, G. Antioxidant activity of *Caryocar brasiliense* (pequi) and characterisation of components by electrospray ionization mass spectrometry. **Food Chemistry**, v.110, p. 711–717, 2008.

RODRIGUES, V. V.; NOVA, J. S. S. V.; ARAÚJO, E. S.; SILVA, R. P.; VIANA, A. D.; MELO, A. M. Aproveitamento da semente do cajá: produção de material amiláceo e seu subproduto para a indústria de alimentos. In anais do **IX Encontro Nacional da Agroindústria-ENAG**. 2023.

RUGGIERO, C. Maracujá para exportação: aspectos técnicos. Brasília: EMBRAPA SPI, p. 11-29, 1996. Apud. Gleyce Kelle Ilidio Pinheiro. **Cinética de secagem dos frutos de cajá (*Spondias mombin* L.) e avaliação da qualidade das farinhas produzidas**. Rio Verde – GO.2018.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.;

JIMENES-PEREZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS. Fortaleza: **Embrapa Agroindústria Tropical**, 4 p. (Comunicado Técnico). 2007.

SACRAMENTO, C. K.; SOUZA, F. X. de. Cajá (*Spondias mombin* L.). Jaboticabal: **Funep**, 2000. 42 p. (Série Frutas Nativas, 4).

SALES, A.; WAUGHON, T. G. M. Influência do processamento no teor de compostos bioativos em frutos de murici e cajá. **Agrarian**, v.6, n.19, p.7-15, 2012;

SARINHO, A. M.; CAVALCANTI, M. S.; OLIVEIRA, I. M. Aproveitamento integral dos alimentos: Sustentabilidade e utilização de farinhas modificadas. **RECIMA21 - Revista Científica Multidisciplinar**. ISSN 2675-6218. 2021.

SANTANA NETO, D. C.; FERREIRA, V. C. S.; ARAÚJO, I. B. S.; MEIRELES, B. R. L. A.; CORDEIRO, Â.; M. T. M.; SILVA, F. A. P. Solid–liquid extraction of bioactive compounds from *Spondias mombin* L. by-products: optimization and identification of phenolic profile. **Brazilian Journal of Chemical Engineering**, v.39, p.511–525, 2022.

SANTIGO, A. D. B. R.; SILVA, J. A.; CONCEIÇÃO, M. L.; AQUINO, J. S. Qualidade de biscoitos diet adicionados de farinha da casca do maracujá avaliados sensorialmente por diabéticos. **O mundo da saúde**, v. 40, n. 3, p. 362-371, 2016.

SARAIVA, M.M.T.; SILVA, V. M. A.; SANTOS, N. C.; ALMEIDA, R. L. J.; RIBEIRO, V. H. A.; ALVES, R. N.; LUCENA, F. A. Elaboração e caracterização de sorvetes adicionados de farinha da casca de jaboticaba (*Myrciaria cauliflora*) liofilizada. VIII ENAG E CITAG in **Agtron food academy**. 2022.

SILVA, T.L.L. Cajá-manga (*Spondias mombin* L.): desenvolvimento fisiológico e avaliação do padrão respiratório. 2016. **Dissertação**. Mestrado. Programa de pós-graduação em ciência e tecnologia de alimentos. Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2016.

SILVA, J.A. Identificação de compostos fenólicos, macroantioxidantes e avaliação da atividade antioxidante do bagaço de uva proveniente da indústria de sucos no Vale do São Francisco. 2018. Pág. 99. Dissertação. Mestrado Acadêmico em Sociobiodiversidade e Tecnologias Sustentáveis - MASTS. **Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira – UNILAB**. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós-Graduação – PROPPG, Redenção-CE, 2018.

SILVA, I. M. S.; SILVA, S. X.; SILVA, N. C.; SILVA, L. E. P.; PACHECO, G. M. A.; VIANA, A. D.; VILELA, A. F. Elaboração e caracterização de hambúrguer adicionado de

farinha decasca de uva (*Vitis vinifera* L.). Capítulo ENAG. in **Agron Food Academy**. 2022.

SILVA JÚNIOR, J. F.; SOUZA, F. V. D.; PÁDUA, J. G. Frutas nativas: tesouro da biodiversidade brasileira. A arca de Noé das frutas nativas brasileiras. **Embrapa**. Brasília. 2021. p. 17- 30.

STORCK, C. R.; NUNES, G.L.; OLIVEIRA, B.B.; BASSO, B. Folhas, talos, cascas e sementes de vegetais: composição nutricional, aproveitamento na alimentação e análise sensorial de preparações. **Ciência Rural**, v. 43, n. 3, p. 537–543, mar. 2013.

SILVA-MATOS, R. R. S.; PINTO JÚNIOR, F. F.; SOUSA, L. A. M. Desenvolvimento da pesquisa científica, tecnologia e inovação na agronomia. **Atena**. 2022.

SOQUETTA. M. B; STEFANELLO, F. S; HUERTA, K. da M; MONTEIRO, S. S; ROSA, C.S.; TERRA, N. N. Characterization of physiochemical and microbiological properties, and bioactive compounds, of flour made from the skin and bagasse of kiwi fruit (*Actinidia deliciosa*). **Food Chemistry**, v. 199, n. 1, p. 471–478, 2016.

SOUZA, F. X. Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação (frutas tropicais: cajá, ciriguela, cajarana, umbu, umbu-cajá e umbuguela). **Fortaleza: Embrapa-CNPAT/SEBRAE/CE**, 1998^a. 2018. Disponível em: <https://biblioteca.incaper.es.gov.br/busca?b=ad&id=15926&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22SOUZA,%20F.%20X.de.%22&qFacets=autoria:%22SOUZA,%20F.%20X.de.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 08/09/2023.

SOUZA, F.X. de. Efeito do porta-enxerto e do método de enxertia na formação de mudas de cajazeira (*Spondias mombin* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.22, n.2.p.286-290, 2000.

SOUSA, F.C.; SOUSA, E.P.; SILVA, L.M.M.; MARTINS, J.J.A.; GOMES, J.P.; ROCHA, A.P.T. Modelagem matemática para descrição da cinética de secagem depolpa de oiti. **Revista Educação Agrícola Superior**, v.26, n.2, p. 108-112, 2011.. Disponível em: <http://www.abeas.com.br/wt/revista.php> . Acesso em: 11, ago, 2023.

SOUZA, P. H. M. de; RAGAGNIN, A. L. S. L.; RIBEIRO, R. C; SILVA, G. Z. da; ROCHA, D. I.; SILVA, D. F. P. da. Dormancy overcoming in seeds of cajá-manga (*Spondias dulcis*). **Comunicata Scientiae**, [S.L.], v. 11, p. 1-6, 2 jun. 2020.

SOUZA, D. G.; RESENDE, O.; MOURA, L. C.; FERREIRA JUNIOR, W. N.; ANDRADE, J. W. S. Drying kinetics of the sliced pulp of biofortified sweet potato (*Ipomoea batatas* L.). **Engenharia Agrícola**, v 39. n2, p 176-181/2019.

SOUZA, F. P. D.; VIEIRA, K. P. M. Desenvolvimento e caracterização de farinha obtida a partir da casca do jenipapo (*Genipa americana* L.). **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, Rio de Janeiro, v. 14, n. 1, p. 3022-3045, 2020.

SOUSA, A.P.M.; CAMPOS, A.G.N.; GOMES, J.P.; COSTA, J.D.; MACEDO, A.D.B.; SANTANA, R.A.C. Cinética de secagem de resíduos de jaca (*Artocarpus heterophyllus* Lam.). **Research, Society and Development**. 2021. v. 10, n. 2. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/12610/11308>. Acesso em: 11/08/2023.

TAGNAMAS, Z.; KOUHILA, M.; BAHAMMOU, Y; LAMSYEHE, H.; MOUSSAOUI, H.; IDLIMAM, A.; LAMHARRAR, A. Drying kinetics and energy analysis of carob seeds (*Ceratonia siliqua* L.) convective solar drying. **Journal of Thermal Analysis and Calorimetry**, v. 147, p. 2281–2291. 2022.

TIBURSKI, H.J.; ROSENTHAL, A.; DELIZA, R.; GODOY, R. L. O.; PACHECO, S. Propriedades nutricionais da polpa de cajá amarela (*Spondias mombin* L.), **Food Research International**, v.1, p. 44, 2011

WRONKOWSKA, M.; TROSZYNSKA, A.; SORAL-SMIETANA, M.; WOLEJSZO, A. Effects of buckwheat flour (*Fagopyrum esculentum* Moench) on the quality of gluten-free bread. **Polish Journal of Food and Nutrition Sciences**, Olsztyn, v.58, n.2, p.211-216. 2008.

YOUSIF, A. K.; ALGHZAWI, H. M. Processing and characterization of carob powder. **Food Chemistry**, v. 69, n. 3, p. 283-287, 2000.

YVONNE, S.; TORTORELLO, M. L. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. 5. ed. **American Public Health Association - APHA**, 2015. 995 p.

ZAHARIA, C.; SUTEU, D. Coal fly ash as adsorptive material for treatment of a real textile effluent: operating parameters and treatment efficiency. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 20, n. 4, p. 2226-2235, 2013.

ANEXOS

19/10/2023, 14:34

[even3.com.br/participante/impressao/_impressaocartadeaceite?code=725570](https://www.even3.com.br/participante/impressao/_impressaocartadeaceite?code=725570)



Prezados (as), Edângerty da Silva Araújo , Rafael Pereira da Silva , Juliana Stefany da Silva Vila Nova , Valdei Venancio Rodrigues , Anely Maciel de Melo e Arianne Dantas Viana

É com grande satisfação que comunicamos a **aprovação** do trabalho intitulado **CINÉTICA DE SECAGEM CONVECTIVA CONVENCIONAL DE SEMENTE DE CAJÁ (SPONDIAS MOMBIN L.)**, na modalidade Artigo Completo. O mesmo será apresentado durante o IX ENAG - Encontro Nacional da Agroindústria a ser realizado de 25 de outubro de 2023 a 27 de outubro de 2023. Ficamos honrados com a qualidade e relevância do trabalho de vocês e ansiosos pela contribuição que certamente trarão ao evento.

Fábio Anderson Pereira da Silva - ix.enag9@gmail.com

Data do Aceite: 14/10/2023

BANANEIRAS-PARAÍBA-BRASIL