

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Alimentos e Nutrição (FACFAN)
Curso de Engenharia de Alimentos

Arthur Filipe Souza Bernardo
Heloíce Vitória Martins Souza

**SECAGEM DA AMÊNDOA DE BOCAIUVA (*Acrocomia aculeata*) POR CAMADA
DE ESPUMA E APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE MISTURA
INSTANTÂNEA TIPO CAPPUCCINO**

CAMPO GRANDE

2025

Arthur Filipe Souza Bernardo
Heloice Vitória Martins Souza

**SECAGEM DA AMÊNDOA DE BOCAIUVA (*Acrocomia aculeata*) POR CAMADA
DE ESPUMA E APLICAÇÃO NO DESENVOLVIMENTO DE MISTURA
INSTANTÂNEA TIPO CAPPUCCINO**

Trabalho de Conclusão de curso apresentado
ao Curso de Engenharia de Alimentos da
Universidade Federal do Mato Grosso do Sul
como parte das exigências para obtenção do
título de Bacharel em Engenharia de
Alimentos.

Prof. Orientador: João Renato de Jesus Junqueira

CAMPO GRANDE
2025

AGRADECIMENTOS

Eu, Arthur Filipe, dedico minha gratidão inicial e profunda a Deus. A Ele, dedico este trabalho, pois foi o alicerce da minha perseverança, me concedendo a coragem e a maturidade necessárias para enfrentar os desafios acadêmicos e concluir esta jornada com fé.

O primeiro e mais profundo agradecimento é para a minha mãe, Lucimara. Mãe, você é o meu tudo, o meu apoio incondicional e a minha principal mestra, que me ensinou os valores e os caminhos corretos da vida. Sua força é a minha inspiração. Recordo-me e valorizo cada esforço, como o de correr para pegar o último ônibus do dia após jornadas exaustivas de trabalho, voltando para casa exausta, mas sempre presente. Eu amo muito você, minha rainha.

Gostaria de homenagear meu tio Mauro e meu avô Paulo. Mesmo não estando mais presentes fisicamente, sei que estão cuidando de mim. Foram vocês que me guiaram e me ensinaram a ser um homem de verdade. Este título de Engenheiro é uma realização de vocês.

À minha avó, Idalina, saiba o quanto me sinto sortudo por ter seu amor e carinho em minha vida. Seu apoio e suas orações nas madrugadas foram essenciais. Deus sabe a dimensão do seu esforço e dedicação por todos nós da família. Eu a amo muito.

À minha companheira de vida, Alexandra, sou imensamente grato. Sua presença foi o motor por trás de cada etapa. Você esteve ao meu lado em todas as dificuldades, me apoiando nas decisões e fornecendo os necessários "puxões de orelha" quando precisei. Nada desta jornada teria o mesmo sentido sem o seu companheirismo.

À minha parceira de Trabalho de Conclusão de Curso, Heloice, muito obrigado por estes seis anos de parceria inestimável. Apenas nós sabemos de todos os desafios que superamos para chegar até aqui, defendendo este trabalho lado a lado. Eu te amo muito, meu amor.

Por fim, estendo minha gratidão à toda a Família Araújo pelo apoio, força e carinho durante o período da faculdade. Espero que esta conquista seja motivo de orgulho para todos.

E, por último, mas não menos importante, o meu agradecimento final ao meu orientador, Professor João Renato. Sem o seu apoio e sua orientação, esta jornada não teria sido possível. Todos os conselhos que me deu, eu fiz e continuarei fazendo valer a pena. Meu muito obrigado também pelas broncas construtivas e por me colocar na linha sempre que foi preciso.

Eu, Heloíce, gostaria de começar agradecendo a Deus, a Nossa Senhora Aparecida e a São Carlo Acutis. Todos os momentos de turbulências foram eles que me acalmaram e me mostraram o caminho: da paz, da atenção e da fé. Se hoje estou aqui, foi porque eles permitiram.

Queria agradecer ao meu pai, que muitas vezes deixou de realizar as vontades dele para realizar a minha, e todos os meus anos de graduação me proveu financeiramente. Sempre me deu bons conselhos e me manteve firme no propósito. Sei que meu sonho nasceu do seu, papai. Então, hoje, realizamos não o meu sonho, mas sim o nosso. Muito do que sou é por que você esteve por trás me guiando, te amo.

A minha mamãe, que talvez até hoje não saiba o que um engenheiro de alimentos faça, mas que vibrou junto comigo cada conquista, todas elas como se fossem as dela. Sei que é um momento que você espera a anos mãe, mas foi o momento que Deus permitiu, e foi o melhor momento. Obrigada por tudo, você sempre fez muito e muito mais do que podia. Te amo hoje, sempre e para sempre.

A minha amiga Mariana, que processo lindo de nos tornamos adultas juntas. A Evellyn, que me ensina e me questiona me fazendo ser cada dia melhor. E não poderia deixar de agradecer a minha duplinha de faculdade: a Leandra. Que maravilhoso foi dividir com você esses 6 anos de graduação, choramos e rimos muito, aprendemos e ensinamos muito uma à outra. Que a vida nos reserva muitos encontros pois todos os encontros com você serão lindos.

A minha vizinha Alice, que é o meu encontro de almas nessa vida. Acho que só Deus sabe o quanto sou grata pela sua existência vó, eu te amo muito, muito e muito.

Ao meu colega de trabalho, Arthur. Nossa amizade começou do nada mas é uma amizade linda. Só a gente sabe o quanto a gente brigou para que isso acontecesse, mas, apesar de tudo, sou muitíssimo grata pela nossa parceria.

E por fim, gostaria de agradecer ao meu orientador João Renato, que dedicou horas e muitos dias para que pudéssemos chegar até aqui, é uma honra ter o senhor como futuro colega de profissão. Desde sempre você planta essa sementinha nos nossos corações! Não teria outra opção senão o senhor.

Com carinho,
Arthur e Heloíce.

RESUMO

O mercado nacional de produtos *plant-based* apresenta expressivo crescimento, impulsionado pela busca por alternativas saudáveis, sustentáveis e nutricionalmente adequadas. A bocaiuva (*Acrocomia aculeata*), fruto nativo do Cerrado, possui elevado potencial para aplicação em alimentos funcionais devido ao seu perfil nutricional. No entanto, o uso direto da amêndoia moída apresenta limitações tecnológicas, como granulometria arenosa e elevado teor lipídico, o que dificulta sua incorporação em determinados produtos. Este trabalho teve como objetivo desenvolver uma mistura instantânea tipo cappuccino utilizando amêndoas de bocaiuva processada por secagem em camada de espuma. A sua metodologia envolveu a otimização da formulação da espuma, avaliando-se quatro condições experimentais com variação de concentração de emulsificante e tempo de agitação. O Teste 3 (5% de Emustab® e 5 minutos de agitação) foi selecionado por apresentar o melhor desempenho: overrun de 68,62%, estabilidade de 99,6%, densidade de 0,594 g/mL e porosidade de 0,407. A secagem foi realizada a 70°C durante 5 horas, resultando em umidade final de aproximadamente 10% (base úmida). A caracterização físico-química da espuma desidratada revelou 12,17% de proteínas, 2,00% de lipídios, 2,15% de cinzas, 3,12% de umidade e 80,56% de carboidratos, com valor calórico igual a 387,72 kcal/100g. Foram testadas três formulações de cappuccino (F1, F2 e F3), variando-se as proporções dos ingredientes. A formulação F3, caracterizada por maior teor de açúcar e menor concentração de café, foi selecionada por apresentar melhor equilíbrio sensorial, com perfil mais doce e suave, excelente solubilidade e maior aceitação nas avaliações exploratórias. Os resultados demonstram que a secagem em camada de espuma é uma tecnologia viável para transformar a amêndoas de bocaiuva em ingrediente funcional para misturas instantâneas, preservando características nutricionais e promovendo a valorização de frutos nativos do Cerrado. O produto desenvolvido atende à legislação vigente como mistura tipo cappuccino e contribui para a diversificação do mercado de bebidas vegetais no Brasil, aliando inovação tecnológica, sustentabilidade e potencial socioeconômico para comunidades extrativistas.

Palavras-chave: Frutos do Cerrado; desidratação; produtos vegetais; bebidas instantâneas; ingredientes regionais; sustentabilidade.

ABSTRACT

The national market for plant-based products shows significant growth, driven by the demand for healthy, sustainable, and nutritionally adequate alternatives. Bocaíuva (*Acrocomia aculeata*), a native fruit from the Cerrado, has high potential for application in functional foods due to its nutritional profile. However, the direct use of ground kernels presents technological limitations, such as high granulometry and elevated lipid content, which hinder its incorporation into certain products. This study aimed to develop an instant cappuccino-type mix using bocaíuva kernel processed by foam-mat drying. The methodology involved optimizing the foam formulation by evaluating four experimental conditions with variations in emulsifier concentration and mixing time. Test 3 (5% Emustab® and 5 minutes of agitation) was selected for presenting the best performance: overrun of 68.62%, stability of 99.6%, density of 0.594 g/mL, and porosity of 0.407. Drying was performed at 70°C for 5 hours, resulting in final moisture content of 0.10 g/g. Physicochemical characterization of the dehydrated foam revealed 12.17% protein, 2.00% lipids, 2.15% ash, 3.12% moisture, and 80.56% carbohydrates, totaling 387.72 kcal/100g. Three cappuccino formulations (F1, F2, and F3) were tested, varying the proportions of ingredients. Formulation F3, characterized by higher sugar content and lower coffee concentration, was selected for presenting better sensory balance, with a sweeter and smoother profile, excellent solubility, and greater acceptance in exploratory evaluations. The results demonstrate that foam-mat drying is a viable technology to transform bocaíuva kernel into a functional ingredient for instant mixes, preserving nutritional characteristics and promoting the valorization of native Cerrado fruits. The developed product complies with current legislation as a cappuccino-type mix and contributes to diversifying the plant-based beverage market in Brazil, combining technological innovation, sustainability, and socioeconomic potential for extractive communities.

Keywords: Cerrado fruits; dehydration; plant-based products; instant beverages; regional ingredients; sustainability.

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| RESUMO | 5 |
| 1. INTRODUÇÃO | 8 |
| 2. OBJETIVO | 12 |
| 3. MATERIAIS E MÉTODOS | 13 |
| 3.1 Materiais | 13 |
| 3.2 Obtenção da espuma | 13 |
| 3.2.1 Preparo da espuma | 13 |
| 3.2.2 Otimização dos Parâmetros de Formulação | 14 |
| 3.3 Secagem da espuma | 14 |
| 3.4 Caracterização físico-química da mistura | 15 |
| 3.5 Preparo da formulação | 16 |
| 3.6 Definição e Especificação da Embalagem | 17 |
| 3.7 Elaboração da Rotulagem Nutricional e Legal | 17 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÕES | 17 |
| 4.1 Otimização e Caracterização da Espuma | 17 |
| 4.2 Característica da espuma após secagem | 20 |
| 4.3 Composição centesimal | 21 |
| 4.4 Formulações | 22 |
| 4.5 Escolha da Embalagem | 24 |
| 4.6 Rotulagem | 25 |
| 4.7 Informação Nutricional | 27 |
| 5. CONCLUSÃO | 28 |
| 6. REFERÊNCIAS | 29 |

1. Introdução

Nos últimos anos, o consumo de produtos vegetais cresceu de forma contínua no País. De acordo com o relatório *Plant-Based Dairy in Brazil*, publicado pela Euromonitor International (2024), o mercado de bebidas e substitutos lácteos nacional apresenta trajetória de expansão impulsionada por consumidores que buscam alternativas mais saudáveis, sustentáveis e alinhadas a estilos de vida.

Em paralelo a isso, o veganismo, instituído formalmente em 1944 pela *The Vegan Society*, consolidou-se como uma filosofia que envolve bem-estar animal, ética e sustentabilidade. Somado a isso, o Ministério da Saúde destaca que condições como intolerância à lactose e alergia à proteína do leite de vaca (APLV) ampliam ainda mais o público que necessita de alternativas seguras e nutricionalmente adequadas.

Dentre os frutos regionais capazes de enriquecer nutricionalmente e sensorialmente às formulações, está a bocaiuva (*Acrocomia aculeata*), uma palmeira nativa do Cerrado, conhecida por seu alto teor de compostos bioativos, lipídios de boa qualidade e fibras, além de seu potencial socioeconômico e sustentabilidade (KLINK; MACHADO, 2018; SOARES et al., 2022). A amêndoia da bocaiuva, por sua vez, apresenta perfil nutricional rico em ácidos graxos insaturados, vitamina E, proteínas e fibras (SILVA et al., 2019; RODRIGUES et al., 2020).

Para ser viável a aplicação dessa matéria-prima em misturas instantâneas, a técnica de secagem por camada de espuma (*foam-mat drying*) surge como uma alternativa de baixo custo, eficiente e adequada para materiais com alta sensibilidade térmica. Essa técnica consiste na formação de uma espuma estável, posteriormente desidratada, resultando em um pó leve, poroso e de alta solubilidade (SANKAT; CASTAIGNE, 2004; FRANCO et al., 2016).

Nos últimos anos, o consumo de produtos vegetais apresentou crescimento expressivo no País, refletindo uma mudança comportamental de uma parcela da população, cujas escolhas alimentares se consolidam como movimento cultural e de consumo. Segundo relatório *Plant-Based Dairy in Brazil*, publicado pela Euromonitor International (2024), o mercado nacional de bebidas e substitutos lácteos de origem vegetal registrou um faturamento de R\$ 612 milhões em 2022, com expansão de 15% em relação ao ano anterior. Não distante disso, o segmento de substitutos de carne alcançou R\$ 821 milhões no mesmo período, representando crescimento de 42% (EUROMONITOR, 2022).

No entanto, o mercado de produtos vegetais não se restringe apenas a veganos e vegetarianos estritos. Deste modo, o conceito de "flexitarianismo", o qual designa indivíduos que buscam reduzirativamente o consumo de produtos de origem animal sem eliminá-los completamente, ganha relevância. No que tange, de acordo com o *The Good Food Institute Brasil* (GFI Brasil, 2023), 28% dos brasileiros se declaram flexitarianos, e 67% dizem ter reduzido o consumo de carne no ano de 2022, cujo evidência o aumento de 17 pontos percentuais em relação a 2020. Este fenômeno

então, amplia significativamente o público-alvo de produtos *plant-based*, uma vez que os consumidores onívoros buscam alternativas vegetais por razões de saúde, sustentabilidade e bem-estar.

Atualmente, o mercado de bebidas vegetais, o qual sua história se concentrou em produtos à base de soja, está se diversificando ao explorar novas matérias-primas, ampliando suas opções e atendendo a diferentes perfis de consumidores. Assim, esse movimento de inovação diversifica categorias de produtos, entre elas bebidas prontas para consumo, leites vegetais e, mais recentemente, misturas instantâneas (ITAL; GFI BRASIL, 2023).

Segundo o estudo do Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL) em parceria com o GFI Brasil, foram identificadas 178 bebidas vegetais de 40 marcas diferentes comercializadas no Brasil, elaboradas a partir de cereais (aveia, arroz), leguminosas (soja, ervilha), oleaginosas (amendoim, castanhas), frutos (coco) e bases mistas. O estudo então conclui que, no modo geral, as bebidas *plant-based* fazem parte de uma dieta nutritiva e equilibrada, contribuindo assim com nutrientes como vitaminas, minerais, fibras e gorduras saudáveis (ITAL, 2023). A categoria de leite vegetal movimenta globalmente US\$ 2,9 bilhões em 2023, representando 36% das vendas do segmento de lácteos alternativos (GFI, 2024).

Nesse cenário, bebidas do tipo cappuccino tendem a ter uma promissora aceitação pela sua praticidade. Misturas instantâneas são produtos que se dispersam facilmente em meio líquido, sem formação de grumos, exigindo mínima agitação. Essa característica depende de propriedades como granulometria, higroscopidade, densidade e solubilidade dos ingredientes (MUJUMDAR, 2014). A capacidade de reconstituição rápida e homogênea é fundamental para o apelo de conveniência, especialmente em um cenário de consumo acelerado e busca por praticidade como se é notado no perfil de consumidores atuais.

No âmbito regulatório, a denominação do produto desenvolvido também requer atenção às normas vigentes. A RDC n.º 64/2000, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), estabelece que cappuccino deve conter obrigatoriamente café e leite (BRASIL, 2000). Entretanto, a RDC n.º 259/2002 determina que a utilização do termo "tipo" é obrigatória quando um alimento apresenta características sensoriais semelhantes a um produto tradicional, porém não atende integralmente ao padrão de identidade e qualidade estabelecido para aquela categoria, como ocorre em produtos que simulam composição, sabor ou aparência, mas utilizam ingredientes diferentes dos originalmente previstos pela legislação (BRASIL, 2002). Dessa forma, produtos *plant-based* que buscam replicar o perfil sensorial do cappuccino tradicional devem ser denominados "mistura tipo cappuccino", garantindo transparência ao consumidor e conformidade legal.

Dentre as tecnologias emergentes aplicadas ao processamento de ingredientes vegetais, se encontra a secagem por camada de espuma (*foam-mat drying*), a qual surge então como uma alternativa de baixo custo, eficiente e adequada para materiais com alta sensibilidade térmica. Essa técnica consiste na formação de uma espuma estável, posteriormente desidratada, resultando em um pó leve, poroso e de alta solubilidade (SANKAT; CASTAIGNE, 2004; FRANCO et al., 2016). A introdução de ar, realizada por agitação intensa na presença de agentes espessantes e estabilizantes, permite a formação de uma estrutura porosa que acelera a secagem e preserva

características sensoriais e nutricionais de alimentos sensíveis ao calor (SANKAT; CASTAIGNE, 2004).

A secagem por *foam-mat* tem sido aplicada com sucesso em diversas matrizes vegetais. *Franco et al.* (2016) avaliaram os efeitos dessa técnica sobre as propriedades físico-químicas e microestruturais de suco de yacon em pó, observando manutenção de compostos bioativos e boa reconstituição. *Guimarães et al.* (2017) estudaram a cinética de secagem em camada de espuma da polpa de manga cv. Keitt, constatando que a temperatura de secagem e a espessura da camada de espuma influenciam fortemente o tempo de secagem e o perfil do produto final. *Sangamithra, Venkatachalam e Kuppuswamy* (2015) realizaram revisão abrangente sobre *foam-mat* drying, destacando suas vantagens em relação a métodos convencionais de secagem, como menores temperaturas, tempos reduzidos e melhor preservação de compostos termossensíveis.

O processo de secagem por *foam-mat* consiste em três etapas principais: a primeira é a preparação da espuma, por meio de agitação mecânica intensa na presença de agentes espumantes e estabilizantes; a segunda é o espalhamento da espuma em camada fina sobre bandejas; e a terceira secagem em estufa ou secador com circulação de ar quente, até atingir umidade residual adequada (HARDY; JIDEANI, 2015). A incorporação de ar na matriz aumenta significativamente a área superficial exposta, facilitando a transferência de calor e massa e acelerando a remoção de umidade em comparação a camadas convencionais, o que resulta em maior eficiência energética do processo (SANGAMITHRA; VENKATACHALAM; KUPPUSWAMY, 2015).

Essa técnica se destaca pela preservação das características sensoriais e nutricionais de alimentos sensíveis ao calor e pelo baixo custo operacional. Dessa forma, para que a espuma mantenha estabilidade durante a secagem, são utilizados agentes como proteínas, gomas e emulsificantes, responsáveis por evitar o colapso da matriz e manter a homogeneidade da estrutura. A maior área superficial exposta ao ar favorece a remoção de umidade em tempos reduzidos, permitindo secagens eficientes mesmo em temperaturas moderadas, tipicamente entre 60 e 70°C (FRANCO et al., 2016; KADAM et al., 2010). Assim, o *foam-mat* se apresenta como uma estratégia promissora para obtenção de pós solúveis e nutritivos a partir de ingredientes regionais.

Dentre os diversidade de frutos regionais capazes de agregar valor nutricional e sensorial às formulações, destaca-se a bocaiuva (*Acrocomia aculeata*), uma palmeira nativa do Cerrado, que é conhecida pelo seu teor alto de compostos bioativos, lipídios de boa qualidade e fibras, além de seu potencial socioeconômico e sustentabilidade (KLINK; MACHADO, 2018; SOARES et al., 2022).

A bocaiuva, que também é conhecida como macaúba, é uma planta da família *Arecaceae*, a qual é comum em áreas tropicais e subtropicais da América Latina, especialmente no Brasil. Trata-se de uma palmeira que pode alcançar até 20 metros de altura, com tronco espinhoso e folhas grandes e pinadas (LORENZI et al., 2006). Seu *habitat* natural inclui áreas de cerrado e caatinga, mas também pode ser encontrada em florestas tropicais. A planta é resistente à seca, conferindo potencial de adaptação a diferentes tipos de solo e clima (KLINK; MACHADO, 2018). A espécie é amplamente distribuída em quase todo solo brasileiro, mas tem abundância nos

estados de Mato Grosso do Sul, Mato Grosso e oeste de São Paulo (HIANE et al., 2006; SCARIOT, 1998).



Figura 1: Bocaiuva.
Fonte: Os autores (2023).

A sua polpa apresenta alto valor nutricional, sendo rica em carotenóides pró-vitamínicos A, fibras e minerais. Estudo de *Ramos et al.* (2008) determinou que a polpa contém 52,99% de umidade, 8,14% de lipídios totais, 1,5% de proteínas, 22,08% de carboidratos, 1,51% de cinzas e 13,76% de fibras, com valor energético estimado em 167,67 kcal/100g em polpa úmida. Entre os minerais, vão se destacar o potássio (766,37 mg/100g), cálcio (61,96 mg/100g) e fósforo (36,70 mg/100g). O principal carotenoide identificado foi o β -caroteno (49,0 μ g/g de polpa integral), conferindo à polpa coloração alaranjada, a qual é sua principal característica e potencial como fonte natural de vitamina A (RAMOS et al., 2008). Sua amêndoia apresenta perfil nutricional expressivo, a qual é rica em ácidos graxos insaturados, vitamina E, proteínas e fibras (SILVA et al., 2019; RODRIGUES et al., 2020; HIANE et al., 2006).

Outro aspecto relevante é a sustentabilidade associada ao cultivo da bocaiuva. Por ser uma planta resistente à seca e adaptável a solos pobres, seu cultivo pode ser uma alternativa sustentável para a produção de alimentos em regiões áridas e semiáridas brasileiras. A utilização de áreas degradadas para o cultivo da planta não só vai contribuir para a recuperação do solo, como também cria novas fontes de renda para pequenos produtores rurais, o que fortalece a economia local e promove a inclusão social (SOARES et al., 2022). No Pantanal de Mato Grosso do Sul, comunidades tradicionais como a de Antônio Maria Coelho (município de Corumbá) têm desenvolvido cadeias socioprodutivas baseadas na bocaiuva, produzindo geleias,

pães, bolos e polpa fresca de forma artesanal e semi-artesanal, com apoio da Ecoa (Ecologia e Ação) e da Embrapa (ECOA, 2013).

Logo, o mercado para produtos derivados do fruto tem potencial de expansão. Apesar do potencial nutricional e funcional da bocaiuva, estudos de aceitação sensorial indicam que o fruto *in natura* apresenta limitações sensoriais, com baixa aceitação em atributos como textura, sabor e aroma, justificadas pelo alto teor de lipídios e fibras e baixa umidade (OLIVEIRA et al., 2023). Esse resultado reforça a importância do processamento tecnológico para viabilizar a inclusão da bocaiuva em produtos alimentícios, transformando suas características físicas e sensoriais de modo a ampliar sua aceitabilidade e aplicação industrial.



Figura 2: Palmeira de bocaiuva (*Acrocomia aculeata*) em ambiente natural

Fonte: Biologia da Paisagem (2022)

2. Objetivos

Tendo em vista a necessidade de atendimento a novas demandas de mercado e a inclusão de frutos nativos do estado de Mato Grosso do Sul (MS), o presente trabalho teve o objetivo de desenvolvimento e caracterização de uma mistura instantânea tipo Cappuccino a partir da amêndoia da bocaiuva através da operação unitária de secagem por camada de espuma.

3. Materiais e métodos

3.1 Materiais

O experimento foi desenvolvido nos Laboratórios de Produtos de Origem Vegetal e Panificação (LPVP) da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul (UFMS). As castanhas da bocaiuva foi adquirida com um fornecedor de Miranda - MS e os outros ingredientes foram adquiridos via mercados locais e pela internet.

Os ingredientes utilizados foram: açúcar refinado (caravelas), bicarbonato de sódio (PQ alimentos), canela em pó (Kitano), emulsificante (emustab), aroma de cacau (Georges Broemmé), maltodextrina (adicell), tapioca (da terrinha), café solúvel (L'or), cacau em pó (adicell).

3.2 Obtenção da espuma

O preparo da mistura instantânea tipo Cappuccino exigiu a formação de uma espuma à base de água, devido a desafios de processamento identificados com a amêndoia da Bocaiúva (*Acrocomia aculeata*) moída. A formulação da espuma utilizou o agente emulsificante (Emustab®) e a amêndoia da bocaiúva, conforme a metodologia descrita por Dehghannya et al. (2018).

A espuma desenvolvida foi então submetida ao método de secagem por camada de espuma. O procedimento foi realizado em uma estufa de esterilização e secagem com circulação de ar forçada (Lucadema®, modelo 82/882, Brasil). A espuma foi distribuída em bandejas (especificar) em uma espessura de (especificar) para a etapa de desidratação, seguindo as diretrizes de Macedo et al. (2021).

3.2.1 Preparo da espuma

O preparo da espuma consistiu na mistura dos ingredientes (água, amêndoia de bocaiúva e Emustab®) em um equipamento que promoveu a formação da espuma desejada por meio de ação mecânica. Posteriormente, esta mistura foi pesada em uma proveta graduada de até 50 ml e a massa da amostra foi registrada em uma balança digital (Model IV 2500, Gehaka®, São Paulo, Brasil) com precisão de \$pm 0,01\$ g.

Em seguida, uma pequena quantidade dessa espuma foi disposta sobre um filtro de Buchner coberto com filtro de papel, que foi posicionado em cima de um Becker de vidro (conforme ilustrado na Figura 3). A espuma permaneceu em repouso por 2 horas. Após esse período, foi verificada a ocorrência de perda de água, sendo esta etapa importante para determinar a estabilidade da espuma.



Figura 3: Sistema de análise para estabilidade da espuma.

Fonte: Autores (2025)

Além disso, foram determinadas as variáveis físicas da espuma, incluindo os cálculos de densidade (g/ml), tanto da polpa (pré-aeração) quanto da espuma (pós-aeração); Overrun (%), que quantificou a capacidade de incorporação de ar na matriz; e porosidade (ϕ) da espuma resultante.

3.2.2 Otimização dos Parâmetros de Formulação

A otimização da matriz da espuma foi realizada variando-se a concentração do agente emulsificante (Emustab®) e o tempo de batimento da mistura, com o objetivo de determinar a condição ideal. Para isso, avaliaram-se quatro condições distintas de formulação, conforme detalhado na Tabela 1.

Em cada ensaio (Teste 1 ao Teste 4), foram determinados os parâmetros físico-químicos: densidade média (g/ml), Overrun (%), Estabilidade (%) e Porosidade (ϕ). A reproduzibilidade dos resultados foi assegurada pela realização das análises em triplicata (ou especificar o número de repetições) e foi calculada a média. Os resultados destas análises foram posteriormente confrontados para a seleção da melhor formulação.

3.3 Secagem da espuma

A desidratação, também denominada secagem, consiste em uma operação unitária amplamente empregada na conservação de alimentos. Esse processo possibilita o aumento da vida de prateleira dos produtos, bem como a redução de seu volume e peso, tendo o benefício de custos reduzidos de transporte e armazenamento. A técnica baseia-se na remoção da água presente nos alimentos por meio da aplicação de calor sob temperatura controlada, promovendo a evaporação da umidade (FELLOWS, 2006).

A espuma obtida após a otimização do processo de formação (Teste 3) foi submetida à secagem convectiva em estufa com circulação de ar forçada (Lucadema, modelo 82/882, Brasil). A temperatura de secagem foi fixada em 70°C, conforme amplamente reportado na literatura para secagem por camada de espuma (*foam-mat drying*) de produtos vegetais. No que tange, estudos demonstram que temperaturas na faixa de 60-70°C proporcionam um balanço adequado entre redução do tempo de secagem e preservação de compostos termossensíveis, como vitaminas e compostos bioativos (FRANCO et al., 2016; SANGAMITHRA et al., 2015). Ademais, a utilização de temperaturas superiores a 70°C pode comprometer a qualidade nutricional e sensorial do produto final, enquanto temperaturas inferiores prolongam excessivamente o tempo de processo (KADAM et al., 2009).

A espuma foi distribuída uniformemente em formas de alumínio de tamanho médio, com espessura controlada de aproximadamente 1 cm. A espessura da camada de espuma é um parâmetro crítico no processo de secagem por *foam-mat*, uma vez que influencia diretamente a taxa de transferência de calor e massa, afetando tanto o tempo de secagem quanto a qualidade final do produto desidratado (DEHGHANNYA et al., 2018). Dessa forma, espessuras entre 0,5 e 1,5 cm são frequentemente reportadas como adequadas para garantir secagem eficiente sem comprometer a estrutura porosa da espuma (RAJKUMAR et al., 2007; FRANCO et al., 2016).

O processo de secagem totalizou aproximadamente 5 horas de processo. Durante este período, a espuma foi desidratada até atingir umidade final de 0,10 g/g em base úmida, valor adequado para garantir estabilidade microbiológica e física do produto em pó. O monitoramento da perda de umidade foi realizado a cada 1 hora, utilizando balança digital (Model IV 2500, Gehaka, São Paulo, Brasil) com precisão de $\pm 0,01$ g. Para assegurar a confiabilidade dos resultados, o experimento foi conduzido em triplicata.

3.4 Caracterização físico-química da mistura

Para desenvolvimento de um novo produto utilizando a espuma desidratada, foi necessário realizar algumas análises centesimais, as quais foram analisadas conforme os métodos descritos pelo Instituto Adolf Lutz (Brasil, 2005).

As análises realizadas foram conduzidas em triplicata, contemplando a determinação de umidade, cinzas, lipídios, proteínas e carboidratos. O teor de umidade foi obtido por

secagem em estufa a 105 °C até a obtenção de peso constante, enquanto o teor de cinzas foi determinado por incineração em mufla a 550 °C. A quantificação de lipídios seguiu o método proposto por Bligh e Dyer (1959). A determinação do teor protéico foi efetuada pelo método de micro-Kjeldahl, e o conteúdo de carboidratos foi estimado por diferença, utilizando a seguinte expressão:

$$\% \text{ de carboidratos} = 100 - (\% \text{ de umidade} + \% \text{ de cinzas} + \% \text{ de proteínas} + \% \text{ de lipídios}).$$

O valor energético total (VET) foi calculado conforme os fatores de Atwater e Bryant (1899), considerando os valores calóricos médios de 9 kcal/g para lipídios e 4 kcal/g para proteínas e carboidratos.

3.5 Preparo da formulação

Inicialmente, quando o protótipo do produto foi apresentado e idealizado, a grande preocupação era com o residual que o mesmo deixaria após o consumo ou até mesmo se haveria percepção do sabor da polpa do fruto. Assim, a espuma desidratada foi submetida a várias formulações para obtenção da mistura instantânea.

Para as duas primeiras formulações foram exploradas quantidades de espuma desidratada, açúcar, café solúvel e bicarbonato de sódio, onde o principal objetivo era a obtenção de um cappuccino. Para isso, foram testadas 3 formulações, conforme a tabela a seguir:

Tabela 1. Formulações do mistura instantânea

| INGREDIENTES | F1 | F2 | F3 |
|--------------------|----|----|----|
| Amêndoas (g) | 15 | 10 | 12 |
| Café solúvel (g) | 20 | 12 | 10 |
| Cacau (g) | 1 | 3 | 3 |
| Bicarbonato (g) | 2 | 5 | 5 |
| Tapioca (g) | 19 | 19 | 15 |
| Maltodextrina (g) | 15 | 10 | 8 |
| Aroma de cacau (g) | 0 | 5 | 5 |
| Canela (g) | 0 | 5 | 5 |
| Açúcar (g) | 37 | 40 | 45 |

FONTE: Autores (2025).

Para essas formulações, procurou-se variar principalmente as quantidades de espuma desidratada, açúcar, café solúvel e bicarbonato de sódio, objetivando se aproximar do perfil tradicional de um cappuccino. logo , foram testadas três formulações (F1, F2 e F3), apresentadas na Tabela 3.

3.6 Definição e Especificação da Embalagem

A escolha da embalagem primária para a Mistura Instantânea foi realizada com base em critérios que visavam à conservação da qualidade (proteção contra umidade, luz e oxigênio) e à praticidade de uso para o consumidor.

O material selecionado foi o PET com capacidade nominal de 200 g. As especificações técnicas do fornecedor, incluindo barreira contra umidade e oxigênio, foram consideradas na decisão. A etapa de envase foi realizada em condições controladas de umidade e temperatura para minimizar a degradação da qualidade do produto.

3.7 Elaboração da Rotulagem Nutricional e Legal

A rotulagem do produto final (Mistura Instantânea à base de Bocaiúva) foi desenvolvida em conformidade com a legislação brasileira vigente. A Tabela Nutricional foi elaborada com base na análise físico-química da formulação ideal (F3), conforme detalhado na Seção [indicar a seção de Resultados onde você apresenta a Tabela 1]. O cálculo da informação nutricional foi realizado seguindo as diretrizes estabelecidas pela Instrução Normativa (IN) Nº 75, de 8 de Outubro de 2020.

A nomenclatura e a rotulagem de advertência foram definidas em estrito atendimento à Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) Nº 429, de 8 de Outubro de 2020. Em virtude da ausência de ingredientes lácteos na composição, o produto foi classificado como Mistura Instantânea, e não como Cappuccino, para atender ao Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Café, Cevada, Chá, Mate e Produtos Solúveis (BRASIL, 2000). Essa nomenclatura foi adotada para garantir a conformidade legal do produto.

4 Resultados e discussão

4.1 Otimização e Caracterização da Espuma

Para a seleção da formulação ideal da matriz, foram avaliadas quatro condições distintas, variando-se a concentração do agente emulsificante (Emustab®) e o tempo de batimento, conforme a metodologia detalhada na Seção 2.2.2. Os resultados dos parâmetros físico-químicos (Densidade, Overrun, Estabilidade e Porosidade) estão sumarizados na Tabela 1.

| Parâmetro | Teste 1 | Teste 2 | Teste 3 | Teste 4 |
|--------------------------|---------|---------|---------|---------|
| Formulação | - | - | - | - |
| Emustab® (%) | 5% | 2,5% | 5% | 2,5% |
| Tempo de agitação (min) | 3 | 5 | 5 | 10 |
| Resultados | - | - | - | - |
| Densidade média (g/ml) | 0,78 | 0,90 | 0,59 | 0,93 |
| Overrun (%) | 21,71 | 10,90 | 68,62 | 6,90 |
| Estabilidade (%) | 99,43 | 97,60 | 99,60 | 92,80 |
| Porosidade (φ) | 0,21 | 0,09 | 0,40 | 0,06 |

Tabela 2: Parâmetros de formulação e resultados físico-químicos das espumas.
Fonte: Autores (2025)

A potencialização da formulação dependia de um ponto de equilíbrio crucial: era necessário maximizar a incorporação de ar (Overrun) sem, contudo, comprometer a integridade estrutural (Estabilidade) da espuma. Encontrar este balanço é determinante, visto que ele afeta diretamente a transferência de umidade e as características do produto desidratado (Macedo et al., 2021).

Ao analisar a Tabela 2, rapidamente foi constatado que as formulações com menor teor de emulsificante (Testes 2 e 4), que utilizaram apenas 2,5% de Emustab®, não se mostraram viáveis. Nesses testes, a concentração insuficiente resultou nos menores valores de Overrun (10,90% e 6,9%, respectivamente, de acordo com a Tabela 1) e nas maiores densidades (0,903 g/ml e 0,937 g/ml), indicando que a estrutura da espuma foi incapaz de reter o ar de forma eficaz (Macedo et al., 2021).

Ao analisar a Tabela 2, rapidamente foi constatado que as formulações com menor teor de emulsificante (Testes 2 e 4), que utilizaram apenas 2,5% de Emustab®, não se mostraram viáveis. Nesses testes, a concentração insuficiente resultou nos menores valores de Overrun (10,90% e 6,9%, respectivamente, de acordo com a Tabela 1) e nas maiores densidades (0,903 g/ml e 0,937 g/ml), indicando que a estrutura da espuma era incapaz de reter o ar de forma eficaz (Macedo et al., 2021).

O Teste 1 (5% de Emustab® por 3 minutos) demonstrou uma melhora significativa, alcançando uma estabilidade de 99,43%. No entanto, o baixo Overrun

(21,71%, de acordo com a Tabela 1) e a densidade de 0,784 g/ml indicaram que o tempo de agitação ainda era insuficiente para maximizar a aeração (Macedo et al., 2021). Foi nesse contexto que o Teste 3 surgiu como a solução ideal. Aumentando o tempo de agitação para 5 minutos, mas mantendo a concentração de 5% de Emustab®, conseguimos o maior Overrun (68,62%, de acordo com a Tabela 1) e a menor densidade (0,594 g/ml). Mais importante, esta formulação manteve a melhor estabilidade (99,6%), garantindo que a espuma permanecesse intacta até a etapa de secagem.

Essa escolha da formulação solidificada pela análise estrutural evidenciada na Figura 4. O alto índice de porosidade do Teste 3 (0,407), que se destacou significativamente em relação aos demais (sendo o Teste 4 o mais baixo, com 0,063), é um fator crucial para a viabilidade do processo. Espumas com maior porosidade significam que a matriz sólida está mais rarefeita, permitindo um caminho facilitado para a remoção da umidade durante a secagem por convecção. Dessa forma, a formulação do Teste 3 assegura que o processo de secagem em manta (foam-mat drying) será mais eficiente, com menor consumo energético e menor tempo de processamento, além de garantir que o pó final resultante terá as características desejadas de baixa densidade e alta solubilidade.



Figura 4: Espuma estável do Teste 3.

Fonte: Autores (2025)

Como é possível observar na Figura 4, este resultado é crucial, pois ao fixarmos a aeração ideal com alta estabilidade, asseguramos que o pó resultante da secagem

terá as características de baixa densidade e alta porosidade necessárias para a mistura instantânea. Com a formulação da espuma devidamente otimizada, foi possível, então, avançar para a análise centesimal do ingrediente de amêndoas de bocaiuva aerada.

A formulação do Teste 3 foi, portanto, selecionada como a condição apropriada, pois assegurou o melhor desempenho em todos os critérios de engenharia: maior Overrun (68,62%) e melhor Estabilidade (99,6%). Ao garantir que a espuma se mantivesse íntegra durante o período de espera e preparo para a secagem, foi confirmado que as condições do Teste 3 resultam em um pó de baixa densidade e alta porosidade desejado. Com o ingrediente de amêndoas de bocaiuva aerada otimizado, o trabalho prosseguiu para a análise centesimal. Esta etapa se mostrou crucial para determinar o teor de proteínas, considerando o alto valor nutricional da amêndoas (Hiane, 2006), informação essencial para o desenvolvimento final da formulação da mistura instantânea.

4.2 Característica da espuma após secagem

A secagem foi bem sucedida e em um tempo esperado, permitindo a análise do comportamento de remoção de água ao longo do tempo. Tais informações são essenciais para a compreensão dos mecanismos de transferência de massa e para a otimização de processos de secagem em escala industrial (FELLOWS, 2018).



Figura 5: Aparência da espuma de bocaiuva após secagem a 70 °C por 5 horas.

Fonte: Autores (2025)

4.3 Composição centesimal

Tabela 2- Composição centesimal

| Parâmetros (g/100g) | Amostra analisada |
|-----------------------------|--------------------------|
| Umidade | $3,12 \pm 0,02^a$ |
| Cinzas | $2,15 \pm 0,01^a$ |
| Proteínas | $12,17 \pm 0,04^a$ |
| Lipídeos | $2,00 \pm 0,03^a$ |
| Carboidratos* | $80,56 \pm 0,05^a$ |
| Valor calórico (kcal/100 g) | $\approx 387,72$ |

Média \pm DP; carboidratos obtidos por diferença.

Fonte: Os Autores (2025).

É possível observar que a amostra apresentou baixo teor de umidade ($3,12 \pm 0,02\%$), indicando elevada estabilidade física e microbiológica, o que revela elevada estabilidade microbiológica e física, de forma que menores teores de água reduzem a atividade de água do produto e favorecem maior vida útil (FELLOWS, 2018).

O teor de cinzas ($2,15 \pm 0,01\%$) reflete a fração mineral da amostra, valor compatível com produtos vegetais desidratados (FRANCO; LANDGRAF, 2008). A amostra apresentou, também, teor proteico de $12,17 \pm 0,04\%$, determinado pelo método de micro-Kjeldahl. Dessa forma, o valor demonstra potencial nutricional significativo, sendo coerente com estudos de matrizes vegetais com composição semelhante (HIANE et al., 2006).

Por diferença, conforme metodologia recomendada pelas normas oficiais de análise de alimentos (AOAC, 2016; IAL, 2008). o teor de carboidratos foi o componente predominante (80,56%), indicando que a amostra é rica em compostos energéticos, como açúcares ou até mesmo amido, justificando, assim, o valor calórico total de aproximadamente 387,72 kcal/100 g. Essa taxa de carboidratos maior que o esperado comparado com a amêndoа *in natura* se dá pela concentração de amêndoа triturada, água e agente emulsificantes usado para preparação da espuma, justificando assim, o resultado obtido em laboratório.

Ao comparar os resultados com a literatura, verificou-se que *Ramos et al.* (2008) relataram teor lipídico superior ($17,31 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$ em base seca) em amostras semelhantes, embora o valor energético final encontrado ($356,67 \text{ kcal} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$) tenha sido próximo ao determinado neste estudo. Resultado semelhante também foi observado por *Hiane et al.* (2006), que apresentam valores de proteína compatíveis, ainda que com teor de umidade superior ($6,5 \text{ g} \cdot 100 \text{ g}^{-1}$). Essas variações são esperadas e podem ser atribuídas a diferenças de safra, origem geográfica, estado de maturação e condições ambientais (FENNEMA, 2010).

Portanto, a composição evidencia que a amostra apresenta boa caracterização nutricional, elevado teor de carboidratos e moderado teor proteico, características que ampliam seu potencial de aplicação em alimentos secos ou formulados com restrição de gorduras.

4.4 Formulações

Na formulação 1 (F1) foram utilizadas proporção de café solúvel e espuma desidratada maiores, resultando em um produto com sabor mais intenso e característico de café, o qual não era o sabor idealizado. Apesar de uma quantidade menor de açúcar e ausência de aroma de cacau, ainda foi sentido traços doces, devido a utilização da maltodextrina, que não teve só a finalidade de trazer doçura à formulação. Uma vez que, segundo estudos, ela não atua apenas como agente de corpo ou carreadores de sólidos, mas também pode influenciar a percepção de doçura e modular o amargor, dependendo da sua estrutura molecular e concentração empregada (HARTLEY et al., 2024).

Na formulação 2 (F2), foram optados por equilíbrio entre dulçor e intensidade de café. A redução do café solúvel e a adição de aroma de cacau conferiram um sabor mais suave e aromático, visto que, a redução do café solúvel tem o objetivo de suavizar o sabor amargo da bebida, essa estratégia pode impactar positivamente a aceitação sensorial em formulações instantâneas (MACIEL; TEIXEIRA; SARAIVA, 2021). Essa formulação apresentou harmonia entre o cacau, o açúcar e a espuma desidratada, melhorando o aroma e aumentando a aceitação durante as avaliações exploratórias durante seu desenvolvimento. Além disso, manteve quantidade intermediária de maltodextrina, garantindo boa solubilidade e textura.

Na formulação 3 (F3) teve seu desenvolvimento um produto mais doce e mais leve. Para isso, foi necessário aumentar a quantidade de açúcar e diminuir o teor de café solúvel, o que gerou uma bebida mais suave e com predominância do sabor achocolatado. Essa estratégia é frequentemente usada para destacar doçura e minimizar o amargor em bebidas contendo café (SHIMIZU; REILLY; et al., 2015).

Diante das características observadas nas três formulações, a F3 foi selecionada como formulação final do cappuccino vegetal. Essa escolha fundamentou-se em critérios técnicos e sensoriais que atendem aos objetivos do produto. No entanto, não houve uma avaliação formal de consulta pública, apenas interna com os membros do trabalho. O perfil mais doce e suave da F3, obtido pelo maior teor de açúcar (45g) e menor concentração de café solúvel (10g), resultou em melhor aceitação sensorial nas avaliações exploratórias, o que minimiza o amargor residual e destaca as notas de cacau e canela. Segundo Shimizu et al. (2015), o açúcar não apenas adoça a bebida, ele reduz a percepção de amargor do café através de interações moleculares com a cafeína, justificando tecnicamente a escolha por uma formulação com maior teor de açúcar. Além disso, a formulação apresentou excelente solubilidade em água, característica essencial para misturas instantâneas, conforme destacado por Fontana e McCarthy (2013).

A escolha da F3 também se alinha às tendências contemporâneas do mercado de bebidas vegetais. Estudos recentes sobre aceitação sensorial de produtos plant-based demonstraram que o equilíbrio entre doçura e suavidade é determinante para a aceitação dos consumidores, principalmente se utilizados com ingredientes regionais não convencionais (ZAKIDOU et al., 2022).

Além disso, a técnica de secagem por camada de espuma (*foam-mat*) aplicada à espuma de bocaiuva exerceu um papel fundamental na viabilização do pó leve e reconstruível da formulação final, visto que, se fosse apenas uma farinha da amêndoia sua solubilidade não seria a mesma. A formação de uma estrutura aerada, com alta porosidade gerada pela aeração, favorece a transferência de massa durante a secagem o que acelera a remoção de umidade em comparação a camadas convencionais e melhora a eficiência energética do dessecamento (Sangamithra; Venkatachalam; Kuppuswamy, 2015). Não distante disso, como destacado por Hardy e Jideani (2015), o método *foam-mat* permite secar materiais sensíveis a calor com menor degradação de compostos bioativos e mantém boa reconstituição, uma vez que os aditivos estabilizadores (como proteínas ou carboidratos) envolvem a estrutura porosa formada.

No contexto nacional, a aplicação de *foam-mat* em polpas vegetais já mostrou resultados promissores em manga , por exemplo, observou-se que a temperatura de secagem e a espessura da camada de espuma influenciaram fortemente o tempo de secagem e o perfil de secagem do produto (Guimarães et al., 2017). Dessa forma, a escolha dessa técnica para o processamento da espuma de bocaiuva não só garantiu um produto em pó com excelente solubilidade, mas também potencializa a estabilidade físico-química e a preservação dos compostos funcionais da amêndoia, reforçando a viabilidade tecnológica da formulação final (F3).



Figura 6: Imagens do cappuccino preparado
Fonte: Os autores (2025).

4.5 Escolha da Embalagem

A escolha da embalagem é um dos fatores mais importantes durante o desenvolvimento do produto, afinal a embalagem é o primeiro contato com o consumidor final. Dessa forma, foi optado por uma embalagem simples, com cores referentes às do fruto da Bocaiuva.



Figura 7: Embalagem do produto.

Fonte: Os autores (2025).

O produto é um pó de mistura instantânea com uma características nutricionais importantes: ele é rico em lipídios, graças à amêndoas de bocaiuva. É justamente essa gordura que o torna delicado em relação a validade do mesmo. O alto teor graxo o deixa extremamente vulnerável à oxidação, um processo químico que estraga o produto, gerando cheiro e sabor de ranço (SALAHÍ et al., 2015). Por isso, a embalagem não é apenas um recipiente; ela é a primeira linha de defesa. Ela precisa ser uma barreira eficiente contra os inimigos da qualidade: o oxigênio e a luz.

Apesar de filmes flexíveis metalizados oferecerem alta proteção, decidiu-se pelo pote rígido em PET ou PEAD para unir o útil ao agradável. Essa escolha se justifica pela excelente proteção física que ele oferece, evitando que o produto amasse ou quebre durante o transporte, junto com as barreiras que precisamos. O PEAD (Polietileno de Alta Densidade) é notável pela sua baixa absorção de água e resistência a óleos e gorduras, sendo superior a plásticos mais simples (JUNIOR et al., 2019). Já o PET (Polietileno Tereftalato) tem um bom histórico como barreira contra gases e aromas, ideal para garantir uma longa vida de prateleira (NERÍN et al., 2006).

Além de facilitar o uso e o transporte para o consumidor, a embalagem rígida permite a segurança para aplicar estratégias extras de conservação, como o uso de dessecantes internos, elevando ainda mais a estabilidade oxidativa do produto, um recurso bem estudado em outros alimentos oleosos em pó (SILVA et al., 2018).

4.6 Rotulagem

A rotulagem do produto foi desenvolvida em conformidade com as diretrizes da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), especialmente a RDC nº 727/2022, que rege a rotulagem de alimentos embalados, e a RDC nº 429/2020 e IN nº 75/2020, que estabelecem o novo padrão de Tabela Nutricional e Rotulagem Nutricional Frontal (RNF). A Figura 8 (Rótulo Proposto) demonstra a disposição das informações.

O design visual emprega cores sóbrias e texturas que remetem ao papel kraft, reforçando o conceito de naturalidade e sustentabilidade. A composição de grãos de café e a imagem fiel da bocaiuva realçam a origem dos ingredientes e a inovação da formulação. O selo "VEGANO" está em destaque, cumprindo a promessa do produto e informando imediatamente o público-alvo.

O painel principal do rótulo apresenta a denominação de venda ("Pó de Mistura Instantânea Vegana") de forma clara, logo abaixo do nome comercial BOCCAITINO. O slogan "Sabor que aquece, natureza que nutre" reforça o apelo sensorial do produto e o valor nutritivo do ingrediente principal (bocaiuva). Na Figura 12 é possível observar como ficou o rótulo do produto, contendo todas as informações exigidas pelas legislações e todo marketing do mesmo.



Figura 8 Rótulo do produto.

Fonte: Autores (2025)

A Lista de Ingredientes está disposta em ordem decrescente de quantidade, conforme a legislação RDC nº 727, de 1º de julho de 2022, da Anvisa. A formulação destaca o uso da amêndoia de bocaiuva otimizada (desidratada pelo processo *foam-mat drying*), que é o diferencial do produto. A lista inclui todos os componentes da formulação, como o café solúvel, os açúcares, garantindo a transparência e rastreabilidade da composição.

A Tabela de Informação Nutricional foi elaborada de acordo com o novo padrão da ANVISA (RDC 429/2020), apresentando o alinhamento centralizado e fundo branco para máxima clareza. As porções de consumo estão rigorosamente definidas em 20g (equivalente a 2 colheres de sopa), permitindo ao consumidor comparar os valores nutricionais por porção e por 100g. Os valores médios de carboidratos, proteínas, gorduras totais, saturadas, fibras alimentares e sódio são declarados com base na análise centesimal, destacando-se o teor de fibras e proteínas advindas da bocaiuva como um benefício nutricional.

Em relação à Rotulagem Nutricional Frontal (RNF), foi avaliada a necessidade de inclusão da lupa de advertência para Açúcares Adicionados e/ou Gordura Saturada, conforme os limites estipulados pela IN nº 75/2020. Por fim, o rótulo inclui, em destaque, as advertências obrigatórias para o consumidor, como as informações de ALÉRGICOS

(garantindo que o produto é livre de glúten, lactose e leite) e os dados de lote, validade e contato do distribuidor, essenciais para a rastreabilidade e o controle de qualidade do produto no mercado.

4.7 Informação Nutricional

Após a definição da formulação ideal (F3), a rotulagem nutricional do produto foi elaborada conforme a legislação vigente: a Instrução Normativa (IN) Nº 75 e a Resolução de Diretoria Colegiada (RDC) Nº 429, ambas de 8 de Outubro de 2020.

Devido à ausência de leite em sua composição, o produto final não atende ao Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Café, Cevada, Chá, Mate e Produtos Solúveis (BRASIL, 2000), o que impede sua classificação legal como Cappuccino. Portanto, a nomenclatura oficial adotada é Mistura Instantânea (ou nome similar, como bebida instantânea vegetal), cuja Tabela Nutricional é apresentada na Figura 11.

| INFORMAÇÃO NUTRICIONAL | | | |
|--|-------|------|------|
| Porções por embalagem: 10 | | | |
| Porção: 20 g (2 colheres de sopa) | | | |
| | 100 g | 20 g | %VD* |
| Valor Energético (Kcal) | 296 | 59 | 4 |
| Carboidratos (g) | 75 | 15 | 5,3 |
| Açúcares totais (g) | 42 | 8,4 | |
| Açúcares adicionados (g) | 42 | 8,4 | 17 |
| Proteínas (g) | 2 | 0,4 | 0,8 |
| Gordura totais (g) | 0,5 | 0,1 | 0,1 |
| Gordura saturada (g) | 0 | 0 | 0 |
| Gordura trans (g) | 0 | 0 | 0 |
| Fibras (g) | 5,3 | 1 | 4 |
| Sódio (mg) | 14 | 2,8 | 0,1 |
| *Percentual de valores diários fornecidos pela porção. | | | |

Figura 9: Tabela nutricional do produto.

Fonte: Autores (2025).

Em decorrência do teor de açúcares adicionados na formulação F3, a legislação de rotulagem nutricional frontal (RDC 429/2020) torna obrigatória a declaração da lupa de alto teor de nutrientes.

A legislação estabelece que é mandatório o uso da lupa de "Alto em Açúcares Adicionados" em alimentos prontos para o consumo que possuam 15 g ou mais de açúcares adicionados por 100 g do produto. Uma vez que a Mistura Instantânea (F3) se enquadra neste critério, a embalagem deve portar a lupa, conforme na Figura 12.



Figura 10: Lupa Alto teor Açúcares Adicionados

Fonte: Anvisa (2020)

5. Conclusão

O presente trabalho atingiu plenamente seu objetivo ao desenvolver uma mistura instantânea tipo cappuccino utilizando a amêndoia de bocaiuva processada por secagem em camada de espuma, evidenciando sua viabilidade tecnológica, funcional e seu potencial de inserção no mercado de bebidas vegetais. A otimização da formulação da espuma permitiu identificar o Teste 3 como a condição ideal, evidenciando que a concentração de emulsificante e o tempo de agitação são fatores determinantes para a incorporação de ar, estabilidade e porosidade da matriz aerada. O processo de secagem a 70 °C durante 5 horas mostrou-se eficiente, resultando em um pó leve, estável e de alta solubilidade.

A técnica de *foam-mat drying* demonstrou ser uma alternativa tecnológica robusta para o aproveitamento da amêndoia de bocaiuva, preservando características nutricionais e tornando possível sua aplicação como ingrediente funcional em misturas instantâneas. A caracterização físico-química da espuma desidratada revelou composição adequada e alinhada às exigências do produto final, reforçando seu potencial para formulações vegetais.

Além do aspecto tecnológico, este estudo contribui para a valorização da biodiversidade do Cerrado e para a promoção do uso da bocaiuva, fruto nativo com elevado potencial socioeconômico para comunidades extrativistas do Mato Grosso do Sul. Os resultados demonstram que a integração entre matérias-primas regionais, tecnologias de processamento adequadas e formulações nutricionalmente equilibradas

pode gerar produtos competitivos, sustentáveis e alinhados às tendências contemporâneas de consumo.

Conclui-se, portanto, que o desenvolvimento da mistura instantânea tipo cappuccino à base de bocaiuva representa uma alternativa promissora para a diversificação do mercado de bebidas vegetais no Brasil, ao mesmo tempo em que fortalece cadeias produtivas regionais sustentáveis e valoriza recursos naturais do Cerrado.

6. Referências

ACROCOMIA aculeata – Bocaiúva. **Biologia da Paisagem**, 2022. Disponível em: <https://biologiadapaisagem.com.br/2022/02/13/acrocomia-aculeata-bocaiuva/>. Acesso em: 01 nov. 2025.

ALVES, E. R. de A.; VEDOVOTO, G. L. **A indústria do amido de mandioca**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003.

AOAC. **Official methods of analysis of AOAC International**. 20. ed. Gaithersburg, MD: AOAC, 2016.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada RDC nº 64, de 7 de julho de 2000. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Leite em Pó. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jul. 2000. Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2000/rdc0064_07_07_2000.html. Acesso em: 01 nov. 2025.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 64, de 18 de dezembro de 2000. Aprova o regulamento técnico para café, cevada, chá, mate e produtos solúveis. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, 20 dez. 2000.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. Regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. Diário Oficial da União, Brasília, DF, seção 1, 23 set. 2002.

BRASIL. Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Coordenadores: Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tigela. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 2005.

CEZAR, A. P. C. **Caracterização do amido de mandioca: absorção de água, formação de gel, viscosidade**. 2013. Dissertação (Mestrado) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Curitiba, 2013.

DEHGHANNYA, J.; POURAHMAD, M.; GHANBARZADEH, B.; GHAFFARI, H. **Heat and mass transfer modeling during foam-mat drying of lime juice as affected by**

different oven drying methods. Case Studies in Thermal Engineering, v. 12, p. 793-805, 2018.

ECOA – ECOLOGIA E AÇÃO. **A bocaiúva e sua cadeia socioprodutiva.** Disponível em: <https://ecoa.org.br/a-bocaiuva-e-sua-cadeia-socioprodutiva/>. Acesso em: 07 nov. 2025.

EFRAIM, P. et al. **Revisão: Polifenóis em cacau e derivados: teores, fatores e aplicações.** Brazilian Journal of Food Technology, v. 14, n. 3, p. 178-185, 2011.

EUROMONITOR INTERNATIONAL. **Plant-based dairy in Brazil.** London: Euromonitor International, 2024.

FELLOWS, P. **Food processing technology: principles and practice.** 4. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2018.

FELLOWS, P. J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e práticas.** 2. ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602 p.

FENNEMA, O. R. **Food chemistry.** 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010.

FONTANA, A. J.; McCARTHY, K. L. **Handbook of food powders: processes and properties.** Cambridge: Woodhead Publishing, 2013.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia de alimentos.** 2. ed. São Paulo: Atheneu, 2008.

FRANCO, T. S.; PERUSSELLO, C. A.; ELLENDERSEN, L. N.; MASSON, M. L. **Effects of foam mat drying on physicochemical and microstructural properties of yacon juice powder.** LWT - Food Science and Technology, v. 66, p. 503-513, 2016.

GALDEANO, M.; FELBERG, I.; LIMA, J.; MELLINGER, C. **Evolução dos alimentos plant-based no Brasil.** Rio de Janeiro: Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2022.

GFI BRASIL – THE GOOD FOOD INSTITUTE BRASIL. **O consumidor brasileiro e o mercado plant-based 2023/2024.** São Paulo: GFI Brasil, 2023. Disponível em: <https://gfi.org.br/resources/o-consumidor-brasileiro-e-o-mercado-plant-based-2023-2024/>. Acesso em: 01 nov. 2025.

GUIMARÃES, M. K. A. et al. **Cinética de secagem em camada de espuma da polpa de manga cv. Keitt.** Revista Caatinga, v. 30, n. 1, p. 1-10, 2017. DOI: 10.1590/1983-21252017v30n119rc.

HARDY, Z.; JIDEANI, V. A. **Foam-mat drying technology: a review.** Critical Reviews in Food Science and Nutrition, v. 57, n. 12, p. 2560-2572, 2015. DOI: 10.1080/10408398.2015.1020359.

HARTLEY, C.; KEAST, R. S. J.; CARR, A. J.; ROBERTS, S. S. H.; BREDIE, W. L. P. **Investigating taste perception of maltodextrins using lactisole and acarbose.** Foods, v. 13, n. 13, p. 2130, 2024. DOI: 10.3390/foods13132130.

HIANE, P. A.; BALDASSO, P. A.; MARANGONI, S.; MACEDO, M. L. R. **Chemical and nutrition evaluation of kernels of bocaiúva, *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd.** Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 26, n. 3, p. 683-689, 2006.

ITAL – INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS; GFI BRASIL. **Bebidas plant-based industrializadas: alimentos alternativos para alimentação e nutrição.** São Paulo: ITAL/GFI Brasil, 2023. Disponível em: <https://ital.agricultura.sp.gov.br>. Acesso em: 01 nov. 2025.

JUNIOR, E. M. N. et al. **Características físico-químicas de manteigas comercializadas na central de abastecimento de Vitória da Conquista – BA.** Revista do Instituto de Laticínios Cândido Tostes, Juiz de Fora, v. 74, n. 4, p. 274-280, 2019.

KADAM, D. M.; WILSON, R. A.; KAUR, S. **Determination of biochemical properties of foam-mat dried mango powder.** International Journal of Food Science and Technology, v. 45, n. 8, p. 1626-1632, 2010.

KLINK, C. A.; MACHADO, R. B. **Bocaiúva: características ecológicas e adaptação em diferentes biomas.** Ecologia Brasileira, v. 23, n. 1, p. 112-125, 2018.

LORENZI, H. et al. **Flora brasileira: Arecaceae (Palmeiras).** Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2006.

MACEDO, S. R.; SOUSA, R. S.; DORNELES, A. M.; GALIAZZI, M. C. **Entre experimentos e fermentos: como o bicarbonato de sódio se tornou um constituinte em processos fermentativos.** Revista Eletrônica de Extensão da UNILA, v. 6, n. 1, p. 28-41, 2017. Disponível em: <https://revistas.unila.edu.br/eqv/article/view/896>. Acesso em: 16 nov. 2025.

MACIEL, K. S.; TEIXEIRA, L. J. Q.; DELLA LÚCIA, S. M.; SARAIVA, S. H. **Caracterização físico-química de cafés instantâneos produzidos pelo processo de secagem em leito de espuma.** In: AVANÇOS EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, v. 3. Guarujá: Editora Científica, 2021. p. 244-254. DOI: 10.37885/210203351.

MANCINI, D. A. P.; DIAS, A. L. F.; PINTO, J. R.; MANCINI-FILHO, J. **Antioxidantes do extrato aquoso de canela (*Cinnamomum zeylanicum*, Blume).** Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas, v. 35, n. 1, p. 155-160, 1999.

MUJUMDAR, A. S. (Ed.). **Handbook of industrial drying.** 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2014.

NERÍN, C. et al. The use of an active packaging **with a natural antioxidant in fresh meat**. Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 54, n. 18, p. 6712-6718, 2006.

ODURO, A. F. et al. **Relative preference mapping approach for evaluation of innovations in plant-based milk alternative formulations**. Food Quality and Preference, v. 94, p. 104310, 2021. DOI: 10.1016/j.foodqual.2021.104310.

OLIVEIRA, R. C. L. et al. **Avaliação da aceitação sensorial de bocaiúva (*Acrocomia aculeata*)**. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS E NUTRIÇÃO (SLACAN), 15., 2023, Campinas. Anais [...]. Campinas: Galoá, 2023. Disponível em: <https://proceedings.science/slacan-2023>. Acesso em: 07 nov. 2025.

PAZ, M. E. A. da; NASCIMENTO, M. E. N. do; MENDES, J. B. G. et al. **Propriedades nutricionais e funcionais do cacau (*Theobroma cacao*) e seus benefícios para saúde: uma breve revisão**. In: CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS: o avanço da ciência no Brasil, v. 2. São Paulo: Científica Digital, 2022. p. 229-238. DOI: 10.37885/221110832.

RAJKUMAR, P.; KAILAPPAN, R.; VISWANATHAN, R.; RAGHAVAN, G. S. V.; RATTI, C. **Foam mat drying of alphonso mango pulp**. Drying Technology, v. 25, n. 2, p. 357-365, 2007.

RAMOS, M. I. L. et al. **Qualidade nutricional da polpa de bocaiúva *Acrocomia aculeata* (Jacq.)** Lodd. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, supl., p. 90-94, 2008. DOI: 10.1590/S0101-20612008000500015.

RODRIGUES, M. A. et al. **Propriedades nutricionais e funcionais da amêndoia de bocaiúva**. Revista de Ciências Alimentícias, v. 30, n. 4, p. 35-43, 2020.

SALAHI, F.; ESHAGHBEIGI, F.; MEHRNIA, M. **The effect of packaging on the oxidative stability of food products: a review**. International Journal of Food Science and Technology, v. 50, n. 12, p. 2481-2490, 2015.

SANGAMITHRA, A.; VENKATACHALAM, S.; KUPPUSWAMY, K. **Foam mat drying of food materials: a review**. Journal of Food Processing and Preservation, v. 39, n. 6, p. 3165-3174, 2015. DOI: 10.1111/jfpp.12421.

SANKAT, C. K.; CASTAIGNE, F. **Foaming and drying behaviour of ripe bananas**. Lebensm.-Wiss. u.-Technol, v. 37, p. 517-525, 2004.

SANTOS, J. da S.; PIMENTEL, T. C.; KLOSOSKI, S. J. **Estudo comparativo das propriedades físico-químicas e tecnológicas do amido de mandioca nativo e fermentado**. Revista Ciências Exatas e Naturais (RECEN), v. 17, n. 2, p. 261-274, 2015. DOI: 10.5935/RECEN.2015.02.04.

SCARIOT, A. **Seed dispersal and predation of the palm Acrocomia aculeata.** Principes, v. 42, n. 1, p. 5-8, 1998.

SHIMIZU, S. et al. **Sugar in your cuppa not just about a sweet tooth: sugar reduces bitterness of coffee by a molecular interaction with caffeine.** Food & Function, v. 6, p. 2039-2046, 2015.

SILVA, P. L. et al. **Composição nutricional da amêndoia de bocaiúva e suas aplicações na indústria alimentícia.** Food Science & Technology, v. 32, p. 435-442, 2019.

SILVA, S. A. A. S. et al. **Estabilidade oxidativa de óleo de peixe encapsulado em diferentes tipos de embalagem em condição ambiente.** Ciência e Agrotecnologia, Lavras, v. 42, n. 3, p. 308-316, 2018.

SILVA, S. S. et al. **Uso de embalagens ativas e antimicrobianas em alimentos minimamente processados: uma revisão.** Cadernos de Agroecologia, v. 14, n. 2, 2019. Disponível em: <https://www.aba-agroecologia.org.br/revista/cad/article/view/13112/8717>. Acesso em: 20 nov. 2025.

SLOW FOOD BRASIL. **Bocaiúva. Arca do Gosto.** Disponível em: https://slowfoodbrasil.or.br/arca_do_gosto/bocaiuva. Acesso em: 15 nov. 2025.

SOARES, L. A.; SOUSA, A. C.; LIMA, J. F. **O potencial de Acrocomia aculeata na recuperação de áreas degradadas: estudo de caso no cerrado brasileiro.** Revista Brasileira de Recuperação de Áreas, v. 28, n. 4, p. 230-240, 2022.

SVB – SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA. **Mercado vegano:** as mudanças e impactos de um consumo consciente, ético e justo. São Paulo: SVB, 2022. Disponível em: <https://svb.org.br>. Acesso em: 30 out. 2025.

SVB – SOCIEDADE VEGETARIANA BRASILEIRA. **Pesquisa Datafolha sobre veganismo no Brasil.** São Paulo: SVB, 2024. Disponível em: <https://svb.org.br/vegetarianismo-e-veganismo/mercado-vegano/>. Acesso em: 30 out. 2025.

ZAKIDOU, P. et al. **Foaming properties and sensory acceptance of plant-based beverages as alternatives in the preparation of cappuccino style beverages.** International Dairy Journal, v. 135, p. 105471, 2022. DOI: 10.1016/j.idairyj.2022.105471.

ZANARDO, V. P. S. **Canela (Cinnamomum sp.) e seu efeito nos componentes da síndrome metabólica.** Perspectiva, Erechim, v. 38, edição especial, p. 39-48, mar. 2014.