

UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

ZANIA REGINA FERREIRA PEREIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UM NUTRACÊUTICO TIPO GOMA MASTIGÁVEL À
BASE DE CUBIU (*Solanum sessiliflorum* DUNAL)**

Manaus
2025

ZANIA REGINA FERREIRA PEREIRA

**DESENVOLVIMENTO DE UM NUTRACÊUTICO TIPO GOMA MASTIGÁVEL À
BASE DE CUBIU (*Solanum sessiliflorum* DUNAL)**

Tese apresentada à Universidade Federal do Amazonas como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Biotecnologia para obtenção do título de doutora.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Rosany Piccolloto
Carvalho

Coorientador: Prof^o. Dr^o. Emersom Silva Lima

Manaus

2025

Ficha Catalográfica

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

P436d Pereira, Zania Regina Ferreira
Desenvolvimento de um nutracêutico tipo goma mastigável à
base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) / Zania Regina
Ferreira Pereira . 2025
126 f.: il. color; 31 cm.

Orientadora: Rosany Piccolotto Carvalho
Coorientadora: Emersom Silva Lima
Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Universidade Federal do
Amazonas.

1. Alimento funcional. 2. Bioativos. 3. Antioxidantes. 4. Fruto da
Amazônia. 5. Gomas mastigáveis. I. Carvalho, Rosany Piccolotto.
II. Universidade Federal do Amazonas III. Título

*O período de maior ganho de conhecimento
e experiência é o período mais difícil da vida
de alguém.*

Dalai Lama

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado saúde e força para superar as dificuldades nessa jornada acadêmica.

Ao meu marido, Rogério e filhos (Irving, João Victor, Maria Victoria e Maria Clara) todo o amor do meu coração, por compartilhar os inúmeros momentos de ansiedade e estresse. Sem vocês ao meu lado o trabalho não seria concluído com êxito.

A minha orientadora professora Rosany Piccolotto Carvalho, pelo suporte no pouco tempo que lhe coube, pelas suas correções e incentivos.

Ao meu coorientador professor Emersom Silva Lima, pela oportunidade, confiança e acolhimento no Biophar.

A Central Analítica da UFAM por me socorrer nos momentos que nenhum liofilizador funcionava.

A professora Tatiane Libório do Laboratório de Inovação e Desenvolvimento em Tecn. Farmac- LIDETEF- Ufam por disponibilizar o uso do laboratório.

Aos colegas do PPGBIOTEC pelas parcerias e apoio durante no período do curso.

Ao Gildo de Carvalho Bezerra consultor e sócio da Concept Manipuação em São Paulo e a toda a sua equipe na produção das gomas. Gratidão pela recepção e acolhimento.

Ao Leonard Domingo Rosales Acho (Leo), pelos conhecimentos, apoio em algumas análises.

Aos colegas do Hospital Universitário Getúlio Vargas que sempre torceram por mim.

A professora Ariane Mendonça Kluczkovski por disponibilizar o laboratório NECTA para o teste de análise sensorial.

A Janaina Santos Barroncas, Samir de Carvalho Buzaglo Pinto do laboratório pelo apoio na aplicação dos testes de análise sensorial.

Aos colegas do laboratório Biophar pelo ambiente de crescimento mútuo e troca constante de conhecimento.

As Agências de Financiamento de Pesquisa CAPES e Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas – FAPEAM pelo apoio financeiro ao longo desse doutoramento.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia - PPGBIOTEC e Faculdade de Ciências Farmacêuticas – FCF.

A Universidade Federal do Amazonas pelas oportunidades e liberação das minhas atividades para cursar a pós-graduação.

RESUMO

Introdução: O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é uma espécie nativa da Amazônia, amplamente distribuído na região equatorial úmida brasileira, peruano e colombiano. As propriedades nutricionais do cubiu podem estar associadas à atividade antioxidante. **Objetivo:** Desenvolver um nutracêutico do tipo goma mastigável à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Metodologia:** Foram realizados secagem da polpa do fruto integral do cubiu por estufa de circulação de ar forçada a 70°C e liofilização a 58°C $\pm$ 2. As amostras secas por estufa e liofilização foram analisadas quanto ao tempo de secagem, umidade, composição físico-química, presença de substâncias antioxidantes, como vitamina C, fenólicos totais, análise de citotoxicidade, teor de minerais e determinação de naringenina. Foram aplicados modelos matemáticos à cinética de secagem para os dois métodos de secagem. Nesse estudo foi desenvolvido dois tipos de gomas à base de cubiu (sabor natural e morango) para aplicação do teste de análise sensorial e intenção de compra das gomas em 100 voluntárias (julgadoras) saudáveis com idade de 18 e 50 anos utilizando uma escala hedônica de nove pontos e aplicado. Para os estudos de estabilidade foram realizadas análise das gomas a 8°C, 25°C e 40°C no tempo zero por 90 dias. Sendo determinada algumas análises das gomas, como a caracterização físico-química, nutricional, análise do teor de naringenina. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o teste de Análise de Variância (ANOVA) e o Teste de Tukey, com um nível de significância de 5%, utilizando o software SPSS Statistics 24.0®. **Resultados:** O cubiu possui uma composição química em compostos fenólicos, minerais, atividade antioxidante, anti-inflamatória e na dinâmica de secagem. O cubiu liofilizado manteve melhores resultados em comparação com a secagem em estufa. O cubiu não apresentou citotoxicidade. Quanto ao desenvolvimento de gomas nutracêuticas à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a média de aceitabilidade das gomas foi superior a 70%. As gomas, apresentaram teores significantes de proteínas, carboidratos, fibras e valor energético. **Conclusão:** as gomas de cubiu demonstraram ser uma opção inovadora e saudável de nutracêutico, com um bom perfil nutricional e aceitação sensorial favorável.

Palavras-chave: Alimento funcional. Bioativos. Antioxidantes. Fruto da Amazônia. Gomas mastigáveis.

ABSTRACT

Introduction: Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) is a native species of the Amazon, widely distributed in the humid equatorial regions of Brazil, Peru, and Colombia. The nutritional properties of cubiu may be associated with its antioxidant activity. **Objective:** To develop a chewable nutraceutical gum based on cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Methodology:** The whole fruit pulp of cubiu was dried using a forced air circulation oven at 70°C and freeze-dried at 58°C $\pm$ 2. The dry samples from both methods were analyzed for drying time, moisture, physicochemical composition, presence of antioxidant substances such as vitamin C, total phenolics, cytotoxicity analysis, mineral content, and determination of naringenin. Mathematical models were applied to the drying kinetics for both drying methods. In this study, two types of cubiu-based gums (natural and strawberry flavor) were developed for sensory analysis and purchase intention testing with 100 healthy volunteer judges aged 18 to 50 years using a nine-point hedonic scale. For stability studies, the gums were analyzed at 8°C, 25°C, and 40°C at zero time for 90 days. Several analyses were conducted on the gums, including physicochemical characterization, nutritional analysis, and naringenin content analysis. Statistical analyses were performed using Analysis of Variance (ANOVA) and Tukey's Test, with a significance level of 5%, using SPSS Statistics 24.0® software. **Results:** Cubiu has a chemical composition rich in phenolic compounds, minerals, and antioxidant and anti-inflammatory activity, as well as promising drying dynamics. Freeze-dried cubiu maintained better results compared to oven-dried cubiu. No cytotoxicity was observed in cubiu. Regarding the development of cubiu-based nutraceutical gums (*Solanum sessiliflorum* Dunal), the average acceptability of the gums was above 70%. The gums exhibited significant levels of proteins, carbohydrates, fibers, and energy value. **Conclusion:** Cubiu gums proved to be an innovative and healthy nutraceutical option, with a good nutritional profile and favorable sensory acceptance.

Keywords: Functional food. Bioactives. Antioxidants. Amazon fruit. Chewable gums.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO 1: Perfil químico e biológico do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Uma abordagem integrada

Figura 1 - Fluxograma de identificação dos estudos.....34

Figura 2 - Estrutura química de alguns bioativos identificados no fruto do cubiu. (1) Ácido 5-cafeoilquínico; (2) Quercetina; (3) Rutina; (4) Ácido Clorogênico; (5) β -caroteno.....36

Figura 3 - Perfil de minerais dos frutos do cubiu.....41

Figura 4 - Principais atividades biológicas descritas para o cubiu.....44

ARTIGO 2: Dinâmica de secagem e propriedades físico-químicas do fruto *Solanum sessiliflorum*

Figura 1 - Imagens do fruto do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) 73

Figura 2 - Cromatograma obtido por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência - CLAE-DAD dopadrão naringenina (A) e do extrato de cubiu liofilizado (B) e seco em estufa (C) 73

Figura 3 - Avaliação da citotoxicidade de extratos do fruto do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Resultados são expressos como valor médio $\pm$ desvio padrão. Letras diferentes indicamdiferenças significativas entre os valores médios.....74

Figura 4 - Dinâmica de secagem em estufa e liofilizado do fruto cubiu. Resultados são expressos como valor médio $\pm$ desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios. 74

ARTIGO 3 - Desenvolvimento de gomas nutracêuticas à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Aceitação e propriedades sensoriais

Figura 1 - Nutracêutico à base de cubiu. (A) Goma sabor natural 10g; (B) Goma sabor morango.....85

Figura 2 – pH das gomas à base de cubiu em diferentes tempos e temperaturas. Os dados são expressos como média $\pm$ erro padrão ao nível de significância de ($p < 0,05$) 95

Figura 3 – Umidade das gomas de cubiu em diferentes temperaturas. Os dados são expressos como média $\pm$ erro padrão ao nível de significância de ($p < 0,05$) 96

Figura 4 – Teor de naringenina nas gomas à base de cubiu. Os dados são expressos como média $\pm$ erro padrão com letras diferentes (a–c) são significativamente diferentes ($p < 0,05$)	101
Figura 5 – características das gomas em diferentes tempos de armazenamento e temperatura. A: temperatura de refrigeração (8°C); B: temperatura ambiente (25°C); C: temperatura em câmara controlada (40°C)	106
Figura 6 - Atitude em relação à compra das gomas à base de cubiu.	111

LISTA DE TABELAS

Artigo 1: Perfil químico e biológico do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Uma abordagem integrada

Tabela 1- Estratégia de busca usada para avaliar as propriedades do cubiu.....32

Tabela 2 - Perfil físico-química do cubiu. *Não Determinado. PTN=proteína; LIP=lipídeos; CH=carboidrato; ST= sólidos totais; U= umidade; FT=fibra total.

.....38

Artigo 2: Dinâmica de secagem e propriedades físico-químicas do fruto *Solanum sessiliflorum*.

Tabela 1 - Composição centesimal do cubiu por secagem em estufa e liofilização.....75

Tabela 2 - Compostos bioativos presentes extrato de cubiu desidratado por estufa e liofilização Cromatogramas obtidos por CLAE - Picos cromatográficos:(a) Padrão naringenina a 275 nm, (b) FDC a 275 nm, (c) DOC a 275 nm. Resultados são expressos como valor médio±desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios.....75

Tabela 3 - Teores de macro e micro minerais no cubiu por secagem em estufa e liofilizador. Resultados são expressos como valor médio±desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios.....76

Tabela 4 - Modelo matemático aplicado na cinética de secagem em estufa e liofilizador e coeficiente de determinação (R^2). 76

Artigo 3: Desenvolvimento de gomas nutracêuticas à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Aceitação e propriedades sensoriais

Tabela 1- Formulação das gomas à base de cubiu para uma unidade de 10g..... 84

Tabela 2 - Componentes da formulação das gomas em 10g.....91

Tabela 3 – Peso médio das balas de goma.....92

Tabela 4 – Tempo de desintegração das gomas em minutos.....93

Tabela 5 – Composição físico-química e Informações nutricionais das gomas à base de cubiu. Valor Diário de Referência (VD): os nutrientes foram avaliados com base na média da DRI (IOM, 2005), considerando uma dieta de 2.000 kcal/dia e uma porção de 100 gramas do produto; ND: não disponível.....98

Tabela 6 - Índice de Aceitabilidade das amostras 1 e 2, segundo cada atributo avaliado.....109

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AAC	Atividade Antioxidante Celular
AAPH	2,2'-azobis amidinopropano
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
Abs	Absorbância
ABTS	2,2'-azinobis- (3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
AOAC	Association of Official Analytical Chemists
CEP	Comitê de Ética em Pesquisa
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
CNS/M	Comissão Nacional da Saúde/Ministério da Saúde
CO ₂	Dióxido de carbono
DCFH-DA	Diacetato de 2',7'-diclorodihifluoresceína
DCO	Cubiu seco em estufa
DPPH	2,2-difeni-1-picri-idrazil
FDC	Cubiu liofilizado
g	grama
H ₃ PO ₄	Ácido Fosfórico
IA	Índice de aceitabilidade
Kg	Quilograma
LI	Limite inferior
LS	Limite superior
mg	Miligrama

mL	Mililitro
MRC-5	fibroblastos humanos
NaOH	Hidróxido de sódio
nm	Nanômetro
PBS	Tampão fosfato-salino
pH	Potencia hidrogeniônico
PPM	Parte por milhão
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
RIL	Revisão Integrativa da Literatura
ROS	Espécies reativas de oxigênio
SISGEN	Sistema Nacional de Gerenciamento do Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado
SSD	<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal
T0	Tempo zero
T15	Tempo de quinze dias
T30	Tempo de trinta dias
T60	Tempo de sessenta dias
T90	Tempo de noventa dias
V.D.	Valor Diário
v/v	volume de soluto, volume de solução
VET	Valor Energético Total
µL	Microlitro

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	OBJETIVOS	15
2.1	GERAL	15
2.2	ESPECIFICOS	15
3	METODOLOGIA	16
3.1	OBTENÇÃO DOS FRUTOS	16
3.2	TÉCNICAS DE SECAGEM DO CUBIU POR ESTUFA E LIOFILIZAÇÃO	16
3.2.1	Obtenção do fruto seco	16
3.2.1.1	Análises do teor de umidade na secagem do fruto	16
3.2.1.2	Determinação do Resíduo Seco	16
3.3	CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS SECAS	17
3.3.1	Proteínas	17
3.3.2	Lipídios	18
3.3.3	Umidade	18
3.3.4	pH	18
3.3.5	Carboidratos	18
3.3.6	Análise de Minerais	18
3.4	ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS AMOSTRAS SECAS	19
3.4.1	Determinação do teor de Fenólicos Totais	19
3.4.2	Determinação da varredura do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil	19
3.4.3	Determinação do radical 2,2'-azino-bis (3-etil-benzolona-6-sulfonato) (ABTS+)	20
3.4.4	Determinação do teor de ácido ascórbico	20
3.4.5	Atividade antioxidante celular (AAC)	21
3.5.1	Avaliação da viabilidade celular das amostras secas	21
3.5.1.1	Método Alamar Blue	21
3.6	DETERMINAÇÃO DO TEOR DE NARINGENINA DAS AMOSTRAS SECAS	22
3.7	CINÉTICA DE SECAGEM DO FRUTO DAS AMOSTRAS SECAS	23
3.8	PRODUÇÃO DO NUTRACÊUTICO À BASE DE CUBIU	23
3.8.1	Formulação do Nutracêutico à Base de Cubiu	23
3.8.2	Escolha da Forma de Apresentação	23
3.8.3	Formulação	24

3.8.4 Preparação das Gomas	24
3.8.5 Processo de Preparação	24
3.8.5.1 Pesagem	24
3.8.5.2 Envase e Armazenamento	24
3.9 ESTUDO DE ESTABILIDADE	25
3.9.1 Peso médio	25
3.9.2 Teste de desintegração das gomas	25
3.9.3 pH	25
3.9.4 Umidade	26
3.10 TESTE ORGANOLÉPTICO	26
3.11 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA	26
3.12 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS GOMAS	26
3.12.1 Cinzas	27
3.12.2 Proteína	27
3.12.3 Lipídeos	27
3.12.4 Umidade	27
3.12.5 Amido	27
3.13 ANÁLISE QUÍMICA DAS GOMAS	28
3.13.1 Teor de naringenina	28
3.14 ANÁLISE SENSORIAL E ACEITABILIDADE	28
3.14.1 Amostras para análise sensorial	28
3.14.2 Local e participantes do estudo	29
3.15 ANÁLISE ESTATÍSTICA	29
4.0 RESULTADOS	30
ARTIGO 1 Perfil químico e biológico do cubiu (<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal): Uma Revisão com abordagem integrada	31
ARTIGO 2 Dinâmica de secagem e propriedades físico-químicas do fruto <i>Solanum sessiliflorum</i>	52
ARTIGO 3 Desenvolvimento de gomas nutracêuticas à base de cubiu (<i>Solanum sessiliflorum</i> Dunal): aceitação e propriedades sensoriais.....	78
5 CONCLUSÃO	118
6 REFERENCIAS	119
ANEXO	123

1 INTRODUÇÃO

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é uma fruta nativa da Amazônia que, apesar de seu uso tradicional na medicina popular e seu valor nutricional, ainda apresenta lacunas significativas no conhecimento científico sobre seu perfil químico e biológico. O cubiu é uma fruta popular e medicinal utilizada em diversas preparações alimentícias. Reconhecida por suas propriedades que aliviam coceiras, eliminam parasitas e controlam colesterol, diabetes e ácido úrico. A crescente demanda por produtos naturais que promovam a saúde e o bem-estar, aliada à busca por alternativas aos medicamentos convencionais, torna essencial a investigação aprofundada das propriedades do cubiu. (Pahlen, 1977, Silva, 2019, Silva Filho, et al., 2012; Arana, et al., 2021).

A literatura científica revela um interesse pelo cubiu, focando principalmente nas propriedades química e biológicas do fruto. Essas propriedades podem incluir a modulação do sistema imunológico e benefícios para a saúde digestiva, sugerindo que os polissacarídeos do cubiu podem ser explorados para formulações farmacêuticas inovadoras. Além da redução da oxidação de lipoproteínas de baixa densidade, importante para a saúde cardiovascular, indução de mortalidade e inibição da proliferação em células cancerígenas (MCF-7 e HT-29), com efeitos comparáveis ao fármaco quimioterápico 5-fluorouracil, propriedades citoprotetoras e antitumorais do cubiu, sem evidências de citotoxicidade *in vivo* (Colodel, et al., 2019; Montagner, et al., 2021).

As propriedades nutricionais do cubiu podem estar associadas a biodisponibilidade de compostos bioativos, como os fenólicos, fibras, minerais, vitamina C. Esses compostos estão relacionados à atividade antioxidante, visto que, o uso constante de compostos fenólicos como a naringenina encontrada no fruto, está associada a efeitos anti-inflamatórios em uma variedade de distúrbios inflamatórios. Assim como, de um menor risco de doença cardiovascular, câncer, diabetes tipo II, obesidade e pode ser uma alternativa viável e natural para o tratamento de feridas. Além de uma fonte importante de pectinas, para ser aplicada na indústria alimentícia e farmacêutica (Silva, 2019; Campos, 2021; Montagner, et al., 2021; Dalenogare, et al., 2022; Cai, et al., 2023, De Carvalho, et al. 2023).

Diversas pesquisas estão sendo realizadas para desenvolver produtos funcionais a partir de compostos naturais encontrados em plantas medicinais, como o cubiu. Essas plantas têm demonstrado eficácia no controle dos níveis de glicose, colesterol e triglicerídeos, além de possuírem propriedades antioxidantes que regulam processos metabólicos e apresentam atividades anti-inflamatórias. O uso dessas plantas pode reduzir o risco de doenças graves, como câncer de cólon, doenças inflamatórias intestinais, doenças cardiovasculares e obesidade. Assim, a pesquisa sobre o cubiu e suas propriedades se torna essencial para a promoção da saúde e a prevenção de doenças, destacando seu potencial como um nutracêutico valioso. (Bindu, et al., 2018; Alam, et al., 2022; Safraid et al., 2022; De Almeida, et al., 2023).

A importância do cubiu vai além de suas propriedades nutricionais; ela também está ligada à valorização da biodiversidade da Amazônia. A pesquisa sobre as características do cubiu e suas potenciais aplicações terapêuticas e nutricionais pode contribuir para a conservação de espécies nativas. Além disso, essa valorização promove a integração de conhecimentos tradicionais com a ciência moderna, criando um espaço para o desenvolvimento sustentável. A exploração de frutas e plantas nativas, como o cubiu, abre novas possibilidades para a criação de produtos que atendam à crescente demanda por soluções saudáveis e sustentáveis (Silva, 2019; Colodel, et al., 2019; Campos, 2021, Montagner, et al., 2021)

Os nutracêuticos, que são produtos derivados de alimentos ou plantas medicinais, oferecem benefícios adicionais à saúde além de suas propriedades nutricionais básicas. A incorporação de extratos bioativos, como antioxidantes de origem vegetal, pode aumentar significativamente o valor nutricional dos produtos. Isso é especialmente relevante na formulação de gomas, que devem atender a padrões de sabor e textura, ao mesmo tempo em que proporcionam benefícios nutricionais. A demanda por opções mais saudáveis no mercado é crescente, e os nutracêuticos podem desempenhar um papel crucial na prevenção e tratamento de doenças associadas ao estilo de vida, como diabetes tipo II, obesidade e doenças cardiovasculares (Roudbari, et al., 2020; Bertuccioli, et al., 2021; Subramanian, 2021).

Este tipo de produto não apenas atende às necessidades nutricionais, mas também promove a conservação da biodiversidade e o uso sustentável dos recursos naturais. Assim, a pesquisa e o desenvolvimento de gomas a partir do cubiu podem ter um impacto significativo na saúde pública e na preservação ambiental, alinhando-se com as tendências atuais de consumo consciente e saudável.

Sendo assim, esta pesquisa teve como objetivo a produção de uma goma nutracêutica à base de cubiu representando uma inovação no desenvolvimento de produtos alimentares funcionais, especialmente em um contexto em que a saúde e o bem-estar são prioridades para os consumidores.

2 OBJETIVOS

2.1 GERAL

Desenvolver uma goma nutracêutica à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) para a prevenção de diversas doenças crônicas.

2.2 ESPECIFICOS

- Analisar e comparar as técnicas de secagem do cubiu por estufa e liofilização
- Determinar a caracterização físico-química do fruto integral seco por estufa, liofilizado e gomas.
- Análisar o potencial antioxidantes e bioativos no produto integral seco do cubiu e celular (AAC).
- Avaliar a toxicidade do cubiu seco em estufa e liofilizado.
- Verificar o teor de naringenina no cubiu seco em estufa, liofilizado e gomas
- Analisar a cinética de secagem do cubiu seco em estufa e liofilizado
- Elaborar a formulação e preparo da goma nutracêutica à base de cubiu
- Realizar o estudo de estabilidade das gomas.
- Aplicar o teste de análise sensorial e intenção de compra das gomas

3. METODOLOGIA

3.1 OBTENÇÃO DOS FRUTOS

Os frutos do cubiu foram adquiridos na cidade Manaus/Amazonas no mês de setembro de 2023 e encaminhados ao Laboratório de Atividades Biológicas-Biophar da Universidade Federal do Amazonas. Após a seleção dos frutos foram retirados os pedúnculos, lavados em água corrente, desinfetados com hipoclorito de sódio na concentração de 200 PPM por 15 minutos, secos em temperatura ambiente, cortados em cubo, triturados no processador de alimentos da marca Walita® Power Chop RI730 (São Paulo, Brasil), para obtenção de uma polpa integral do fruto.

O estudo foi autorizado pelo Sistema Nacional de Gerenciamento do Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado – SISGEN para acesso ao patrimônio genético e registrado com o número A734B8C.

3.2 TÉCNICAS DE SECAGEM DO CUBIU POR ESTUFA E LIOFILIZAÇÃO

3.2.1 Obtenção do fruto seco

Para obtenção do fruto seco, foi processado (4,0 kg) do cubiu inteiro (casca, pericarpo e sementes) divididos em duas partes iguais de peso (2,0 kg). A secagem de parte do material foi realizada em estufa (DCO), com circulação de ar forçada à 70 ° C A outra parte foi liofilização Tolfo et al., (2019) (FDC), utilizando frascos de vidro temperado em aparelho VirTis® BenchTop™ (Midland, ON, Canadá) série “K” à temperatura $-58^{\circ}\text{C} \pm 2$.

3.2.1.1 Análises do teor de umidade na secagem do fruto

Os dados de controle do teor de umidade para os dois métodos foram registrados em intervalos de tempo específicos, começando no tempo zero (T0h), 3h, 6h, 9h, 12h, 24h, 48h e 72h. As alíquotas das amostras foram retiradas após cada horário e acondicionadas em dessecador para análise do teor de umidade por infravermelho utilizando o aparelho Shimadzu® MOC-120H (Kyoto, Japão) e posterior construção da curva de secagem.

3.2.1.2 Determinação do Resíduo Seco

A determinação do resíduo seco foi realizada pelo método Nagakura, *et al* (1972), com remoção da água por aquecimento e secagem seguindo processo de evaporação por transferência de calor na temperatura regulada de $105 \pm 5^\circ\text{C}$ por termostato. Em três cadinhos previamente pesados foram utilizados 20 g da amostra e colocados na estufa por 30 minutos a uma temperatura aproximada de 105°C . A cada 30 minutos, os cadinhos eram retirados da estufa e levados para um dessecador por 30 minutos e pesados em seguida. Repetiu-se a operação até atingir peso constante da massa seca. Para obtenção do resíduo seco determinado pelo peso inicial e final das amostras em cadinho expresso em (%).

3.3 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS AMOSTRAS SECAS

3.3.1 Proteínas

A determinação do teor de proteína foi realizada utilizando bloco digestor e destilador de nitrogênio (Tecnal), seguindo o método oficial da Association of Official Analytical Chemists-AOAC (2005), e a técnica de Kjeldahl, com adaptações. O preparo da amostra foi realizado pesando 0,5 g de amostra seca em estufa e liofilizador utilizando microtubos para digestão com 2 g de mistura catalítica na proporção de 1:10 (sulfato de cobre, sulfato de sódio) e adição de 10 mL de ácido sulfúrico P.A. para digestão das amostras, que foram aquecidas a 400°C até atingir a coloração azul esverdeada. Após resfriamento do tubo, foram adicionadas 3 a 5 gotas de fenolftaleína 1% e 7 mL de água destilada. Em seguida, foram adicionados 25 mL de ácido bórico 2%, 2 gotas de indicador vermelho de metila 0,25% e 2 gotas de indicador verde de bromocresol 0,2%. Para destilação, adicionou-se lentamente NaOH a 40% até atingir um pH alcalino. As amostras foram destiladas até a coleta de aproximadamente 100 mL no Erlenmeyer. As amostras foram tituladas com ácido clorídrico 0,1 N padronizado até o aparecimento de coloração avermelhada e os resultados foram expressos em % de proteínas e utilizando a Eq.1.

$$\%P = (V(\text{HC}) \times f(\text{HCL}) \times N(\text{HCL}) \times F \times 1,4) / (\text{Peso da amostra}) \quad /1/$$

Onde:

V= volume gasto na titulação com ácido clorídrico 0,1 N

F= fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 N

F= fator de correspondência nitrogênio-proteína.

O valor de F para alimentos em geral é 6,25.

P= peso amostral

3.3.2 Lipídios

Os lipídios foram quantificados de acordo com a metodologia AOAC (2005). Para essa análise foi pesado 30 g das amostras e em seguida extraídas em aparelho Soxhlet com hexano P.A., utilizando um balão de fundo plano de 250 mL. A extração foi realizada por 6 horas. Em seguida, a amostra foi concentrada por evaporação do solvente em capela com circulação de ar. O resultado foi calculado a partir do teor de gordura contido na amostra pela diferença de peso do balão medidor antes e após a extração, conforme Eq.2.

$$\% \text{ gordura} = ((\text{Peso de gordura extraída}) / (\text{Peso de gordura seca})) \times 100 \quad /2/$$

3.3.3 Umidade

O método de análise de umidade utilizou 2 g de amostra para a desidratação, e a amostra foi aquecida a 105 °C com radiação infravermelha de 250 a 500 watts utilizando um analisador de umidade (MOC-120H, Shimadzu® Kyoto, Japão).

3.3.4 pH

O pH foi determinado com auxílio de pHmetro (DEL-LAB® São Paulo, Brasil) seguindo método descrito no método 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008) O preparo da amostra para análise envolveu pesar 5 g de material homogeneizado em 50 mL de água destilada utilizando pHmetro previamente calibrado para leitura do extrato.

3.3.5 Carboidratos

O teor total de amido foi determinado seguindo o método proposto por Goñi et al (1996). O valor energético total (VET) foi expresso em kcal por 100 g e calculado conforme Atwater e Bryant (23), utilizando a Eq.3.

$$\text{VET} = (\% \text{proteína total} \times 4) + (\% \text{carboidrato} \times 4) + (\% \text{gordura} \times 9) \quad /3/$$

3.3.6 Análise de Minerais

A análise de minerais foi determinada seguindo a metodologia de Charro et al (2013) em fluorescência de raio-x. A análise de minerais potássio (K), cálcio (Ca), fósforo (P), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Co) e rubídio (Rb), foi realizada por Espectrometria de Fluorescência de Raio-X de Dispersão de Energia (EDX, modelo

720, Shimadzu®, Japão). Essa análise utilizou 100 g das amostras secas em estufa e liofilizada em triplicata.

3.4 ATIVIDADE ANTIOXIDANTE DAS AMOSTRAS SECAS

3.4.1 Determinação do teor de Fenólicos Totais

A concentração de fenóis totais foi quantificada conforme o método descrito por Granato et al (2016) com modificações. Inicialmente, utilizou-se 10 µL da solução das amostras numa concentração de 1 mg/mL e adicionado 50 µL do reagente Folin – Ciocalteu, marca Sigma-Aldrich® (St Louis, EUA), (diuído 1:3) e 200 µL de água melli - Q. Essa mistura, foi incubada no escuro por 8 minutos a temperatura ambiente. Logo após esse tempo foi adicionado uma solução saturada de carbonato de sódio 0,4% e incubado novamente por 3 minutos. A reação foi realizada em triplicata. A curva de calibração foi obtida utilizando ácido gálico (8 - 1000 mg mL⁻¹). A leitura foi realizada no espectrofotômetro modelo DTX 800, Beckman Coulter® (Indianápolis, Estados Unidos), usando 630 nm.

3.4.2 Determinação da varredura do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•)

O ensaio foi conduzido conforme a metodologia descrita por Molyneux (2004), com algumas adaptações para execução em microplaca de 96 poços. A solução de DPPH foi preparada na concentração de 1 mg/mL em álcool 96%. Em uma placa de 96 poços, foram adicionados 30 µL de álcool 96% e 270 µL da solução de DPPH, analisando no espectrofotômetro na absorbância em 492 nm. As amostras foram preparadas na concentração de 5 mg/mL em álcool 96%. Em seguida, foram adicionados 60 µL das amostras nos poços, com subsequente diluição seriada de 30 µL. Em seguida, foram adicionados 30 µL de álcool 96% e 270 µL da solução de DPPH. A placa foi incubada por 30 minutos e analisada no espectrofotômetro modelo DTX 800, Beckman Coulter® (Indianápolis, Estados Unidos), na absorbância de 492 nm. A partir dos resultados, foi calculada a porcentagem de DPPH remanescente no meio reacional (ALVEZ et al., 2010; SANCHEZ-MORENO et al., 1998). Os valores de IC₅₀ (quantidade de antioxidante necessária para reduzir a concentração inicial de DPPH em 50%), determinados por análise de regressão linear, foram comparados ao padrão de ácido gálico (1 mg/mL) Mensor et al. (2001), acordo com fórmula 5.

$$\% AA = 100 - \left(\frac{\text{Absamostra}}{\text{Abscontrole}} \right) \times 100 \quad (5)$$

Onde % AA é percentagem de estabilização, Abscontrole é a absorbância inicial da solução etanólica de DPPH e Absamostra é a absorbância da mistura reacional em 30 min (DPPH + amostra).

3.4.3 Determinação do radical 2,2'-azino-bis (3-etil-benzolona-6-sulfonato) (ABTS+)

A capacidade antioxidante das amostras secas ao forno e liofilizadas foi determinada utilizando o método de captura do radical ABTS, conforme descrito por Re et al (1999) e Shanty et al (2017), com modificações. A atividade antioxidante foi avaliada em microplacas de 96 poços. A solução de ABTS foi preparada a 1,8 mM diluída em água Milli-Q com 5 mM de persulfato de sódio. Esta mistura foi incubada à temperatura ambiente e no escuro por 16 horas para permitir uma reação completa. Em seguida, foram adicionados 270 µL de ABTS diluído em água (1:7) e 30 µL do diluente aos poços, e a absorbância foi ajustada para ± 1.000 , em um comprimento de onda de 630 nm, utilizando um espectrofotômetro (DTX 800, Beckman Coulter®, Indianapolis, EUA). As amostras foram preparadas em tubos de ensaio, na concentração de 1 mg/mL em água Milli-Q. Um alíquota de 30 µL de cada amostra foi adicionada a um poço da microplaca, seguida por 270 µL da solução de ABTS•+, e incubada por 15 minutos. O experimento foi realizado em triplicata e, com base nos resultados obtidos, foi determinada a porcentagem de ABTS•+ restante no meio de reação. Os resultados foram comparados com o padrão de trolox (Sigma-Aldrich, St. Louis, EUA).

3.4.4 Determinação do teor de ácido ascórbico

Para dosagem de vitamina C no cubiu seco foi utilizado o método descrito Presato et al. (2008). Em 10g de cubiu seco em estufa e liofilizado foi misturado a solução extratora contendo 25 mL de ácido fosfórico (H₃PO₄) 0,3 M e ácido acético (HAc) 1,4M. A mistura foi adicionada em um tubo e centrifugada à 15000 RPM durante 15 minutos. Em seguida, a mistura foi filtrada em filtro microporo 0,45 µm. A quantificação foi realizada por comparação de padrão de vitamina C e foram preparadas soluções estoque do padrão. Dez microgramas de L-ácido ascórbico

foram dissolvidos em 100 mL de mistura (H_3PO_4 0,3 M e HAc 1,4 M) para atingir concentração inicial de 1 mg/mL. A separação cromatográfica ocorreu utilizando uma coluna Agilent RP-18 (25 x 4.6 mm i.d., 5 μm) e fase móvel isocrática (A:B 33:67 A: acetato de potássio 0,1M, pH = 4.9 e B: acetonitrila:água 50:50) em fluxo de 1 mL/min. Absorção UV em 270 nm à temperatura ambiente. A concentração de vitamina C foi calculada através de regressão linear.

3.4.5 Atividade antioxidante celular (AAC)

A avaliação da atividade antioxidante celular foi realizada conforme (Wolf, et al, 2007). Na qual baseia-se na detecção da produção de ROS intracelular utilizando o composto fluorescente: 2',7'-dicloro-fluoresceína-diacetato (DCFH-DA). As amostras foram preparadas na concentração de 1mg/mL. Nesta técnica, foram utilizadas células da linhagem MRC-5 fibroblásticas semeadas na concentração de 6×10^4 células/poço em 100 μL de meio de crescimento e incubados por 24h. Após esse período, o meio de cultura foi removido e os poços foram lavados com tampão (PBS). Em seguida, foi preparada uma solução a 25 μM de DCFH-DA dissolvido em tampão Hank's (Vitrocell, Brasil) e as substâncias foram adicionadas juntamente com essa solução de acordo com as concentrações estabelecidas. Foram adicionados 100 μL dessa diluição aos poços da placa e foram incubados durante 60 minutos a 37°C e 5% de CO_2 . Posteriormente, os poços foram lavados novamente com PBS, e logo em seguida foi preparada uma solução de AAPH a 600 μM dissolvida em tampão Hank's, 100 μL dessa solução foi adicionada aos poços e em seguida foi realizada a leitura da placa com a fluorescência mensurada imediatamente no comprimento de onda de excitação 485 nm e de emissão 520 nm durante 60 minutos em intervalos de 5 min. Os controles com e sem DCFH-DA foram preparados e submetidos a processos análogos. A Quercetina (Vetec, Brasil) foi utilizada como controle positivo da atividade antioxidante nas mesmas concentrações.

3.5.1 Avaliação da viabilidade celular das amostras secas

3.5.1.1 Método Alamar Blue

O ensaio de viabilidade celular foi realizado seguindo a metodologia de Nakayama, (1997). A linhagem celular de fibroblastos MRC-5 (fibroblastos humanos) foi plaqueada na concentração ($0,5 \times 10^4$) células/poço) em placas de cultura de tecidos de 96 poços até um volume final de 100 μL por poço. Após 24 horas, realizou-

se o tratamento com o extrato de cubiu estufa e liofilizado testado nas concentrações de (0-100µg/mL) nos tempos de 24, 48 e 72 horas, após incubação, adicionou-se a solução Alamar Blue (10 µL de Alamar blue 0,4 % em PBS) e incubou-se as células durante 3 horas a 37 °C. A fluorescência foi medida por excitação a 545 nm e emissão a 595 nm no leitor de microplaca. Como controle positivo de morte celular foi utilizada a (Doxorubicin hydrochloride, D1515, Sigma-Aldrich) a 5 µg/mL e meio de cultura sem tratamento como controle negativo. Os ensaios foram realizados em triplicata de experimentos independentes e expressos como porcentagem de viabilidade celular.

$$\%Viabilidade = F_{tx} \times 100 / \Delta F_b$$

Onde:

F_{tx} = (fluorescência da célula + meio + substância + resazurina)

ΔF_b = (fluorescência da célula + meio + resazurina) ..

3.6 DETERMINAÇÃO DO TEOR DE NARINGENINA DAS AMOSTRAS SECAS

Foram utilizadas 3 g de amostras secas em estufa e liofilizador. As amostras foram homogeneizadas em 100 mL de acetato de etila por 5 horas em agitador magnético, Lucadema (São Paulo, Brasil), filtradas em papel filtro e secas em capela de ar por 18 horas. Os extratos secos foram ressuspensos em 10 mL de metanol Sigma-Aldrich® (St. Louis, EUA), homogeneizados em vortex e filtrados. Uma alíquota de 1,5 mL foi injetada em vial para análise em CLAE. Para o padrão de naringenina (1mg/mL) Sigma-Aldrich®, foi solubilizada em metanol e utilizado uma alíquota de 1,5 mL da solução para análise. Essa solução foi injetada no sistema de cromatógrafo líquido de alta eficiência LC-20AT com detector de arranjo de diodos PDA-20A, marca Shimadzu® (Kyoto, Japão). Utilizou-se uma coluna de fase reversa Luna C18 (Phenomenex) de 5 µm (250/4.6 mm) a 25°C, com fluxo de 0,800 mL/min e comprimento de onda de 275 nm. A injeção do padrão e das amostras foram realizadas em triplicata. A separação cromatográfica foi realizada com fases móveis A: 0,2% de ácido fórmico 85% PA (Sal Rochelle PVA Reagentes e Soluções, São Paulo, Brasil) e B: acetonitrila (Honeywell Riedel-de Haen®, Seelze, Alemanha) a 25°C, com injeção de 12 µL, seguindo o programa de gradiente: 0-2 min - fase B (10%); 2-19 min - fase B (70%); 20-24 min - fase B (100%); 25- 30 min - fase B (10%).

Os resultados foram obtidos com referência de uma curva padrão de nariginina (16ng – 1µg) e foram corrigidos para diluição e concentração.

3.7 CINÉTICA DE SECAGEM DO FRUTO DAS AMOSTRAS SECAS

As razões de umidade foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as secagens, em liofilizador e na estufa e dos teores de água determinados no final delas. Para descrever a cinética de secagem, foram utilizados dois termos relacionados. O primeiro é RX, que representa a razão de umidade experimental, calculada para cada etapa do processo com base nos teores de água inicial, final e em equilíbrio. De acordo com Reis, et al., (2012). Este valor foi obtido pela Equação 5:

$$RX = \frac{X - X_F}{X_I - X_F} \quad (5)$$

Onde, RX é a razão de umidade (adimensional); X é a teor de água; Xi é o teor de água inicial; Xf é o teor de água de equilíbrio.

O segundo termo é RU, que se refere à razão de umidade ajustada ao modelo matemático de Henderson e Pabis, utilizada para prever o comportamento da secagem com base nos parâmetros do modelo. Este valor foi obtido por regressão linear, conforme Reis et al, (2012) descrito pela Equação 6:

$$RU = a * \exp(-k * t) \quad (6)$$

Onde, RU é a razão de umidade (adimensional); a e k são os parâmetros do modelo; t é o tempo de secagem em minutos.

3.8 PRODUÇÃO DO NUTRACÊUTICO À BASE DE CUBIU

3.8.1 Formulação do Nutracêutico à Base de Cubiu

O desenvolvimento do produto foi realizado no Laboratório BioPhar do curso de Ciências Farmacêuticas da Universidade Federal do Amazonas. Para essa formulação, utilizou-se o fruto integral do cubiu em pó liofilizado e inulina como ativos.

3.8.2 Escolha da Forma de Apresentação

A forma de apresentação escolhida foi a de gomas mastigáveis, priorizando a funcionalidade e a facilidade de consumo, especialmente para pessoas com dificuldade de deglutição.

3.8.3 Formulação

A formulação seguiu os ensaios da Farmacopeia Brasileira (2019) para medicamentos, uma vez que não há referências específicas para a elaboração de gomas à base de gelatina. As matérias-primas utilizadas foram aprovadas para adultos, conforme as normas da ANVISA (2008). A base da goma é a Goma Gaudi® (composta por gelatina, goma arábica e conservante), sem a adição de acidulantes, glicose ou adoçantes artificiais.

3.8.4 Preparação das Gomas

A elaboração das gomas foi realizada na PHarmacia Homeopática Chamomilla LTDA, em São Paulo. Foram preparadas duas variedades de gomas: natural sem aromatizante e outra com aromatizante de morango.

3.8.5 Processo de Preparação

3.8.5.1 Pesagem

Todos os ingredientes foram pesados utilizando uma balança analítica (SHIMADZU® AUW220D).

Hidratação: A base de goma foi hidratada em metade do volume de água fria por 10 minutos.

Dissolução: O restante da água, aquecida a 60°C, foi adicionado à goma hidratada.

Incorporação dos Ativos: Os ativos foram adicionados em banho-maria a 80°C, mexendo por 20 minutos até obter homogeneização.

3.8.5.2 Envase e Armazenamento

As gomas foram acondicionadas em blisters de 10 g. Após o resfriamento e solidificação, os blisters foram selados com folhas de alumínio. O armazenamento foi realizado em caixas protegidas da luz, sob refrigeração a 8°C, conforme a RDC n. 259 de 2002, com validade de seis meses.

3.9 ESTUDO DE ESTABILIDADE

Para essa avaliação, foram utilizados os parâmetros do peso médio, o perfil de desagregação da formulação, pH, umidade, análise microbiológica e organoléticos (Brasil, 2019). As medições foram realizadas em cinco momentos: no tempo zero (após a preparação), aos 15 dias (tempo inicial), e aos 30, 60 e 90 dias (final do estudo), conforme descrito por Romão et al. (2006). As gomas foram armazenadas em diferentes condições de temperatura: ambiente ($25^{\circ}\text{C} \pm 2$), câmara controlada (40°C) e refrigeração (8°C), a fim de analisar as possíveis alterações sob essas condições (Brasil, 2019).

3.9.1 Peso médio

Para a avaliação do peso médio, foi utilizado o método para produtos de dose unitária da Farmacopeia Brasileira, 6ª edição (BRASIL, 2019). Foram pesadas individualmente 20 gomas, nos sabores natural (A) e morango (B), utilizando uma balança analítica (SHIMADZU® AUW220D). Em seguida, foram calculados o peso médio, desvio padrão, coeficiente de variação, limite inferior (LI) e limite superior (LS) de variação, permitindo até duas unidades fora dos limites especificados de $\pm 5,0\%$ (Brasil, 2019).

3.9.2 Teste de desintegração das gomas

O teste de desintegração foi realizado conforme o ensaio "5.1.4.1 Teste de Desintegração para Comprimidos e Cápsulas" da Farmacopeia Brasileira (Brasil, 2019), utilizando o aparelho Nova Ética®. Seis amostras de gomas no sabor natural foram imersas em 800 mL de saliva artificial (Botica Bella Terra®, São Paulo) e soro fisiológico, a $37^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$. A saliva artificial continha cloreto de magnésio, potássio, sódio, cálcio, nipagin, sucralose, fluoreto de sódio, carboximetilcelulose e água destilada. O tempo de desintegração foi registrado quando a goma se desintegrou completamente, sem resíduos nos cestos. Segundo a Farmacopeia Brasileira, o tempo máximo de desintegração deve ser de 30 minutos, definido pela ausência de resíduos na tela metálica do aparelho

3.9.3 pH

A análise do pH das gomas armazenadas em diferentes períodos de tempos (T0, T15, T30, T60, T90) e temperaturas (25°C , 40°C , 8°C), foram avaliadas de acordo

com o método do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com o uso de PHmetro DEL-LAB® (São Paulo, Brazil) foi pesado em balança analítica (SHIMADZU® AUW220D) 5g de material das amostras e homogeneizadas em 50 mL de água destilada em temperatura ambiente. O pH foi medido com o equipamento previamente calibrado para leitura do extrato nas amostras em triplicata.

3.9.4 Umidade

O método de análise de umidade foi realizado utilizando 5mg da amostra em triplicata submetida à desidratação por aquecimento a 105°C com radiação infravermelha entre 250 e 500 watts. Para esta análise foi utilizado o equipamento SHIMADZU® MOC-120H (Kyoto, Japão).

3.10 Teste organoléptico

Para a análise organoléptica foi utilizado os parâmetros de identificação de mudanças de instabilidade de produtos de acordo com características como cor, odor, sabor e viscosidade conforme ANVISA (2020). O teste organoléptico é uma avaliação sensorial que utiliza os sentidos humanos (visão, olfato, paladar, tato e audição) para analisar as propriedades de produtos, incluindo medicamentos, alimentos e cosméticos (Brasil, 2019).

3.11 Análise Microbiológica

As amostras foram submetidas as análises de coliformes termotolerantes a 37°C, conforme a metodologia recomendada pela NormaTécnica, L5.202, de CETEBS (20018), para determinação de Contagem de Coliformes Termotolerantes (CTT) pela Técnica do Numero mais Provável (NMP) e *Salmonella sp.* Todas as amostras foram analisadas em triplicata. Os resultados seguiram as instruções das normas descritas na RDC nº 12/2001 da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), para os padrões microbiológicos de alimentos que estabelece como padrões microbiológicos para “Chocolates, balas, produtos para confeitaria, gomas de mascar e similares” a ausência de *Salmonella sp.* em 25g, e máximo de 10NPM. g-1 de Coliformes a 45°C (Brasil, 2001)

3.12 CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DAS GOMAS

3.12.1 Cinzas

A determinação quantitativa das cinzas totais foi realizada pelo método de incineração de resíduos, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesaram-se 5 g da amostra, que foram incineradas em mufla a 600°C por 6 horas, queimando toda a matéria orgânica até restarem apenas cinzas. Após o resfriamento das amostras em dessecador, elas foram pesadas em balança analítica. O valor da matéria inorgânica foi determinado e o teor de cinzas foi calculado em porcentagem.

3.12.2 Proteína

A determinação do teor de proteínas foi realizada utilizando um digestor de bloco e um destilador de nitrogênio da marca Tecnal, de acordo com o método oficial da AOAC (2005) e a técnica de Kjeldahl, com adaptações. Foram pesados 0,5 g de amostra e adicionados 2 g de mistura catalítica (sulfato de cobre e sulfato de sódio) e 10 mL de ácido sulfúrico PA. A amostra foi aquecida a 400°C até obter coloração azul-esverdeada. Após resfriamento, foram adicionadas fenolftaleína, água destilada, ácido bórico e indicadores. Na destilação, adicionou-se NaOH a 40% até atingir PH alcalino. As amostras foram destiladas e tituladas com ácido clorídrico 0,1 N, e os resultados foram expressos em porcentagem de proteínas.

3.12.3 Lipídeos

Os lipídios foram quantificados de acordo com a metodologia AOAC, 2005. Foi pesado 30 g das gomas à base de cubiu e extraídos em aparelho de Soxhlet com hexano P.A., utilizando balão de fundo chato de 250 mL. A extração foi realizada por 6 horas. A amostra foi concentrada por meio da evaporação do solvente em capela com de circulação de ar. Calcular o teor de gordura pela diferença de peso do balão antes e após a extração

3.12.4 Umidade

No teor de umidade foi utilizado 5mg da amostra em triplicata para análise por desidratação utilizando o aparelho marca SHIMADZU® MOC-120H (Kyoto, Japão), por radiação com infravermelho com 250 a 500 watts a uma temperatura de 105°C.

3.12.5 Amido

O amido total foi determinado conforme proposto por Goñi et al, (1996). O valor energético total (VET), foi calculado conforme Atwater (1990) e expresso em kcal por 100 gramas.

3.13 ANÁLISE QUÍMICA DAS GOMAS

3.13.1 Teor de naringenina

Foram utilizadas 3g de cada amostra de goma armazenada em diferentes temperaturas (ambiente, câmara controlada e refrigerada) e tempo de armazenamento (T0, T15, T30, T60, T90). O método para análise da naringenina no cubiu foi desenvolvido no Biophar a partir de vários ensaios experimentais até atingir os resultados desejados. As amostras foram homogeneizadas em 100 mL de acetato de etila por 5 horas em um agitador magnético Lucadema (São Paulo, Brasil). Em seguida, filtradas em papel filtro e secas em capela de ar por 18 horas. Os extratos secos foram ressuspensos em 3 mL de metanol (Sigma-Aldrich®, St. Louis, EUA), homogeneizados em vórtex e filtrados novamente em filtro de 0,45µm. Uma alíquota de 1,5 mL em triplicata foi injetada em vial para análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) LC-20AT com detector de arranjo de diodos PDA-20A, da marca Shimadzu® (Kyoto, Japão). A separação foi realizada com uma coluna de fase reversa Luna C18 (Phenomenex), de 5 µm (250/4.6 mm), mantida a 25°C, com fluxo de 0,800 mL/min e detecção a 275 nm. A separação cromatográfica foi feita utilizando como fases móveis A: 0,2% (v/v) de ácido fosfórico 85% PA (Sal Rochelle PVA Reagentes e Soluções, São Paulo, Brasil) e B: acetonitrila 100% (Honeywell Riedel-de Haen®, Seelze, Alemanha), à 25°C, com injeção de 10 µL. O programa de gradiente foi: 0-2 min com 10% de fase B; 2-19 min com 70% de fase B; 20-24 min com 100% de fase B; e 25-30 min com retorno a 10% de fase B. Os resultados foram obtidos com base nas soluções padrão das concentrações de naringenina.

3.14 ANÁLISE SENSORIAL E ACEITABILIDADE

3.14.1 Amostras para análise sensorial

Neste estudo, foi realizado com participantes femininas em uma única sessão de quinze minutos, visando determinar a intensidade das propriedades sensoriais (gosto, cheiro, consistência e coloração) e a intenção de compra do nutracêutico à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Foram oferecidas duas gomas, amostra 1 e amostra 2 (goma sabor natural e outra de sabor morango), em embalagens

individuais e à temperatura ambiente. Os provadores mastigaram as gomas, sem engolir, e analisaram atributos como textura, sabor, aroma e cor. Para evitar saturação sensorial, os participantes lavaram a boca com água e consumiram biscoitos entre as amostras. Após a degustação, responderam a um questionário que sua intenção de compra (FERREIRA et al., 2000).

3.14.2 Local e participantes do estudo

Para a análise sensorial, foram selecionadas 100 mulheres não treinadas, com idades entre 18 e 50 anos, preferencialmente alunas e servidoras da UFAM. O teste, com duração de 15 minutos, ocorreu em cabines individualizadas no laboratório NECTA da Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UFAM. As participantes foram informadas sobre o protocolo e assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo CEP da UFAM (nº 7.009.092). Durante o teste, avaliaram a aceitação das amostras com base em aroma, cor, sabor, textura e impressão geral, utilizando a escala hedônica de 9 pontos e intenção de compra. Para ser considerado bem aceito, o índice de aceitação deveria ser superior a 70% (DUTCOSKY, 2019).

3.15 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Na avaliação de dados e análises estatísticas foi utilizado o software GraphPad Prism 8 disponível comercialmente (GraphPad Software Inc., versão 8.0.2, San Diego CA, EUA). Os resultados foram expressos como média $\pm$ erro padrão dos valores médios por análise de variância (ANOVA) ao nível de significância de $p < 0,05$, seguida pelo teste de Tukey. Na análise sensorial foi empregado o teste exato de Fisher. Para avaliar a intenção de compra das gomas e a avaliação global das participantes foram criadas tabelas de contingência. Para análise de cada atributo da escala hedônica foi calculado o índice de aceitabilidade (IA) utilizando uma fórmula específica que relaciona a média das notas atribuídas ao atributo com a maior nota recebida, permitindo avaliar a aceitação dos produtos.

$$IA(A) = (\bar{X}_A / \max(A)) \times 100,$$

onde $\bar{X}_A$ representa a média das notas atribuídas ao atributo A e $\max(A)$ é a maior nota recebida por esse atributo.

4.0 RESULTADOS

Os resultados da presente tese foram apresentados em formato de artigos.

4.1 ARTIGO 1: Perfil químico e biológico do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Uma abordagem integrada ¹

4.2 ARTIGO 2: Dinâmica de secagem e propriedades físico-químicas do fruto *Solanum sessiliflorum* ²

4.3 ARTIGO 3: Desenvolvimento de gomas nutracêuticas à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Aceitação e propriedades sensoriais³

¹Artigo de revisão aceito para publicar na Revista Científica da FAMINAS ISSN 1807-6912, aceito em 17 de outubro de 2024, será publicado no 1º semestre de 2025

² Artigo original no prelo na Revista Food Technology and Biotechnology (FTB) ISSN 1330-9862 | eISSN: 1334-2606, enviado em 28 de outubro de 2024.

³ Artigo deverá ser submetida a Revista Journal of Food Science and Technology (JFST) ISSN 0975-8402

ARTIGO 1

PERFIL QUÍMICO E BIOLÓGICO DO CUBIU (*SOLANUM SESSILIFLORUM* DUNAL): UMA REVISÃO COM ABORDAGEM INTEGRADA

CHEMICAL AND BIOLOGICAL PROFILE OF CUBIU (*SOLANUM SESSILIFLORUM* DUNAL): A REVIEW WITH AN INTEGRATED APPROACH

Zania Regina Ferreira PEREIRA⁽¹⁾, João Lucas da Silva RUFINO⁽²⁾, Rosany Piccolotto CARVALHO⁽³⁾, Emersom Silva LIMA⁽⁴⁾

(1) Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Brasil. E-mail: *zaniapereira@ufam.edu.br*

(2) Programa de Pós-Graduação em Inovação Farmacêutica, Universidade Federal do Amazonas, Brasil. E-mail: *jjoao_lucas2018@outlook.com*

(3) Departamento de Fisiologia Humana, Instituto de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Amazonas, Brasil. E-mail: *prosany@ufam.edu.br*

(4) Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade Federal do Amazonas, Brasil. E-mail: *eslima@ufam.edu.br*

Agradecimentos

Os autores agradecem a Universidade Federal do Amazonas pelo apoio institucional, a CAPES, FAPEAM e CNPq pelo apoio financeiro ao desenvolvimento da pesquisa.

Declaração de conflito de interesse

Os autores deste artigo declaram não possuir conflito de interesse de ordem financeiro, pessoal, político, acadêmico ou comercial.

Resumo

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), um fruto nativo da Amazônia, tem despertado interesse científico devido sobretudo ao seu potencial medicinal. Esta pesquisa teve como objetivo investigar estudos sobre o cubiu nos últimos 23 anos, focando em seu perfil químico, físico-químico e biológico, especialmente enfocando ensaios *in vitro* e *in vivo* a partir de uma revisão integrativa da literatura. Foram consultadas bases de dados como Medline/Pubmed, SCOPUS, SciELO, entre outras e identificados 158 estudos, dos quais 65 foram removidos por duplicidade. Após avaliação, 50 estudos foram selecionados com base nos critérios de inclusão. O cubiu possui uma química rica em compostos fenólicos e minerais e revela potencialidades farmacológicas, medicinais e nutricionais importantes para a saúde, como atividade antioxidante, antiinflamatória e benefícios para o tratamento de sintomas de doenças crônicas não transmissíveis. Apesar disso, foi observado escassez de estudos *in vitro*, *in vivo* e principalmente ensaios clínicos, indicando a necessidade de mais pesquisas para compreender suas propriedades e benefícios para a saúde humana.

Palavras-chave: Cubiu; *Solanum sessiliflorum*; compostos fenólicos; antioxidante; doenças crônicas.

Abstract

The cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a fruit native to the Amazon, has attracted scientific interest primarily due to its medicinal potential. This research aimed to investigate studies on cubiu over the past 23 years, focusing on its chemical, physicochemical, and biological profile, especially emphasizing *in vitro* and *in vivo* assays through an integrative literature review. Databases such as Medline/Pubmed, SCOPUS, SciELO, among others, were consulted, and 158 studies were identified, of which 65 were removed due to duplication. After evaluation, 50 studies were selected based on inclusion criteria. Cubiu has a chemistry rich in phenolic compounds and minerals and reveals pharmacological, medicinal, and nutritional potentials important for health, such as antioxidant and anti-inflammatory activity, and benefits for treating symptoms of noncommunicable chronic diseases. Nevertheless, a scarcity of *in vitro*, *in vivo*, and especially clinical trials was observed, indicating the need for further research to understand its properties and benefits for human health.

Keywords: Cubiu; *Solanum sessiliflorum*; phenolic compounds; antioxidant; chronic diseases.

1. Introdução

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é uma fruta nativa da Amazônia com potencial medicinal, sendo objeto de grande interesse científico. Encontra-se amplamente distribuído na região equatorial brasileira, peruana e colombiana. É uma planta alimentícia não convencional (PANC) da família Solanaceae (PAHLEN, 1977; da CRUZ, et al., 2023). O cubiu é utilizado tradicionalmente na Amazônia pelas populações tradicionais como terapia medicinal para diversos fins, incluindo a redução de açúcar no sangue, colesterol, triglicerídeos, ácido úrico, queimaduras, feridas e na preparação de alimentos como compotas, doces, sucos e saladas. (SILVA FILHO et al., 2003; YUYAMA, et al., 2006; FUJITA et al., 2014). Suas propriedades nutricionais estão associadas a compostos bioativos, como fenólicos, flavonoides, carotenoides, cumarinas, β -caroteno, entre outros, conferindo atividade antioxidante (KAUNDA, et al., 2019; KOWALCZYK, et al., 2022). Vários estudos farmacológicos destacam suas propriedades citoprotetoras, anti-inflamatórias, antitumorais, anti proliferativas, sem evidências de citotoxicidade *in vivo*, considerado promissor para a saúde, incentivando pesquisas sobre suas propriedades medicinais e farmacológicas (DA SILVA, et al., 2014; HERNANDES, et al. 2014; MONTAGNER et al., 2020; DALENOGAR, et al., 2022).

Apesar do uso tradicional do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) na medicina popular e seu valor nutricional, o conhecimento científico sobre seu perfil químico e biológico é limitado. Este estudo visa preencher essa lacuna com uma revisão das evidências sobre seus compostos, funções biológicas e aplicações terapêuticas. A pesquisa valoriza espécies nativas da Amazônia, promove a conservação da biodiversidade e destaca a relevância do cubiu no desenvolvimento de produtos naturais para a saúde humana e a indústria farmacêutica. O objetivo é incentivar futuras investigações e consolidar informações sobre os benefícios do cubiu, estimulando a inovação tecnológica em sua utilização.

Portanto, o presente estudo visa investigar a relevância de estudos científicos sobre o cubiu nos últimos vinte e três anos. A revisão enfatizou o perfil químico, físico-químico e ensaios biológicos, especialmente aqueles de natureza experimental, abrangendo ensaios *in vitro* e *in vivo*. O propósito é realizar uma combinação abrangente de dados, mapeamento e análises, a fim de identificar lacunas nos trabalhos existentes e estabelecer uma base sólida para pesquisas futuras.

2. Material e métodos

2.1 Delineamento do estudo

Trata-se de um estudo descritivo e transversal, conduzido por meio de pesquisa bibliográfica, empregando coleta de dados secundários por meio de revisão integrativa da literatura (RIL). O método utilizado foi estruturado em seis etapas metodológicas propostas por Mendes (2008): (1) identificação do tema e seleção da hipótese ou questão de pesquisa para a elaboração da revisão integrativa; (2) estabelecimento de critérios para inclusão e exclusão de estudos/amostragem ou busca na literatura; (3) definição das informações a serem extraídas dos estudos selecionados/categorização dos estudos; (4) avaliação dos estudos incluídos na revisão integrativa; interpretação dos resultados; (5) interpretação dos resultados; (6) apresentação da revisão/síntese do conhecimento.

A pesquisa teve como foco a identificação do tema e da pergunta norteadora: "Quais as propriedades do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) com base em sua composição química, físico-química e biológica, considerando estudos realizados em laboratório e em organismos vivos?" Para formular o problema principal, foi utilizada a estratégia do acrônimo PICOS (ARAÚJO, 2020): Population (População), Intervention (Intervenção), Control/Comparison (Comparação da intervenção), Outcome (Resultado ou desfecho clínico) e Study designer (tipo de estudo), sendo este último caracterizado como experimental qualitativo e Ensaio clínico randomizado.

A busca e seleção dos estudos foram conduzidas nos meses de outubro e novembro de 2023. Como estratégia de busca, foram utilizados os descritores MeSH (Medical Subject Headings) e DeCs (Descritores em Ciências da Saúde) e realizada busca em bases de dados indexadas, como, MEDLINE/PubMed (via National Library of Medicine), portal da Biblioteca Virtual em Saúde (BVS), SCOPUS, SciELO.ORG e Banco de Teses CAPES. Os operadores booleanos (OR e AND) foram empregados na combinação de termos, conforme a pergunta de pesquisa, como detalhado na Tabela 1 referente à estratégia de busca e bases de dados utilizadas na pesquisa.

Tabela 1- Estratégia de busca usada para avaliar as propriedades do cubiu

Bases de dados	Estratégia de busca
Pubmed	(“cubiu”/“ <i>solanum sessiliflorum</i> dunal”/maná-cubiu) AND (“ <i>solanum sessiliflorum</i> , “cubiu”) [DeSC Terms];[Terms MeSH] OR (“ <i>solanum sessiliflorum</i> , <i>biological activity</i> ”) [DeSC Terms]; [MeSH Terms] OR (“ <i>solanum sessiliflorum</i> , <i>chemical composition</i> ”) [DeSC Terms];[MeSH Terms] AND (“ <i>solanum sessiliflorum</i> , <i>fruit seed</i> ”) [DeSC Terms];[MeSH Terms] AND (“ <i>solanum sessiliflorum</i> , <i>analysis</i> ”) [DeSC Terms] [MeSH Terms] OR (“ <i>solanum sessiliflorum</i> , <i>chemistry</i> ”) [DeSC Terms];[MeSH Terms];OR (“ <i>solanum sessiliflorum</i> , <i>phenolics</i> ”)AND “ <i>in vivo</i> ”[DesSC Terms; MeSh Terms] OR “ <i>in vitro</i> ” OR “ <i>clinical trial</i> ”
Scopus	
Scielo	
BVS	
Google Scholar	
Banco de teses CAPES	
Web of Science	

Fonte: Autores

Com base nos conjuntos de palavras-chave mencionados, foram aplicados os filtros disponíveis nas próprias bases de dados para análise e seleção dos estudos. Os critérios de inclusão adotados abrangeram resumos, artigos e textos completos em português, inglês e espanhol, publicados entre os anos de 2000 a 2023, com boa qualidade metodológica e alinhados ao propósito desta pesquisa. Em contrapartida, foram estabelecidos critérios de exclusão, tais como estudos duplicados, trabalhos irrelevantes à pergunta, metodologia questionável, baixa qualidade, falta de rigor científico, idiomas não traduzíveis, indisponibilidade de acesso aberto, ausência de resumo ou dados insuficientes no resumo para análise, artigos de revisão sistemática de literatura, narrativa ou metanálise.

A avaliação dos resumos dos artigos selecionados foi conduzida para verificar a conformidade com os critérios de inclusão, analisados integralmente por dois pesquisadores de maneira independente. Os estudos elegíveis foram então avaliados quanto às variáveis estudadas para extração de dados, abrangendo tipo de estudo, composição química do cubiu, aspectos biológicos, físico-química e parâmetros fisiológicos (como pressão arterial, glicose sanguínea, lipídios no sangue, perda de peso, e outros parâmetros de saúde), comportamento animal ou humano, efeitos específicos da ação do cubiu (como análise de biomarcadores em sangue, urina ou fezes; análise histológica de órgãos e tecidos em estudos laboratoriais; expressão de genes relacionados ao metabolismo e à resposta imunológica; variáveis

demográficas, como sexo e idade dos participantes ou animais de laboratório; duração do estudo e ano de publicação). Os desfechos de interesse incluíram o efeito da ação metabólica do cubiu *in vivo e in vitro*, prevenção, tratamento e melhora de doenças, análise da composição centesimal e identificação de compostos majoritários.

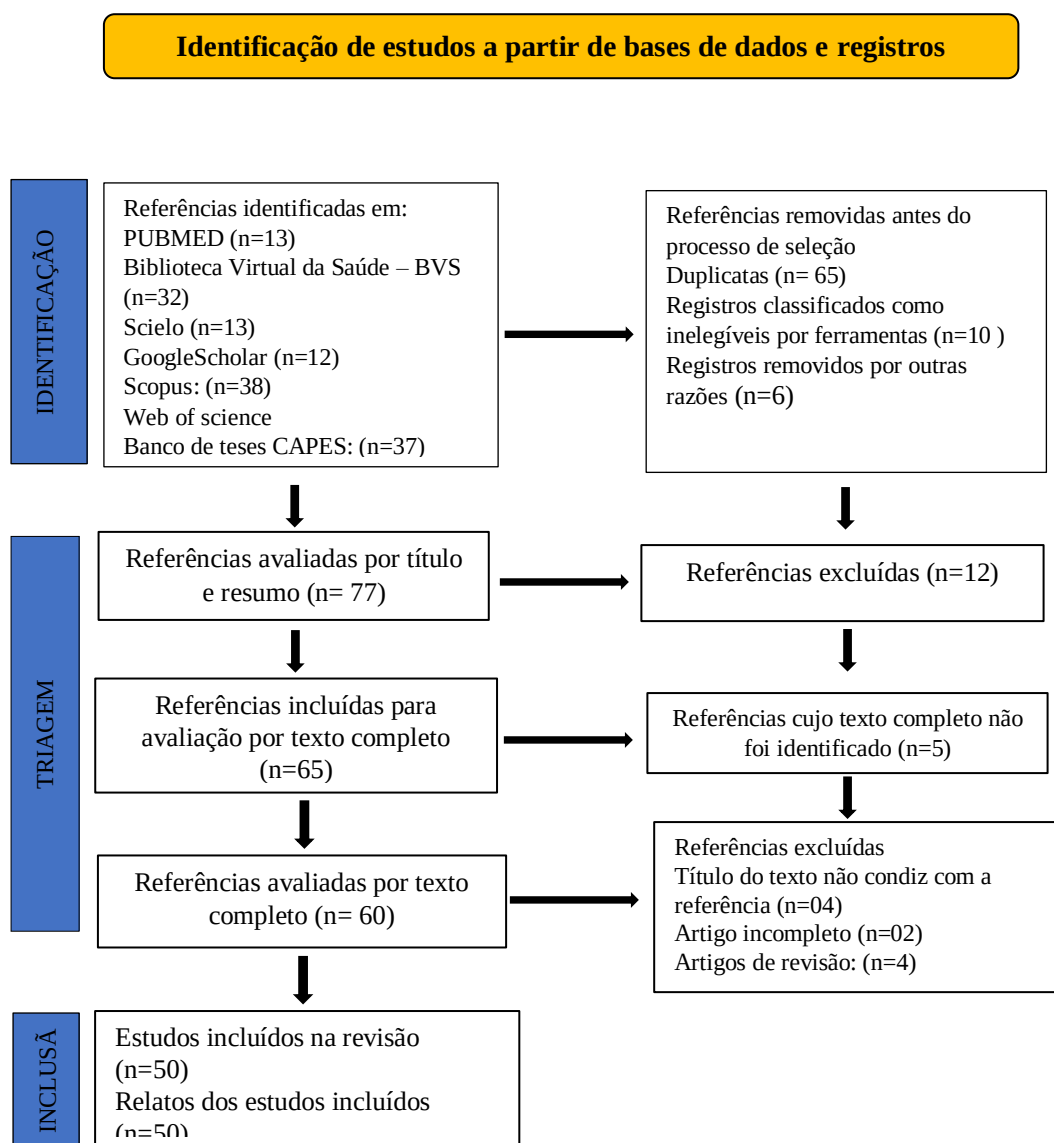
Para organizar os estudos selecionados e eliminar duplicatas, foi utilizado o software *Zotero*, como gerenciador de referências. Após essa análise, os estudos foram organizados em uma tabela no programa Microsoft Excel 2016, considerando todas as referências e removendo duplicatas.

A seleção dos estudos ocorreu em duas etapas, conduzidas por dois pesquisadores. Na primeira etapa, foi realizada a leitura dos títulos e resumos das referências, considerando os critérios de elegibilidade. Na segunda etapa, as referências consideradas elegíveis na primeira etapa foram lidas na íntegra e avaliadas pelos dois pesquisadores. Após a revisão independente, os pesquisadores conduziram uma lista de verificação para todos os estudos selecionados, visando resolver divergências por meio de consenso e realizar uma análise comparativa entre eles. Portanto, todos os estudos escolhidos foram revisados e aqueles que não estavam alinhados com o objetivo do estudo foram excluídos. Textos duplicados também foram removidos do processo de seleção e inclusão dos estudos.

As análises dos estudos foram realizadas de maneira sistemática e descritiva, mapeando e extraindo dados dos artigos pertinentes ao tema da revisão. Esse processo foi representado em um fluxograma que segue as etapas de "identificação", "seleção", "elegibilidade" e "inclusão", conforme recomendado pelo *checklist* PRISMA 2020.

As buscas nas bases de dados identificaram cento e cinquenta e oito (158) estudos na busca inicial, sendo sessenta e cinco (65) estudos removidos por duplicidade pelo gerenciador de referências *Zotero*. Após avaliação dos resumos, títulos, exclusões de referências incompletas e estudos de revisão, resultaram em cinquenta (50) estudos selecionados pelo critério de inclusão. Destes, sete (07) pelo *PUBMED*, seis (6) no *SCOPUS*, nove (9) pelo *Scielo*, oito (8) foram encontrados na BVS, dez (10) no *Google Scholar*, quatro (4) na web of Science, seis (6) estudos cadastrados no Banco de Teses CAPES. O registro desse processo é mostrado no fluxograma de identificação dos estudos na Figura 1.

Figura 1 - Fluxograma do processo de seleção dos artigos



Fonte: Adaptado de PRISMA (2020)

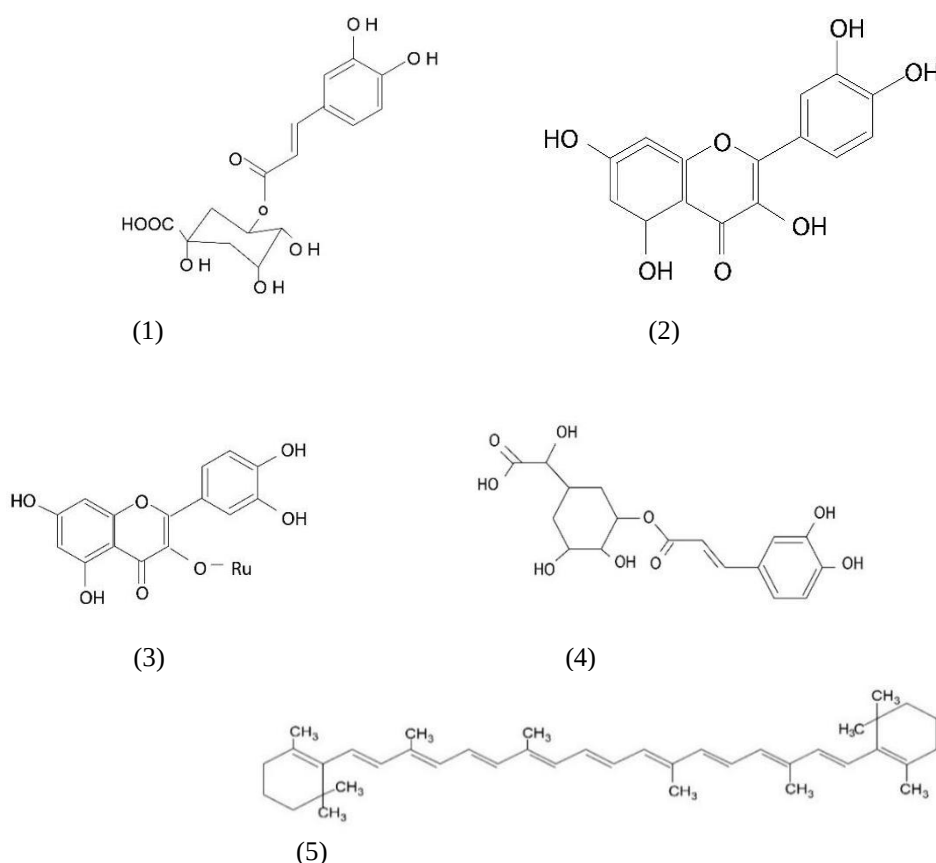
3. Resultados e discussão

3.1 Perfil químico

Primeiramente, buscou-se compreender os benefícios para a saúde, identificando e quantificando compostos bioativos presentes, correlacionando a composição química com os benefícios descritos. A Figura 2 apresenta a estrutura química dos principais bioativos identificados no fruto do cubiu nos estudos publicados e elencados na presente pesquisa. Dentre

as substâncias encontradas podemos destacar: ácido 5-cafeoilquínico, quercetina, rutina, ácido clorogênico e β -caroteno.

Figura 2 - Estrutura química de alguns bioativos identificados no fruto do cubiu. (1) Ácido 5-cafeoilquínico; (2) Quercetina; (3) Rutina; (4) Ácido Clorogênico; (5) β -caroteno.



Fonte: Autores

Rodrigues, et al. (2013) identificaram a presença de compostos fenólicos e carotenoides. Sendo, que os principais carotenoides encontrados no cubiu são o β -caroteno e luteína, enquanto o principal composto fenólico identificado é o ácido 5-cafeoilquínico, sendo o composto predominante, correspondendo a mais de 78% (m/m) do total de compostos fenólicos. Outras substâncias encontradas no fruto incluem diidro cafeoil, espermidinas, entre outros. Dalenogare, et al. (2021), ao analisar diversas substâncias químicas presentes no extrato de cubiu, entre as quais se destacam compostos fenólicos, carotenoides, ácido clorogênico e ácido 5-cafeoilquínico. Muñoz et al., (2020), avaliou a eficácia da microencapsulação da polpa de cocona seca por spray com uma mistura de maltodextrina e colágeno hidrolisado em

comparação com a polpa de cocona liofilizada e resultados sugerem fortemente que a microencapsulação melhorou significativamente a eficiência de encapsulamento e a estabilidade da polpa do cocona, especialmente na preservação do 5-CQA. De Oliveira, et al (2019) identificaram maior quantidade do composto 5-CQA na polpa de maná cubiu ($7130 \pm 82 \mu\text{g/g}$ polpa), responsável pela capacidade antioxidante da fruta junto com outros compostos biologicamente ativos.

Arana, et al. (2021) detectaram 70 compostos bioativos nas frutas Cocona peruana, como ácidos fenólicos, aminoácidos, flavonoides, carotenoides e derivados lipídicos. Destaca-se o ácido cafeoilquínico, ácido gálico, ácido ferúlico e ácido clorogênico. Esses compostos, reconhecidos por propriedades antioxidantes, anti-inflamatórias e anti-hiperlipidêmicas, fornecem informações valiosas para potenciais aplicações nas indústrias alimentícia e farmacêutica.

Em outro estudo, Montagner, et al. (2020) analisaram as diversas substâncias químicas presentes no extrato hidroalcoólico do cubiu. As substâncias majoritárias encontradas foram o ácido gálico, β -caroteno e ácido cafeico, que apresentaram concentrações mais elevadas em comparação aos demais compostos analisados. Por outro lado, as substâncias minoritárias no extrato foram rutinas, quercetina e catequina, que exibiram concentrações relativamente mais baixas em comparação com as substâncias majoritárias.

Em outro estudo, Colodel, et al. (2019) ao analisar os polissacarídeos na casca do cubiu e suas possíveis aplicações em várias indústrias, os resultados mostraram o teor de ácido galacturônico de 79%, a partir da pectina, utilizando extração sequencial com água e EDTA. Segundo os resultados do estudo, Faria, et al., (2020), utilizando o método para identificar os compostos orgânicos voláteis presentes em nove frutas mais consumidas em Manaus, identificaram o ácido n-octanoico como a substância química predominante no cubiu, representando 34,1% dos compostos orgânicos voláteis identificados no fruto.

3.2 Perfil físico-químico

Na Tabela 2 são apresentados os estudos que investigaram o perfil físico-químico do fruto do cubiu, abrangendo a caracterização de umidade, cinzas, proteínas, lipídeos, carboidratos, fibras totais, pH, sólidos solutos, e valor energético total. A maioria dos estudos abordou a utilização completa do fruto, englobando casca, polpa e placenta, empregando processos de desidratação em estufa com circulação de ar controlado e liofilização (YUYAMA et al., 2002; 2005; 2007; ANDRADE et al., 2012; 2015; 2017; DA SILVA et al., 2014; MAIA

et al., 2015; MASCATO, et al., 2015; CARDONA et al., 2016; COLODEL et al., 2017; 2018; SERENO et al., 2020; DALENGARE et al., 2021; DE OLIVEIRA, et al., 2021; SERNA et al., 2022; ANDRADE et al., 2023). A caracterização físico-química conduzida por Andrade et al. (2015; 2017) e De Oliveira et al. (2021) evidenciaram uma elevada concentração de pectina na casca do cubiu. Verifica-se também na Tabela 2 que nenhum dos autores realizou análise físico-química completa. No entanto, os teores de umidade, energia e pH assemelham-se.

Tabela 2 - Perfil físico-química do cubiu

Referências	PTN %	LIP %	CH %	Energia %	Cinzas %	pH %	ST %	U %	FT %
ANDRADE JÚNIOR, et al. 2012	0,86±0,00	3,15±0,00	*ND	* ND	0,44±0,00	ND	ND	ND	ND
ANDRADE JÚNIOR, et al. 2017	1,11±0,00	9,01±0,00	0,26±0,0	38.28±0,0	0,8± 0,00	ND	ND	91,7±0,00	ND
DEUS, et al., 2019	0,87 ±0,6	1,92 ± 0,8	4,03±0,0	36,88±0,0	0,78 ± 0,5	3,1±0,0	ND	90,25±0,0	2,1±0,7
QUISPE, et al. 2022	0,27±0,00	0,21±0,00	11,4±0,00	15,2±0,00	0,21±0,00	ND	ND	87,9 ±0,0	ND
MAIA, et al. 2015	0,57±0,01	0,31±0,00	8,49±0,02	ND	0,45±0,02	ND	ND	90,18±0,44	3,9± 0,00
ROSA, et al.2021	0,9 ± 0,07	ND	6,7 ±0,18	37,7 ± ,76	0,70±0,05	3,4±0,04	11±0,4	88,5 ± 0,45	2,5 ± 0,45
SANDOVAL, 2010	0.83±0.02	0,25±0.03	5,2±0,00	29,2±0,00	0,77±0.00	3.3±0.0	ND	88,59±0,42	3,68±1,33

SERNA, et al. 2015	0.41±0,00	ND	3,48±0,00	ND	0,47±0,00	3,31±0,0	6±0,0	ND	13,61±0,0
VARGAS, et al. 2020	0.64±0.03	0,65±0.04	4,22±0.16	ND	0,39±0.02	3,05±0,1	5±0,3	94.01±0.01	0,09±0,04

continua para primeira

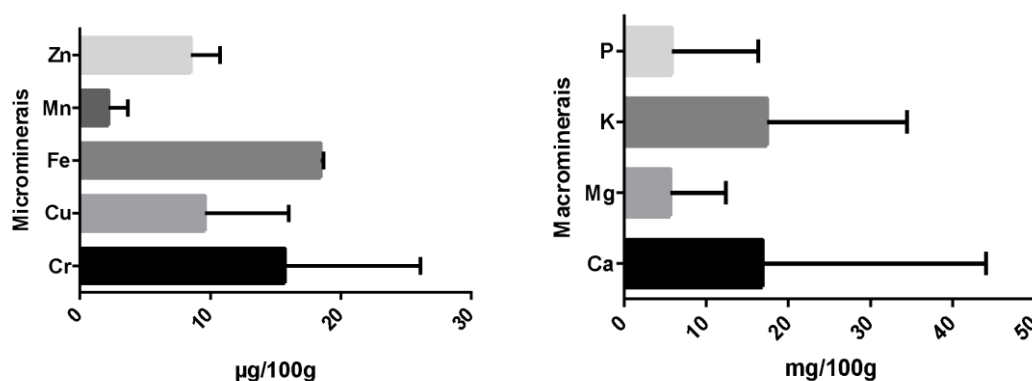
Referências	PTN%	LIP %	CH %	Energia %	Cinzas %	pH %	ST %	U %	FT %
YUYAMA, et al. 2005	0,7± 0,00	0,7±0,00	2,8±0,02	24,0±0,00	0,70±0,01	ND	ND	90,6 ± 1,00	3,59±0,02
YUYAMA, et al. 2005	0,7± 0,00	0,7±0,00	2,8±0,02	24,0±0,00	0,70±0,01	ND	ND	90,6 ± 1,00	3,59±0,02
YUYAMA, et al. 2007	0,5±0,01	ND	5,9± 0,80	33,7±0,70	0,60±0,09	ND	ND	90,5± 0,00	1,9± 0,07
YUYAMA, et al. 2008	0,03±0,00	0,60±0,00	3,41±0,00	19,16±0,0	0,02±0,00	4,8±0,01	ND	94,32±0,07	2,22±0,0
Média	0,65	1,53	4,67	18,06	0,54	1,61	1,88	73,87	2,80

Fonte: Autores. *Não Determinado. PTN= proteína; LIP=lipídeos; CH=carboidrato; ST= sólidos totais; U= umidade; FT=fibra total.

A Figura 3 mostra os resultados das dosagens de minerais no cubiu. Nesse contexto, Sereno et al. (2018) evidenciam que o fruto se destaca por sua riqueza em selênio, fósforo e ferro. Assim, tanto a casca quanto a polpa desempenham um papel significativo no atendimento das necessidades diárias de ferro, fornecendo 4,78% dessas necessidades em uma porção de 100g da fruta. Serna et al. (2015) identificaram nove minerais, sendo que K (7,30 mg/100) apresentou maior teor, corroborando com os achados de Yuyama et al. (2005; 2007); Marangon, et al., (2016). Entretanto, Pires et al. (2006) obtiveram os maiores resultados de Ca (13,68 mg/100g), Mg (17,49 mg/100g), P (21,27 mg/100g) e K (35,79 mg/100g). Segundo Barreto et al., (2017) esses dados podem estar relacionados com o ambiente (clima e solo). Da Silva et al. (2014) observaram a presença significativa de Zn, Fe e Se no cubiu, sugerindo um possível papel protetor contra processos de oxirredução.

Andrade et al. (2017) identificaram também elevados picos de Ca (7,6 mg/100g) no fruto maduro. No que se refere às demais propriedades nutricionais, o cubiu é considerado um alimento hipocalórico com valor nutricional adicional devido ao alto teor de umidade, baixos níveis de lipídeos, carboidratos, presença de fibras e aporte proteico (YUYAMA et al., 2007; MAIA et al., 2015; ANDRADE et al., 2017; SERENO et al., 2018).

Figura 3 - Perfil de minerais dos frutos do cubiu.



Fonte: Autores

3.3 Perfil biológico

Realizou-se uma análise do perfil biológico do cubiu conforme apresentado na Figura 4. Esta busca se deu em estudos experimentais *in vitro* e *in vivo*, para avaliar, assegurar e elucidar os efeitos, atividades biológicas, segurança, eficácia, toxicidade e riscos para a saúde humana, conforme preconizado pela ANVISA (2013).

Os estudos realizados proporcionaram uma análise abrangente das propriedades biológicas do cubiu. Os compostos bioativos, conforme apresentados na Figura 4 refletem estudos que identificaram substâncias fenólicas, flavonoides, carotenoides, ácido ascórbico, ácido cítrico, ácido

clorogênico, β -carotenos e pectina em duas instâncias, além de aminoácidos e açúcar redutor. Os resultados obtidos destacam uma variedade de efeitos benéficos, incluindo a redução de glicose, colesterol e triglicerídeos, efeitos hipolipemiantes, atividade antimicrobiana, propriedades antioxidantes, terapêuticas e cicatrizantes (PARDO, 2004; YUYAMA, et al., 2006; SANDOVAL et al., 2010; GONÇALVES et al., 2013; MAIA et al., 2015; ARANA et al., 2021). Diversos estudos corroboram a segurança do cubiu, com relatos de ausência de genotoxicidade e citotoxicidade (HERNANDES et al., 2014). Além disso, a pesquisa destaca o potencial fitorremediador do cubiu e sua eficácia contra diversas cepas bacterianas, indicando propriedades promissoras para o tratamento de doenças de pele (DA SILVA, et al., 2014; FARIA et al., 2021). A combinação do extrato de cubiu com o tratamento convencional demonstrou melhorias na cicatrização de feridas cutâneas (DALENOGARE, et al., 2021). Adicionalmente, o cubiu apresentou efeitos citoprotetores, reduziu a oxidação de lipoproteínas e demonstrou efeitos antiproliferativos em células cancerígenas (MONTAGNER, et al., 2020). Um estudo recente investigou o efeito antibacteriano do extrato hidroalcoólico de *Solanum sessiliflorum* Dunal contra *Streptococcus mutans*, revelando um notável efeito in vitro (CÁCEDA et al., 2023). Verifica-se que diversas pesquisas exploraram a aplicação do cubiu em produtos alimentícios com potencial comercial e nutricional.

Pires et al. (2006) caracterizaram a polpa do cubiu, propondo néctares mistos bem aceitos pelos consumidores. Egge et al. (2020) sugeriram a substituição parcial da farinha de trigo por farinha de cocona em bolos de chocolate, destacando benefícios nutricionais e sensoriais. Furlaneto et al. (2015) desenvolveu e avaliou sensorialmente geleia light de maná-cubiu, com destaque para a Geleia Light 2, indicando aceitação ao longo do tempo. Herrera et al. (2022) avaliaram um néctar nutracêutico à base de cocona enriquecido com quinoa, ressaltando alta capacidade antioxidante e baixo teor calórico. Sereno et al. (2022) elaboraram pães integrais enriquecidos com farinha de maná-cubiu, evidenciando baixo teor de gordura, alto teor de fibras e baixo índice glicêmico, sugerindo benefícios para o controle glicêmico em indivíduos diabéticos.

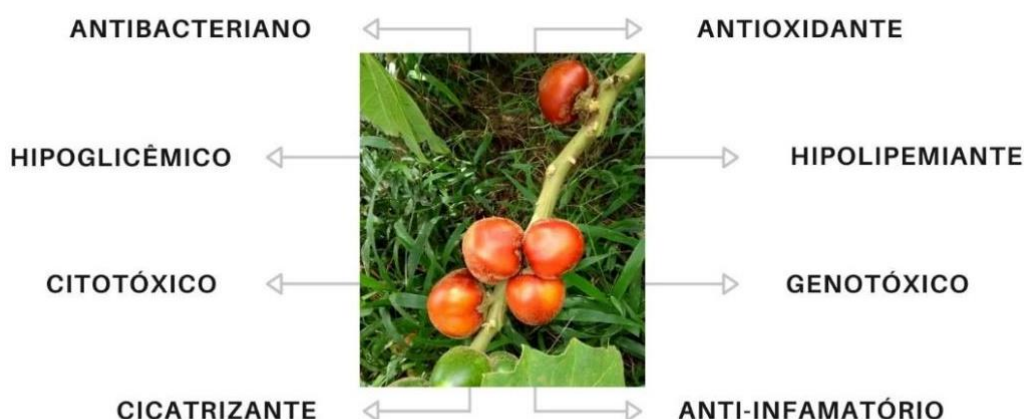
A predominância de fenóis e flavonoides em *Solanum sessiliflorum* Dunal foram confirmadas por vários estudos, incluindo (LIZCANO et al., 2010; RINCÓN et al., 2011; RODRIGUES et al., 2013; MASCATO et al., 2015; CHAQUILAS et al., 2020; HERRERA et al., 2020; FARIA et al., 2020; VADERRAMA et al., 2020; ARANA et al., 2021; DE OLIVEIRA et al., 2021; DALENOGARE et al., 2021; COSTA et al., 2022; DALENOGARE et al., 2022; CACEDE et al., 2023). Essas pesquisas ressaltam a importância dos compostos antioxidantes presentes no fruto amazônico, evidenciando suas notáveis capacidades redutoras e atividades antioxidantes, contribuindo significativamente para a prevenção de diversas condições, como doenças cardíacas, arteriosclerose, diabete, úlceras e câncer (DEUS et al., 2019). A maioria dos estudos empregou ensaios como DPPH e ABTS para avaliar a capacidade de eliminação

de radicais livres, além do ensaio H-ORAC para medir a atividade de eliminação de radicais de oxigênio nas frutas.

Gonçalves et al. (2013) destacaram que a concentração mais elevada de fenólicos e flavonoides está na polpa do fruto do cubiu. Adicionalmente, Arana et al. (2021) identificaram setenta compostos bioativos em ecótipos de cubiu, e a maioria das substâncias foi caracterizada por métodos cromatográficos, espectroscópicos e espectrofotométricos.

Os carotenoides foram identificados em vários estudos (ANDRADE et al., 2012; RODRIGUES et al., 2013; CARDONA et al., 2014; MONTAGNER et al., 2020; ARANA et al., 2021; DE OLIVEIRA et al., 2021). Entretanto, Cardona et al. (2014), ao analisarem diferentes características do cubiu, revelaram que a composição e concentração de carotenoides estão relacionadas a fatores externos e internos do fruto, destacando seu potencial como eliminador de radicais livres. No que diz respeito aos teores de ácido ascórbico, pectina e açúcar redutor, De Oliveira et al. (2021) demonstram que a liofilização superou a estufa em termos de preservação desses componentes. Além disso, Faria et al. (2020) identificaram ácido cítrico em amostras de polpa de cubiu. Herrera et al. (2020) conduziram uma análise da capacidade antioxidante do néctar de cubiu enriquecido com quinoa, constatando que a bebida fortificada apresentou o dobro da quantidade de antioxidantes em comparação com a fruta do cubiu. Em pesquisas adicionais, foi observada uma menor presença de aminoácidos nos extratos de *Solanum sessiliflorum* Dunal, com análises revelando a abundância de compostos fenólicos, sendo o ácido 5-cafeoilquínico identificado como o componente predominante (DALENOGARE et al., 2021; ARANA, 2021). Dessa forma, é possível classificar o cubiu como um fruto funcional, uma vez que sua composição inclui bioativos essenciais que demonstram um potencial significativo para a promoção da saúde (DE OLIVEIRA et al., 2021). No estudo conduzido por Cardona et al. (2011), que investigaram os metabólitos secundários em três morfotipos de cubiu, os resultados revelaram que o morfotipo oval exibe uma maior complexidade química em comparação com os metabólitos fixos e voláteis.

Figura 4 - Principais atividades biológicas descritas para o cubiu



Fonte: Autores

4. Considerações finais

O Cubiu (*S. sessiliflorum* Dunal) tem sido extensivamente estudado nos últimos anos devido às suas diversas potencialidades, revelando um notável potencial terapêutico nos âmbitos farmacológico, medicinal e nutricional para a saúde humana. Suas características funcionais, fitoterápicas e os compostos bioativos presentes destacam-se como elementos promissores para prevenção e tratamento de afecções humanas, principalmente algumas doenças crônicas não transmissíveis. No entanto, é importante ressaltar a evidente escassez de estudos *in vivo* ou ensaios clínicos, indicando a necessidade de pesquisas mais abrangentes para compreender e consolidar plenamente suas propriedades e benefícios deste fruto. Este panorama sugere mais estudos sobre o fruto, principalmente com o desenvolvimento de formulações e aplicações em estudos clínicos randomizados. Conclui-se que o estudo deste fruto se trata de uma área de investigação promissora e que merece uma atenção contínua para explorar suas contribuições para a saúde humana.

Referências

- ANDRADE, M. T. P., *et al.* Effect of *Solanum Sessiliflorum* Dunal (Maná-cubiu) Extract in Diet-induced Metabolic Syndrome in Rats. **Journal of Food Research**. v.12, n. 3; 2023. DOI: <<https://doi.org/10.5539/jfr.v12n3p77>>.
- ANDRADE JÚNIOR, M. C. de, ANDRADE, J. S. Alterações nas pectinases, fibras alimentares e índices físico-químicos relacionados ao sabor dos frutos do cubiu durante o amadurecimento. **Acta Scientiarum**. v. 37, n. 2, p. 171-179, Mai. 2015. DOI: <<https://doi.org/10.4025/actasciagron.v37i2.19683>>.
- ANDRADE JÚNIOR, M. C. de, ANDRADE, J. S. Physicochemical changes in cubiu fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal) at different ripening stages. **Food Science and Technology**. v. 32, n. 2, p. 250–254, Abr. 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000049>>.

ANDRADE JÚNIOR, M. C. de, ANDRADE, J. S., COSTA, S. de S. Biochemical Changes of Cubiu Fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal, Solanaceae) According to Different Tissue Portions and Ripening Stages. **Food and Nutrition Sciences**. v.7, N.º 12, Out. 2016, p.1191-1219. DOI: <<http://dx.doi.org/10.4236/fns.2016.712111>>.

ANDRADE JÚNIOR, M. C. de, *et al.* Nutrientes dos frutos do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal, Solanaceae) em função dos tecidos e estágios de Maturação. **Journal of Food and Nutrition Research**. 2017, 5(9), 674-683. DOI:<<https://doi.org/10.1590/S0101-20612012005000049>>.

ARAÚJO, W. C. O. Recuperação da informação em saúde: construção, modelos e estratégias. **ConCI: Convergências em Ciência da Informação**. v.3, n. 2, p. 100–134, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.33467/conci.v3i2.13447>>. Acesso em 23 set 2023.

BARRETO, G. P. M., BENASSI, M. T., MERCADANTE, A. Z. Bioactive compounds from several tropical fruits and correlation by multivariate analysis to free radical scavenger activity. **Journal of the Brazilian Chemical Society**. Campinas, v. 20, n. 10, p. 1856-1861, 2009. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0103-50532009001000013>>.

BARRIUSO, B., *et al.* *Solanum sessiliflorum* (mana-cubiu) antioxidant protective effect toward cholesterol oxidation: Influence of docosahexaenoic acid. **European Journal of Lipid Science and Technology**. v.118, 8, p. 1125-1131, ago. 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1002/ejlt.201500285>>.

BETANCOURT, B. J.E., *et al.* Evaluación genotóxica del extracto acuoso liofilizado de *Solanum sessiliflorum* Dunal, cocona en células germinales del ratón. **Revista de Ciencia e investigación**. v. 9, n. 1, p. 47-50, 2006. DOI: <<https://doi.org/10.15381/ci.v9i1.5115>>. Disponível em: <<https://revistasinvestigacion.unmsm.edu.pe/index.php/farma/article/view/5115/4216>>.

BRASIL. **Guia para a condução de estudos pré-clínicos de toxicologia e segurança farmacológica necessários ao desenvolvimento de medicamentos**. ANVISA. Gerência de Avaliação de Segurança e Eficácia – GESEF. Brasília, 2013.

CÁCEDA, H.A.V., OLORTEGUI-QUISPE, A., ALVIA-SALDARRIAGA, C. Efecto antibacteriano del extracto hidroalcohólico de *Solanum sessiliflorum* Dunal (cocona) sobre *Streptococcus mutans*. **Revista Cubana de Medicina Militar**. v. 52, n. 1, e2340, 15p, 2023. Disponível em:<<https://revmedmilitar.sld.cu/index.php/mil/article/view/2340>>. Acesso em 4 out. 2023.

CARDONA-JARAMILLO, J.E.C., CUCA, L. E., BARRERA, J. A. DETERMINACIÓN DE ALGUNOS METABOLITOS SECUNDARIOS EN TRES MORFOTIPOS DE COCONA (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Revista Colombiana de Química**. v. 40, No. 2, p. 185-200, 2011. Disponível em: <<http://www.scielo.org.co/pdf/rcq/v40n2/v40n2a4.pdf>>

CARDONA-JARAMILLO, J.E.C, *et al.* Quantificación de carotenoides en cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) como indicador del momento de recolección - carotenoid quantification in cocona (*solanum sessiliflorum* dunal) as a collection-time indicator. **Acta Horticulturae**. v.1016, p. 61-68, Jan. 2014. DOI: <<https://doi.org/10.17660/ActaHortic.2014.1016.6>>.

COLODEL, C., *et al.* Cell wall polysaccharides from pulp and peel of cubiu: A pectin-rich fruit. **Carbohydrate Polymers**. v. 174, p. 226-234, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.06.052>>.

COLODEL, C., PETKOWICZ, C. L. de O. Acid extraction and physicochemical characterization of pectin from cubiu (*Solanum sessiliflorum* D.) fruit peel. **Food Hydrocolloids**. v. 86, p. 193-200, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.06.013>>.

COSTA, E. M. A., *et al.* Phenolic and flavonoid content and *in vitro* inhibitory effect of some Amazonian fruit juices on CYP3A4 activity. **Acta Amazonica**. v. 52(2), p. 172-178, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1809-4392202103642>>.

DALENOGARE, J.F., *et al.* Toxicity, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Activities of Cubiu (*Solanum sessiliflorum*) and Its Interaction with Magnetic Field in the Skin Wound Healing. **Evid Based Complement Alternat Med**. 2022. DOI: <<https://doi.org/10.1155/2022/7562569>>.

DALENOGARE, J.F., *et al.* **Phytochemical Characterization, Pharmacological Properties And Toxicity of Amazonian Fruit Cubiu (*Solanum Sessiliflorum* Dunal)**. 2021. DOI: <<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-766797/v1>>. Disponível em: <<https://www.researchsquare.com/article/rs-766797/v1>>.

DEUS, V.L., *et al.* Compostos fenólicos em hortaliças cultivadas nos sistemas convencional e orgânico: uma revisão. **Brazilian Journal of Health and Pharmacy**. v. 1, n. 1, p. 70-84, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21993>>. Disponível em: <<https://revistacientifica.crfmg.emnuvens.com.br/crfmg/article/view/89>>.

EGGEA, V., *et al.* Development and acceptability of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal) added chocolate cake. **Research Society and Development**. v. 9, n. 2, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v9i2.1973>>. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/1973>>.

FARIA, J.V., *et al.* Comparative evaluation of chemical composition and biological activities of tropical fruits consumed in Manaus, central Amazonia, Brazil. **Food Research International**. v. 139, Jan. 2021. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109836>>.

FUJITA, E., *et al.* Respiratory Behavior and Preservation of Mana Cubiu Stored at Different Temperatures of Refrigeration. **The Natural Products Journal**. v. 4, n. 4, p. 306-309, 2014. DOI: <<http://dx.doi.org/10.2174/2210315504666141112222007>>.

FURLANETO, K.A., *et al.* Elaboração e aceitabilidade da geléia convencional e light de maná cubiu. **Nativa**. v.3, n. 4, p. 276-280, 2015. DOI: <<https://doi.org/10.31413/nativa.v3i4.2525>>. Disponível em: <<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/2525>>

GONÇALVES, K.M., *et al.* Biological activities of *Solanum sessiliflorum* Dunal. **Bioscience Journal**. v. 29 n. 4, p. 1028–1037, 2013. Disponível em: <<https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/17325>>. Acesso em nov. 2023.

HERNANDES, L.C., *et al.* *In vivo* assessment of the cytotoxic, genotoxic and antigenotoxic potential of maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) fruit. **Food Research International**. v. 62, p. 121-127, ago. 2014. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.036>>.

KAUNDA, J.S., ZHANG, Y.J. The Genus *Solanum*: An Ethnopharmacological, Phytochemical and Biological Properties Review. **Natural Products and Bioprospecting**. v. 9, p. 77–137, 2019. DOI: <<https://doi.org/10.1007/s13659-019-0201-6>>.

LIZCANO, L., *et al.* Antioxidant activity and polyphenol content of Colombian Amazonian plants with medicinal use. **Food Chemistry**. v. 119, n. 4, p. 1566-1570, abr. 2010. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.09.043>>.

MAIA, J. R. P., *et al.* Efeito hipolipemiante da suplementação dietética com a farinha do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em ratos hipercolesterolêmicos. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**. v. 17, n. 1, p. 112-119, 2015. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/11_163>.

MONTAGNER, G.F.F.D.S., *et al.* In Vitro Biological Properties of *Solanum sessiliflorum* (Dunal), an Amazonian Fruit. **Journal of Medicinal Food**. v. 23, No. 9, p. 978-987, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1089/jmf.2019.0193>>.

MARANGON, C., *et al.* Teor de cálcio e ferro em Plantas Alimentícias não convencionais da família *Solanaceae*: uma análise comparativa. **PERIÓDICO TCHÊ QUÍMICA**. V 13, n. 25, p. 30-36, 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.52571/PTQ.v13.n25.2016.30_Periodico25_pgs_30_36.pdf>.

MASCATO, D.R. de L. H., *et al.* Evaluation of Antioxidant Capacity of *Solanum sessiliflorum* (Cubiu) Extract: An *In Vitro* Assay. **Journal of Nutrition and Metabolism**. v. 2015, Article ID 364185, 8p., 2015. DOI: <<https://doi.org/10.1155/2015/36415>>.

MENDES, K.D.S., SILVEIRA, R.C.C.P., GALVÃO, C.M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto - Enfermagem**. v. 17, n. 4, p. 758-764, out. 2008. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/tce/a/XzFkq6tjWs4wHNqNjKJLkXQ/>>. Acesso em 17 out 2023.

FREITAS, F.M.N. de O., ANDRADE, J. de S., PEREZ, L.D.C.G.C. Fatores que interferem durante o processo de fermentação natural das fatias de cubiu. **Revista Colombiana de Ciencia Animal**. V 9, núm. 1, p. 81-88, 2017. DOI: <<https://doi.org/10.24188/recia.v9.n1.2017.502>>.

OLIVEIRA, J. da S. de, SILVA, R. S. da, SILVA, M. T. da. Caracterização química e funcional de polpa de Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) liofilizada para consumo em cápsulas. **Research, Society and Development**. v. 10, n. 14, 2021. DOI: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21993>>.

PAGE, M.J., *et al.* A declaração PRISMA 2020: diretriz atualizada para relatar revisões sistemáticas. **Revista Panamericana de Salud Pública**. v.46, 12p, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.26633/RPSP.2022.112>>.

PAHLEN, A. V. D. Cubiu (*Solanum tojiro* Humb. & Bonpl.), uma fruteira da Amazônia. *Acta Amazonica*, Manaus, v. 7, n. 1, p.301-307, 1977. <<https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/7-3/PDF/v7n3a02.pdf>>

PIRES, A. M.B., *et al.* CARACTERIZAÇÃO E PROCESSAMENTO DE CUBIU (*Solanum sessiliflorum*). **Revista Ceres**. v.53, n. 307, p. 309-316, 2006. DOI: <>. Disponível em: <<http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=305226699004>>

QUISPE-HERRERA, R., VALVERDE, Y. P., HUAMANI, J.R.R. Capacidad antioxidante y análisis proximal de néctar a base de *Solanum sessiliflorum* y *Chenopodium quinoa* Willdenow. **Agronomía mesoamericana**. v.33, n.2, p. 47706, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.15517/am.v33i2.47706>>. Disponível em: <<https://revistas.ucr.ac.cr/index.php/agromeso/article/view/47706>>. Acesso em 04 out.2023.

RINCÓN, A.M., *et al.* Antioxidant activity and polyphenols content of tupiro fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal) from Venezuelan Amazonas. **Revista Facultad de Farmacia**. v.74, n. 1, p; 41-45, 2011. Disponível em: <http://saber.ucv.ve/ojs/index.php/rev_ff/article/download/432/391/846>.

RODRIGUES E., MARIUTTI, L.R.B., MERCADANTE, A.Z. Carotenoids and phenolic compounds from *Solanum sessiliflorum*, an unexploited Amazonian fruit, and their scavenging capacities against reactive oxygen and nitrogen species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v. 61, n. 12, p. 3022–3029, 2013. DOI: <<https://doi.org/10.1021/jf3054214>>.

OBREGON-LA ROSA, A.J., *et al.* Physicochemical, nutritional and morphological characteristics of native fruits. **Revista de Investigaciones Altoandinas**. v.23, n.1, pp.17-25, 2021. DOI: <<http://doi.org/10.18271/ria.2021.202>>. Disponível em: <<http://www.scielo.org.pe/pdf/ria/v23n1/2313-2957-ria-23-01-17.pdf>>

SANDOVAL, M.A.P. Efecto de *Solanum sessiliflorum* dunal sobre el metabolismo lipídico y de la glucosa. **Ciencia e Investigación**. v.7, n. 2, p. 43-48, 2004. DOI: <<https://doi.org/10.15381/ci.v7i2.3350>>.

SANDOVAL, M.A.P. Efecto *in vitro* del extracto de *Solanum sessiliflorum* “cocona” sobre el crecimiento de *Helicobacter pylori*. **Ciencia e Investigación**. v.13, n. 1, p. 30-33, 2010. DOI: <<https://doi.org/10.15381/ci.v13i1.3185>>.

SERENO, A. B., *et al.* Mineral profile, carotenoids and composition of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a wild Brazilian fruit. **Journal of Food Composition and Analysis**. v. 72, p. 32-38, 2018. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.001>>.

SERENO, A. B., *et al.* Development and acceptability of breads added with cocona flour (*Solanum sessiliflorum* Dunal): impact on the glycemic index. **Research, Society and Development**. v. 11, n. 3, p. e28111326294, 2022. DOI: <<https://doi.org/10.33448/rsd-v11i3.26294>>. Disponível em: <<https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/26294/23244>>. Acesso em 24 out 2023

SERNA-COCK, L. VARGAS-MUÑOZ, D.P., RENGIFO-GUERRERO, C.A. Chemical characterization of the pulp, peel and seeds of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Brazilian Journal of Food Technology**. v.18, n. 3, p. 192-198, 2015. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.4314>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/bjft/a/MyD9r5SKVGj6Zyz8d3RhX3x/>>.

SILVA, R. F. da, *et al.* Phytoremediation Potential of Maná-Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) for the Deleterious Effects of Methylmercury on the Reproductive System of Rats. **BioMed Research International**. v. 2014, Article ID 309631, 9p., 2014. DOI: <<https://doi.org/10.1155/2014/309631>>.

SILVA FILHO, D. F. da, *et al.* Caracterização e avaliação do potencial agrônômico e nutricional de etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) da Amazônia. **Acta Amazonica**. v. 35, n. 4, p. 399–405, 2005. DOI: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672005000400003>>. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/aa/a/GNQ9zxkBZQCwmtWLccngFkt/>>

TAUCHEN, J., *et al.* Phenolic composition, antioxidant and anti-proliferative activities of edible and medicinal plants from the Peruvian Amazon. **Revista Brasileira de Farmacognosia**. v.26, n. 6, p. 728-737, 2016. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.bjp.2016.03.016>>

TOCTO-CHAQUILA, Y., *et al.* Efecto hipocolesterolemizante y sobre actividad de catalasa del fruto de *Solanum sessiliflorum* “cocona” en ratones. **Revista Médica de Trujillo**. v.15, n. 2, p. 57-65, 2020. DOI: <<http://dx.doi.org/10.17268/rmt.2020.v15i02.03>>. Disponível em: <<https://revistas.unitru.edu.pe/index.php/RMT/article/view/2904/3077>>.

RAMÓN-VALDERRAMA, J.A., GALEANO-GARCÍA, P.L. Actividad antioxidante y antimicrobiana de extractos metanólicos de hojas de plantas del género *Solanum*. **Información tecnológica**. v.31, n. 5, p. 33-42, out. 2020. DOI:<<http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642020000500033>>.

VARGAS-ARANA, G., *et al.* Antihyperlipidemic and Antioxidant Capacities, Nutritional Analysis and UHPLC-PDA-MS Characterization of Cocona Fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal) from the Peruvian Amazon. **Antioxidants**. v.10, 1566, 21p, 2021. DOI: <<https://doi.org/10.3390/antiox10101566>>.

VARGAS-MUÑOZ, D.P., *et al.* Storage stability of 5-caffeoylquinic acid in powdered cocona pulp microencapsulated with hydrolyzed collagen and maltodextrin blend. **Food Research International**. v. 137, 109652, 10p, nov. 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109652>>.

VARGAS-MUÑOZ, D. P., KUROZAWA, L. E. Influence of combined hydrolyzed collagen and maltodextrin as carrier agents in spray drying of cocona pulp. **Brazilian Journal of Food Technology**. v.23, e2019254, 2020. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.25419>>

YUYAMA, L.K.O. *et al.* Desenvolvimento e aceitabilidade de geleia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.28, n. 4, p. 929-934, 2008. DOI: < <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400026>> Disponível em: <<https://repositorio.inpa.gov.br/bitstream/1/16322/1/artigo-inpa.pdf>>.

YUYAMA L.K.O., *et al.* Estudo da influência do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) sobre a concentração sérica de glicose. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**. v. 64, n. 2, p. 232-236, 2005. DOI: <<https://doi.org/10.53393/rial.2005.64.32989>>. Disponível em: <<https://periodicos.saude.sp.gov.br/RIAL/article/view/32989>>.

YUYAMA, L. K.O., *et al.* Quantificação de fibra alimentar em algumas populações de cubiu (*Solanum sessiliflorum* dunal), camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) e açaí (*Euterpe oleracea* mart). **Acta Amazonica**. v. 32, n. 3, p. 491-497, 2002. DOI: <<https://doi.org/10.1590/1809-43922002323467>>.

YUYAMA L.K.O., *et al.* Quantificação de macro e micronutrientes em algumas etnovarietades de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). **Acta Amazonica**. v. 37, n. 3, p. 425-430, 2007. DOI: <<https://doi.org/10.1590/S0044-59672007000300014>>. Disponível em: <<https://acta.inpa.gov.br/fasciculos/32-3/PDF/v32n3a09.pdf>>.

ARTIGO 2

DINÂMICA DE SECAGEM E PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS DO FRUTO
SOLANUM SESSILIFLORUMDRYING DYNAMICS AND PHYSICAL-CHEMICAL PROPERTIES OF THE SOLANUM
SESSILIFLORUM FRUIT

Zania Regina Ferreira Pereira¹, Simone Braga Carneiro², Barbara Janaina Paula da Silva², Jiovanna Maria de Araújo Monteiro², Isis Gomes Campos³, Rosany Piccolotto Carvalho¹, Emersom Silva Lima^{2*}

¹ Instituto de Ciências Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia, Universidade Federal do Amazonas, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 - Coroado I, Manaus – Amazonas – Brasil

² Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Programa de Pós-Graduação em Inovação Farmacêutica, Federal University of Amazonas, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200, Coroado I, Manaus – Amazonas-Brasil

³ Engenharia Química, Universidade Federal do Pará, Rua Augusto Corrêa, 01, Guamá, Belém -Pará - Brasil.

RESUMO

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), pertencente à família Solanaceae, apresenta benefícios à saúde humana devido principalmente à sua composição química como a presença de compostos bioativos com propriedades antioxidantes, antiinflamatórias e hipoglicêmiantes. Em sua composição destacam-se compostos fenólicos, naringenina, vitamina C e β -caroteno. Devido a questões locais e regionais, o desenvolvimento de sistemas eficientes de secagem pode representar um ganho tecnológico importante para o uso desse tipo de fruto. O objetivo desse estudo foi analisar a qualidade do fruto integral do cubiu após usos de métodos de diferentes de secagem. Foram analisados parâmetros como o tempo de processamento, presença de substâncias, composição físico-química, citotoxicidade, teor de minerais e identificação de modelos matemáticos aplicados à cinética e a dinâmica da secagem. A secagem por liofilização apresentou um teor de umidade ligeiramente maior no produto final em relação à secagem por estufa. No entanto, a liofilização manteve melhor as propriedades químicas e físico-químicas do fruto em comparação com a secagem em estufa. Além disso, foram identificados compostos bioativos, como a naringenina e o ácido ascórbico, o que corrobora o potencial do cubiu como fonte de compostos bioativos. A análise dos minerais identificou a presença de potássio, cálcio, fósforo, enxofre, ferro, cobre e rubídio no fruto. Quanto à citotoxicidade, a linhagem celular MRC-5 não apresentou alteração metabólica ou morte significativa até a concentração de 100 μ g/mL. Ambos os métodos apresentaram dinâmicas de secagem semelhantes. A secagem por liofilização apresentou melhores resultados quanto as análises físico-químicas e antioxidantes em comparação ao método por estufa. A identificação das substâncias químicas majoritárias, como a naringinina, contribui para o conhecimento da diversidade e especificidade dos compostos presentes no fruto. A importância do potencial de aproveitamento sustentável do cubiu como fonte de compostos bioativos, contribui para a valorização da biodiversidade da região amazônica e o melhor aproveitamento da espécie.

Palavras-chave: Fruta da Amazônia; Bioativos; Métodos de secagem; Antioxidantes.

INTRODUÇÃO

Plantas e frutos da Amazônia constituem uma fonte quase que inesgotável de bioativos com potencial uso na saúde humana. A partir do conhecimento popular, várias plantas de fácil disponibilidade e que proporcionam benefícios para a saúde, têm sido pesquisadas quanto ao seu valor nutricional, características funcionais, uso fitoterápico e presença de compostos bioativos (1,2). Como exemplo, podemos citar o fruto da espécie *Solanum sessiliflorum* Dunal, conhecida como cubiu (Fig.1). O cubiu é um fruto pertencente à família Solanaceae, espécie nativa da Amazônia, amplamente distribuída nas regiões equatoriais úmidas do Brasil, Peru e Colômbia.

O cubiu é amplamente consumido por populações tradicionais da Amazônia tanto fresco quanto em diversas preparações culinárias (2-4). O fruto é caracterizado pela presença de vários nutrientes e pelo baixo teor calórico, proporcionando benefícios à saúde. A riqueza de compostos bioativos do cubiu, como os fenólicos, nariginina, cumarinas, β -caroteno, vitamina C, estão relacionados à sua atividade antioxidante e menor risco de doença cardiovascular, câncer, diabetes tipo II e obesidade, regulação do colesterol, ácido úrico e triglicerídeos (3,5-9). A obtenção de produtos secos a partir do fruto pode ser importante para o seu aproveitamento biotecnológico.

Atualmente, vários processos são utilizados para manter características nutricionais e sensoriais de frutos in natura usando técnicas de secagem como spraydrier ou liofilização (10). Nesse sentido, a secagem é uma técnica de conservação eficiente e a cinética de secagem indica a velocidade de redução da umidade do material sólido até atingir a umidade de equilíbrio (11). O processo de secagem oferece benefícios como aumento do tempo armazenamento, disponibilidade sazonal, redução de custos, estabilidade, proteção contra degradação enzimática e economia de energia sem necessidade de refrigeração (12). A secagem também pode alterar o efeito dos bioativos do produto seco, causando impacto na remoção de grande quantidade de umidade do produto final e fatores como a secagem, temperatura e armazenamento, estão associados às características bioativas do produto (13,14).

Diversos autores tem recentemente se debruçado sobre o tema relacionado à estabilização de frutos por processamento de secagem. Souza *et al* (1), analisaram outro método de secagem do cubiu a partir da exposição à radiação solar direta e obteve redução satisfatória da umidade com o decorrer do tempo. Kolla *et al* (13) também analisaram amostras de frutas secas em estufa a temperatura de (40°C) e os resultados mostraram teores elevados de polifenóis e atividade antioxidante em comparação com outros métodos de secagem. Vargas *et al* (15), estudou o efeito das condições de processo de secagem por

atomização da polpa de cubiu e o resultado mostrou que ácido 5-O-cafeoilquínico (5-CQA) é o principal composto bioativo encontrado na polpa do fruto. Entretanto, Sokac *et al* (16) não encontraram diferenças significativas na estabilidade dos componentes biologicamente ativos entre o bagaço de uva, cascas e sementes ao utilizar três métodos de secagem.

Neste trabalho, foram analisadas técnicas de secagem, utilizando frutos do cubiu, como objetivo de comparar dois métodos de secagem por estufa e liofilização para avaliara preservação e estabilidade de compostos bioativos do fruto. Foi também realizada uma caracterização química e físico-química do produto seco. Os resultados aqui obtidos podem servir como base para elaboração de produtos biotecnológicos a partir do cubiu e orientar futuros estudos de aplicação do fruto em pesquisas científicas e uso em produtos para indústria farmacêutica e de alimentos.

Figura 1

MATERIAIS E MÉTODOS

1.1 OBTENÇÃO DOS FRUTOS

Os frutos do cubiu foram adquiridos na cidade Manaus/Amazonas no mês de setembro de 2023. Após a seleção dos frutos foram retirados os pedúnculos, lavados em água corrente, desinfetados com hipoclorito de sódio na concentração de 200 PPM por 15 minutos. Os frutos foram cortados em cubos pequenos e triturados utilizando um processador de alimentos (Power Chop RI730, Walita, São Paulo, Brasil). O estudo foi autorizado pelo Sistema Nacional de Gerenciamento do Patrimônio Genético e Conhecimento Tradicional Associado — SISGEN para acesso ao patrimônio genético e registrado com o número A734B8C.

Método de secagem e obtenção do fruto seco

Para obtenção do fruto seco, foi processado (2,0 kg) do cubiu inteiro (casca, pericarpo e sementes) divididos em duas partes iguais de peso (1,0 kg). A secagem de parte do material foi realizada em estufa com circulação de ar forçada à 70 ° C, Engel *et al* (17). A outra parte foi seca por liofilização Oliveira *et al* (18), utilizando frascos de vidro temperado em aparelho VirTis® BenchTop™ (Midland, ON, Canadá) série “K” à temperatura -58 ° C ± 2.

Análises do teor de umidade na secagem do fruto

Os dados de controle do teor de umidade para os dois métodos foram registrados em intervalos de tempo específicos, começando no tempo 0, 3, 6, 9, 12, 24, 48 e 72 horas. As

alíquotas das amostras foram retiradas após cada horário e acondicionadas em dessecador para análise do teor de umidade por infravermelho utilizando o aparelho Shimadzu® MOC-120H (Kyoto, Japão) e posterior construção da curva de secagem.

Determinação do Resíduo Seco

A determinação do resíduo seco foi realizado pelo o método Nagakura *et al* (19), com remoção da água por aquecimento e secagem seguindo processo de evaporação por transferência de calor na temperatura regulada de $105 \pm 5^\circ\text{C}$ por termostato. Em três cadinhos previamente pesados foram utilizados 20 g da amostra e colocados na estufa por 30 minutos a uma temperatura aproximada de 105°C . A cada 30 minutos, os cadinhos eram retirados da estufa e levados para um dessecador por 30 minutos e pesados em seguida. Repetiu-se a operação até atingir peso constante da massa seca. Para obtenção do resíduo seco determinado pelo peso inicial e final das amostras em cadinho expresso em (%).

Análise físico-química

Proteínas

A determinação do teor de proteínas foi realizada utilizando um bloco digestor e um destilador de nitrogênio da marca Tecnal, seguindo-se o método oficial ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS — AOAC (20), técnica de *Kjeldahl*, com adaptações. O preparo da amostra foi realizado pesando 0,5 g de amostra em tubos micro para digestor com 2 g de mistura catalítica na proporção 1:10 (sulfato de cobre, sulfato de sódio) e adição de 10 mL de Ácido Sulfúrico P.A. Para a digestão da amostra, foi aquecido a 400°C até coloração azul-esverdeada. Após resfriamento do tubo, foi adicionado de 3 a 5 gotas de fenolftaleína a 1% e 7mL de água destilada. Após, foram adicionados 25 mL de ácido bórico a 2%, 2 gotas de indicador vermelho de metila 0,25% e 2 gotas de indicador verde de bromocresol 0,2%. Para a destilação, foi adicionado lentamente NaOH a 40% até pH alcalino. As amostras foram destiladas até recolhimento no erlenmeyer de aproximadamente 100mL. As amostras foram tituladas com ácido clorídrico 0,1 N padronizado até o aparecimento de coloração avermelhada, e os resultados serão expressas em % de proteínas e utilizando-se a equação (1).

$$\%P = \frac{V(HC) \times f(HCL) \times N(HCL) \times F \times 1,4}{\text{Peso da amostra}} \quad (1)$$

Onde:

V= volume gasto na titulação com ácido clorídrico 0,1 N

f= fator de correção da solução de ácido clorídrico 0,1 N

F= fator de correspondência nitrogênio- proteína. O valor de F para alimentos em geral é 6,25.

P= Peso da amostra

Lipídeos

Os lipídios foram quantificados de acordo com a metodologia AOAC (20). Foram pesado 30 g das amostras e extraídos em aparelho de Soxhlet com hexano P.A., utilizando balão de fundo chato de 250 mL. A extração foi realizada por 6 horas. Após, a amostra foi concentrada por meio da evaporação do solvente em capela com de circulação de ar. O resultado foi calculado do teor de gordura contido na amostra pela diferença de peso do balão antes e após a extração, conforme equação (2).

$$\text{Porcentagem de gordura} = \left(\frac{\text{Peso da gordura extraída}}{\text{Peso da gordura seca}} \right) \times 100 \quad (2)$$

Umidade

O método de análise de umidade usou 2g de amostra, para desidratação aquecida a 105°C com radiação infravermelha de 250 a 500 watts, utilizando o aparelho da marca Shimadzu® MOC-120H (Kyoto, Japão).

pH

O pH foi determinado utilizando o pHmetro DEL-LAB®,(São Paulo, Brazil) seguindo o método descrito no método 017/IV do INSTITUTO ADOLFO LUTZ - IAL (21). O preparo da amostra para análise envolveu pesar 5 g de material triturado e homogeneizá-lo em 50 mL de água destilada utilizando um medidor de pH previamente calibrado para leitura do extrato.

Carboidratos

O teor total de amido foi determinado seguindo o método proposto por Goñi *et al* (22). O valor energético total (VET) foi expresso em kcal por 100 gramas e calculado de acordo com Atwater e Bryant (23), usando a equação (3).

$$\text{VET} = (\% \text{ proteína total} \times 4) + (\% \text{ carboidrato} \times 4) + (\% \text{ gordura} \times 9) \quad (3)$$

Análise de Minerais

Para a análise dos minerais potássio (K), cálcio (Ca), fósforo (P), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Co) e rubídio (Rb), as amostras secas (100g) foram analisadas pelo método de Espectrometria de Fluorescência de Raio — X de Dispersão de energia (EDX, modelo 720, Shimadzu®, Kyoto, Japão). Os parâmetros utilizados foram, o tubo de raios X de Ródio com tensão de 15 kV para elementos leves ($Z \leq 21$) e 50 kV para elementos pesados ($Z > 21$); corrente ajustada automaticamente até um máximo de 1 mA; colimador de 5mm; detector de estado sólido de Si(Li) resfriado com nitrogênio líquido; a câmara de análise de vácuo; e um tempo de contagem de 100 segundos. A quantificação dos elementos foi realizada pelo método dos Parâmetros Fundamentais (PF), Charro *et al* (24). Resultando em amostra homogênea, com espessura infinita e superfície razoavelmente plana. Todas as amostras secas foram analisadas em triplicata.

Atividade Antioxidante

Determinação do teor de Fenólicos Totais

A concentração de fenóis totais foi quantificada pelo método descrito por Granato *et al* (25) com modificações. Inicialmente, utilizou-se 10 μ L da solução das amostras numa concentração de 1 mg/mL e adicionado 50 μ L do reagente Folin — Ciocalteu, marca Sigma-Aldrich® (St Louis, EUA), (diuído 1:3) e 200 μ L de água melli - Q. Essa mistura, foi incubada no escuro por 8 minutos a temperatura ambiente. Logo após esse tempo foi adicionado uma solução saturada de carbonato de sódio 0,4% e incubado novamente por 3 minutos. A reação foi realizada em triplicata. A curva de calibração foi obtida utilizando ácido gálico (8 - 1000 mg mL⁻¹). A leitura foi realizada em no espectrofotômetro modelo DTX 800, Beckman Coulter® (Indianápolis, Estados Unidos), usando 630 nm.

Determinação da varredura do radical 2,2-difenil-1-picrilhidrazil (DPPH•)

O ensaio foi conduzido conforme a metodologia descrita por Molyneux *et al* (26), com algumas adaptações para execução em microplaca de 96 poços. A solução de DPPH foi preparada na concentração de 1 mg/mL em álcool 96%. Em uma placa de 96 poços, foram adicionados 30 μ L de álcool 96% e 270 μ L da solução de DPPH, analisando no espectrofotômetro modelo DTX 800, Beckman Coulter® (Indianápolis, Estados Unidos), na absorbância de 492 nm. As amostras foram preparadas na concentração de 5 mg/mL em álcool 96%. Em seguida, foram adicionados 60 μ L das amostras nos poços, com subsequente diluição seriada de 30 μ L. Em seguida, foram adicionados 30 μ L de álcool 96% e 270 μ L da

solução de DPPH. A placa foi incubada por 30 minutos e analisada no espectrofotômetro. A partir dos resultados, foi calculada a porcentagem de DPPH remanescente no meio reacional de Alvez *et al* (27) e Moreno *et al* (28). Os valores de IC50 (quantidade de antioxidante necessária para reduzir a concentração inicial de DPPH em 50%), determinados por análise de regressão linear, foram comparados ao padrão de ácido gálico (1 mg/mL) Mensor *et al*. (2001), acordo com equação 4.

$$\% AA = 100 - \left(\frac{\text{Absamostra}}{\text{Abscontrole}} \right) \times 100 \quad (4)$$

Onde % AA é percentagem de estabilização, Abscontrole é a absorbância inicial da solução etanólica de DPPH e Absamostra é a absorbância da mistura reacional em 30 min (DPPH + amostra).

Determinação da varredura do radical 2,2'-azino-bis (3-etil-benzolína-6-sulfonado (ABTS+)

A capacidade antioxidante das amostras secas em estufa e liofilizadas foi determinada utilizando o método de captura do radical ABTS, conforme descrito por, Re *et al* (29) e Shanty *et al* (30) com modificações. A atividade antioxidante foi avaliada em microplacas de 96 poços. A solução de ABTS foi preparada 1,8 mM diluída em água milli-Q com persulfato de sódio 5 mM. Essa mistura foi incubada à temperatura ambiente e no escuro por 16 horas para permitir a reação completa. Em seguida, foram adicionados nos poços 270 µL do ABTS diluído em água (1:7) e 30 µL do diluente e ajustando a absorbância para ± 1000 , no comprimento de onda 630 nm, usando um espectrofotômetro, modelo DTX 800, marca Beckman Coulter®, (Ind de Ipanópolis, Estados Unidos). As amostras foram preparadas em tubos de ensaio, na concentração de 1 mg mL⁻¹ em água milli-Q. Uma alíquota de 30 µL de cada amostra foi adicionada à um poço da microplaca, seguido de 270 µL da solução de ABTS•+, e incubado por 15 minutos. O experimento foi realizado em triplicata e, com base nos resultados obtidos, foi determinada a porcentagem de ABTS•+ remanescente no meio reacional. Os resultados foram comparados com o padrão Trolox®, marca Sigma-Aldrich® (St. Louis, EUA).

Determinação do teor de ácido ascórbico

Para dosagem de vitamina C no extrato de cubiu foi utilizado o método de Presato *et al* (31). Em 10g de cubiu foi misturado a solução extratora contendo 25 mL de ácido fosfórico (H3PO4) 0,3 M e ácido acético (HAc) 1,4M. A mistura foi adicionada em um tubo e centrifugada à 15000 RPM durante 15 minutos. Em seguida, a mistura foi filtrada em filtro

microporo 0,45 µm. A quantificação foi realizada por comparação de padrão de vitamina C e foram preparadas soluções estoque do padrão. Dez microgramas de L-ácido ascórbico foram dissolvidos em 100 mL de mistura (H₃PO₄ 0,3M e HAc 1,4 M) para atingir concentração inicial de 1 mg/mL. A separação cromatográfica ocorreu utilizando uma coluna Agilent RP-18(25 x 4.6 mm i.d., 5 µm) e fase móvel isocrática (A:B 33:67 A: acetato de potássio 0,1M, pH = 4.9 e B: acetonitrila:água 50:50) em fluxo de 1 mL/min. Absorção UV em 270 nm à temperatura ambiente. A concentração de vitamina C foi calculada através de regressão linear.

Avaliação da atividade antioxidante celular (AAC)

A avaliação da atividade antioxidante celular foi realizada seguindo a metodologia Ahmed *et al* (32). Na qual baseia-se na detecção da produção de ROS intracelular utilizando o composto fluorescente: 2'7'-dicloro-fluoresceína-diacetato (DCFH-DA). As amostras foram preparadas na concentração de 1mg/mL. Nesta técnica, foram utilizadas células da linhagem MRC-5 fibroblásticas semeadas na concentração de 6×10^4 células/poço em 100 µL de meio de crescimento e incubados por 24h. Após esse período, o meio de cultura foi removido e os poços foram lavados com tampão (PBS). Em seguida, foi preparada uma solução a 25 µM de DCFH-DA dissolvido em tampão Hank's (Vitrocell, Brasil) e as substâncias foram adicionadas juntamente com essa solução de acordo com as concentrações estabelecidas. Foram adicionados 100 µL dessa diluição aos poços da placa e foram incubados durante 60 minutos a 37°C e 5% de CO₂. Posteriormente, os poços foram lavados novamente com PBS, e logo em seguida foi preparada uma solução de AAPH a 600 µM dissolvida em tampão Hank's, 100 µL dessa solução foi adicionada aos poços e em seguida foi realizada a leitura da placa com a fluorescência mensurada imediatamente no comprimento de onda de excitação 485 nm e de emissão 520 nm durante 60 minutos em intervalos de 5 min. Os controles com e sem DCFH-DA foram preparados e submetidos a processos análogos. Quercetina (Vetec, Brasil) foi utilizada como controle positivo da atividade antioxidante.

Ensaio de viabilidade celular

O ensaio de viabilidade celular foi realizado seguindo a metodologia de Nakayama, (1997). A linhagem celular de fibroblastos MRC-5 (fibroblastos humanos) foi plaqueada na concentração ($0,5 \times 10^4$ células/poço) em placas de cultura de tecidos de 96 poços até um volume final de 100 µL por poço. Após 24 horas, realizou-se o tratamento com o extrato de cubiu estufa e liofilizado testado nas concentrações de (0-100µg/mL) nos tempos de 24, 48 e 72 horas, após incubação, adicionou-se a solução Alamar Blue (10 µL de Alamar blue 0,4 % em PBS) e incubou-se as células durante 3 horas a 37 °C. A fluorescência foi medida por excitação a 545 nm e emissão a 595 nm no leitor de microplaca. Como controle positivo de morte celular foi utilizada a (Doxorubicin hydrochloride, D1515, Sigma-Aldrich) a 5 µg/mL e meio de cultura sem tratamento como controle negativo. Os ensaios foram realizados em triplicata de experimentos independentes e expressos como porcentagem de viabilidade celular.

$$\%Viabilidade = F_t \times 100 / \Delta F_b$$

Onde:

F_t = (fluorescência da célula + meio + substância + resazurina)

ΔF_b = (fluorescência da célula + meio + resazurina) ..

Determinação do teor de naringenina

Foram utilizadas 2 g de amostras secas em estufa e liofilizador. As amostras foram homogeneizadas em 100 mL de acetato de etila por 5 horas em agitador magnético, Lucadema (São Paulo, Brasil), filtradas em papel filtro e secas em capela de ar por 18 horas. Os extratos secos foram ressuspensos em 10 mL de metanol Sigma-Aldrich® (St. Louis, EUA), homogeneizados em vortex e filtrados. Uma alíquota de 1,5 mL foi injetada em vial para análise em CLAE. Para o padrão de naringenina (1mg/mL) Sigma-Aldrich®, foi solubilizada em metanol e utilizado uma alíquota de 1,5 mL da solução para análise. Essa solução foi injetada no sistema de cromatógrafo líquido de alta eficiência LC-20AT com detector de arranjo de diodos PDA-20A, marca Shimadzu® (Kyoto, Japão). Utilizou-se uma coluna de fase reversa Luna C18 (Phenomenex) de 5 µm (250/4.6 mm) a 25°C, com fluxo de 0,800 mL/min e comprimento de onda de 275 nm. A injeção do padrão e das amostras foram realizadas em triplicata. A separação cromatográfica foi realizada com fases móveis A: 0,2% de ácido fórmico 85% PA (Sal Rochelle PVA Reagentes e Soluções, São Paulo, Brasil) e B: acetonitrila (Honeywell Riedel-de Haen®, Seelze, Alemanha) a 25°C, com injeção de 12 µL, seguindo o programa de gradiente: 0-2 min - fase B (10%); 2-19 min - fase B (70%); 20-24 min - fase B (100%); 25- 30 min - fase B (10%). Os resultados foram obtidos com referência de uma curva padrão de naringenina (16ng – 1µg) e foram corrigidos para diluição e concentração.

Cinética de Secagem do fruto

As razões de umidade foram calculadas e construídas a partir dos dados de perda de massa das amostras durante as secagens, em liofilizador e na estufa e dos teores de água determinados no final das mesmas. Para descrever a cinética de secagem, foram utilizados dois termos relacionados. O primeiro é RX, que representa a razão de umidade experimental, calculada para cada etapa do processo com base nos teores de água inicial, final e em equilíbrio. Este valor foi obtido pela Equação 5:

$$RX = \frac{X - X_F}{X_I - X_F} \quad (5)$$

Onde, R_X é a razão de umidade (adimensional); X é a teor de água; X_i é o teor de água inicial; X_f é o teor de água de equilíbrio.

O segundo termo é RU , que se refere à razão de umidade ajustada ao modelo matemático de Henderson e Pabis, utilizada para prever o comportamento da secagem com base nos parâmetros do modelo. Este valor foi obtido por regressão linear e é descrito pela Equação 6 (REIS *et al.*, 2012):

$$RU = a * \exp(-k * t) \quad (6)$$

Onde, RU é a razão de umidade (adimensional); a e k são os parâmetros do modelo; t é o tempo de secagem em minutos

Análises Estatísticas

Avaliações de dados e análises estatísticas foram relatadas com o software GraphPad Prism 8 disponível comercialmente (GraphPad Software Inc., versão 8.0.2, San Diego CA, EUA). Os resultados foram representados como média $\pm$ erro padrão dos valores médios. Diferenças entre as médias dos resultados de fenólicos totais, DPPH, ABTS, ácido do ascórbico, minerais, análises físico-química, inibição enzimática, viabilidade celular, bem como o controle da umidade durante a secagem, foram testados por análise de variância (ANOVA) ao nível de significância de $p < 0,05$, seguida pelo teste de Tukey.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Teor de umidade na secagem do fruto

As análises do resíduo seco obtidos das amostras foi 4,52% e 95,47% de umidade. Esses resultados corroboram com (35) (94,32%) de umidade em suas análises, refletindo as características do fruto com alta umidade e baixo sólidos (35).

Análise físico-química

A (Tabela 1) mostra a quantidade de proteína nos processos de secagem do cubiu em níveis mais elevados do que os relatados na literatura, com 1,93g/100g em estufa e 2,00g/100g liofilizado. Diferentemente dos estudos de (36) e (37) que reportaram 0,87g/100g ,0,83g/100g, em estufa respectivamente. Equanto (35) obtiveram baixo teor de 0,033g/100g em estufa. Quanto aos resultados por liofilização (36) o teor de proteína foi de 1,96g/100g. Esses resultados demonstram que o cubiu é uma boa fonte de proteína e que os métodos de secagem utilizados foram eficazes na preservação desse nutriente, resultando em produtos com valor nutricional significativo (35). Os valores de lipídios encontrados (0,89g/100 em

estufa e 0,92g/100g liofilizado) foram superiores de (35) (0,60g/100g) em estufa e inferior (36), (1,92g/ 100g em estufa e 2,84g/100g liofilizado) indicando que esses produtos apresentam baixo teor de lipídio e que esses resultados podem ser decorrentes da variedade do fruto, tipo de solo, cultivo, processamento relacionado à maior ou menor biodisponibilidade e conteúdo nutricional do fruto (36).

O teor umidade para os dois tratamentos, (2,80% estufa e 2,92% liofilizado). Esses resultados são maiores aos encontrados na literatura quando comparado a (37) (0,8%), sendo que o baixo teor de umidade reflete em melhor conservação dos alimentos retardando efeitos de vida de prateleira com a redução da atividade de água do alimento (36).

Em relação aos carboidratos, os dois métodos são semelhantes (6,3g/100g em estufa e 6,12g/100g liofilizado). Entretanto, o resultado em estufa é maior aos relatados na literatura (35) (2,16g/100g), (36) (4,03g/100g), (37) (3,41g/100g). Esses resultados indicam pode ser incluído em dietas para diabéticos e na obesidade (35, 36).

A fibra total foi maior quando comparado à literatura (8,25g/100g em estufa e 5,4g/100g liofilizado). Os resultados (1) (1,5g/100) e (37) (3,9g/100g), mostrando que o método em estufa reteu mais fibras quando comparado ao liofilizado e essa diferença pode ter sido causada pelo processo de secagem em estufa. De um modo geral as fibras alimentares apresentam efeito importante na saúde do hospedeiro, pois atuam como modeladores da microbiota intestinal, aumentam a saciedade, melhoram a excreção de lipídios no organismo, controlam os níveis de insulina agindo na redução da glicemia (3).

Os resultados de cinza (0,53g/100g e 0,47g/100g), lipídeos (0,89g/100g e 0,92g/100g) para os dois tratamentos foram baixas, corroborando com a literatura (35-39). Quanto aos resultados da acidez (3,42%) estufa e (3,43%) liofilizado, não houve diferença significativa entre os tratamentos, sendo que valores semelhantes foram relatados por (36) (3,15%) e (37) (3,33%), mostrando que a acidez é a característica do fruto.

Tabela 1

Atividade Antioxidante

Os dados obtidos na extração dos compostos fenólicos, utilizando o método do DPPH e ácido ascórbico, estão apresentados na (Tabela 2). Observou-se que os valores para os compostos fenólicos totais foram mais baixos nos dois métodos (1,2%) em comparação com um estudo anterior de (36) que obteve valores de 12,35% e 15,56% utilizando os métodos de secagem por estufa e liofilização, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por (40) com teores de 2,2%, destacando o impacto negativo da secagem em jorro na concentração de compostos fenólicos na polpa de cubiu. Em relação ao ácido

ascórbico, foi observado um valor de 5,0 mg para a secagem por estufa, enquanto o valor de 13 mg para a liofilização foi maior em comparação com o estudo de (37) que obteve 11,86 mg utilizando liofilização. Diversas pesquisas (6,37,41-43) destacaram a capacidade antioxidante do cubiu pelo método do DPPH, com resultados promissores tanto para a secagem por estufa quanto para a liofilização. No entanto, para que um extrato apresente atividade antioxidante ou alto potencial antioxidante, é necessário ter um alto valor de IC50. Os resultados obtidos mostram IC50 acima de 74,4 $\mu\text{m/mL}$ para a liofilização e 17,20 $\mu\text{m/mL}$ para a secagem por estufa, sendo que esses valores podem estar relacionados à polaridade dos solventes, diluição, tempo de análise e variedades do fruto (44).

Citotoxicidade

Os testes para avaliar citotoxicidade nas células tratadas pelos dois métodos nos três tempos (24, 48 e 72 horas) mostraram que não houve morte celular (Tabela 2 e Fig.2) Resultados semelhantes foram observados por (42,44), ao analisar a polpa do maná-cubiu, mostrando que o fruto não foi mutagênico nem citotóxico à medula óssea mutagênica, em ratos como modelo experimental, o que significa que o cubiu não causa toxicidade.

Tabela 2

Atividade antioxidante celular (AAC)

As amostras liofilizadas, seca em estufa e controle quando testadas na concentração de 100 $\mu\text{g/mL}$ não demonstraram inibição de ROS intracelular. Ao compararmos estas amostras (Tabela 2 e Fig.2) com o padrão quercetina conseguimos concluir que elas não possuem atividade antioxidante celular, conforme os resultados de inibição de ROS. Tal efeito, pode estar relacionado às propriedades físico-químicas que podem interferir nos compostos bioativos do fruto (45). Isso pode indicar que os compostos bioativos presentes nas amostras não são suficientemente potentes ou que não estão disponíveis em formas que possam atuar efetivamente contra os ROS. Portanto, os resultados mostraram que a liofilização manteve teores mais elevados de compostos bioativos, como ácido ascórbico e compostos fenólicos totais, em comparação com a secagem por estufa. Resultados semelhantes foram observados por que não identificou atividade antioxidante celular em estudos com ratos e cubiu.

Figura 2

Teor de naringenina

Ao comparar os cromatogramas demonstrados na (Fig. 3) é possível comprovar a presença de naringenina nas amostras de cubiu liofilizado semelhante ao demonstrado no padrão. Mostrando que o fruto do cubiu liofilizado apresentou maior concentração de naringenina do que no fruto seco em estufa. Além disso, a identificação da naringenina como substância majoritária, contribui para o conhecimento da diversidade e especificidade dos compostos presentes na variedade do cubiu analisado. Essas descobertas são relevantes para a utilização da melhor técnica de secagem pra preservação dos bioativos para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios e aplicações biotecnológicas (43-47).

Figura 3

Análise de minerais

A análise de minerais na (Tabela 3), potássio (K), cálcio (Ca), fósforo (P), enxofre (S), ferro (Fe), cobre (Co) e rubídio (Rb), corroborando com (35), que evidenciou maior concentração destes ao analisar quinze etnovarietades em amostras de nécta de cubiu, como: potássio (229mg); cobre (682mg), cálcio (12,54 mg), ferro (218mg), rubídio (990 mg). Esses dados evidenciam que a variedade genética, o solo, o clima, adubação, armazenamento e o processamento, interferem no aspecto nutricional do fruto refletindo nas concentrações dos resultados de minerais (44,45).

Tabela 3

Cinética de Secagem do fruto

Verifica-se, na (Tabela 4), os ajustes ao modelo matemático por regressão não linear aos dados de cinética de secagem com seus respectivos coeficientes de determinação (R^2). Sendo possível, perceber que os dados se ajustaram ao modelo matemática de Haderson e Pabis para os dois métodos. Conseguindo, assim melhor ajuste aos dados experimentais e evidenciando que a secagem por liofilização obteve melhor resultado ao modelo matemático. No processo da secagem, é possível ser determinada a cinética de secagem, a qual procura avaliar o comportamento do material sólido que é seco, sendo representada pelas curvas de secagem de taxa de secagem. Segundo, (48) o comportamento da curva de secagem de um sólido úmido mediante um fluxo de ar a uma determinada temperatura é sempre o mesmo. Todavia, a curva da taxa de secagem é obtida derivando-se dados de umidade em função do tempo de secagem (16 e 49).

Tabela 4

A Figura 4 mostra os dados do processo de secagem do cubiu em diferentes tempos e temperatura à 70°C em estufa com circulação de ar forçada e no liofilizador em temperatura -58°C± 2. O teor inicial de umidade foi alto para os dois processos de aproximadamente 91,90 ± 0,71 % analisados no tempo zero (T0). Observa-se que o período de secagem do T0 até 9h não houve diferença significativa para os dois métodos. Entretanto, a partir das 12h, há um decréscimo com diferença significativa na secagem tanto por estufa quanto por liofilização. Isso mostra que o tempo e a temperatura influenciaram na perda de umidade. Segundo (12), esse evento é causado pela adaptação do extrato às condições de secagem ocasionando remoção da água para a manutenção da temperatura constante. O mesmo foi observado por (6) ao avaliar a influência de diferentes temperaturas sobre a cinética de secagem e sobre a qualidade do pó de tomate, mostrando que a temperatura, tempo, refletem e influenciam na cinética de secagem, principalmente quando usado porções menores e finas. Nota-se que o teor de umidade encontra-se decrescente até o ponto de 24h com diferença significativa para os dois processos e a partir desse ponto, o efeito da secagem apresenta um equilíbrio, mantendo-se assim, até o fim do processo em 72h. Tal, efeito foi descrito por (16) ao comparar três métodos de secagem em cascas, sementes e bagaço de uva em tempos específicos de 3h, 5h, 12h, utilizando a secagem à 70°C por secador a vácuo, em estufa com circulação de ar forçada ao céu aberto, resultando na diminuição e equilíbrio do teor de umidade durante todo o processo.

Esses resultados corroboram com (36) ao analisar a qualidade da polpa de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) liofilizada para consumo em cápsulas por meio de análises físico-químicas, observando que a liofilização foi mais eficiente preservando as características físico-químicas e propriedades bioativas do fruto. Portanto, para efeito de análise, o teor de umidade para ambos processos está em conformidade com o limite estabelecido pela legislação brasileira para posterior elaboração de farinhas, que é de no máximo de 15% (34, 38). O processo de secagem deve garantir além o ponto de equilíbrio do teor de umidade, a preservação de nutrientes, como no caso, compostos bioativos, mesmo utilizando temperaturas altas e baixas (estufa e liofilizador), e a presença de compostos nutricionais como antioxidantes produzem benefícios tanto para saúde como agregam valor às indústrias de alimentos farmacêuticas, cosmética e bebidas (12,16,36,50).

Figura 4

CONCLUSIONS

Neste estudo foram analisados dois métodos de secagem do fruto do cubiu em estufa e liofilizado. Não foram observados diferenças significativas na dinâmica de secagem para os dois métodos. Em relação aos teores de proteína, lipídios, carboidratos e fibras obtiveram para os dois métodos níveis mais elevados em comparação aos relatados em literatura. Não foram encontrados diferenças significativas entre os dois métodos para os resultados dos teores de minerais. Em relação aos compostos biologicamente ativos, como a vitamina C, naringenina e atividade antioxidante medidos pelo ensaio DPPH, os resultados mostraram que a liofilização manteve teores mais elevados em comparação com a secagem por estufa. Porém, os resultados dos fenólicos totais foram baixos para os dois métodos. Assim, como não houve citotoxicidade nas células tratadas pelos dois métodos de secagem.

Os dados obtidos mostraram que secagem por liofilização apresentou melhores resultados como um método eficiente. Este estudo oferece informações importantes ao comparar dois métodos de secagem devido à relevância de um fruto da região amazônica como fontes de compostos bioativos. A análise da composição química do cubiu, fornece informações valiosas sobre sua potencial atividade antioxidante e físico-química. Além disso, a identificação das substâncias químicas majoritárias, como a naringenina, contribui para o conhecimento da diversidade e especificidade dos compostos presentes no cubiu. Essas descobertas são relevantes não apenas para a compreensão da química do fruto, mas também para o desenvolvimento de novos produtos e aplicações biotecnológicas.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a Central Analítica e ao Laboratório de Desenvolvimento em Tecnologia Farmacêutica da Universidade Federal do Amazonas pelos resultados dos ensaios.

FINANCIAMENTO

Os autores agradecem a Universidade Federal do Amazonas pelo apoio institucional, CAPES, FAPEAM e CNPq pelo apoio financeiro ao desenvolvimento da pesquisa.

CONFLITO DE INTERESSE

Os autores declaram não ter conflito de interesse

CONTRIBUIÇÃO DOS AUTORES

Zania Pereira - concepção do artigo, escrita do artigo, revisão da literatura, metodologia, ensaios de bancada, tratamento dos dados, preparação do rascunho original, revisão, edição e submissão do artigo. Simone Braga Carneiro - metodologia e análises HPLC, escrita e revisão. Giovanna Maria de Araújo Monteiro - metodologia de ensaios de antioxidantes. Isis Gomes Campos - metodologia e análises dos dados da cinética de secagem. Barbara Janaina Paula da Silva- Metodologia, análises atividade antioxidante e citotoxicidade celular. Rosany Piccolotto Carvalho - aquisição de insumos, formatação e revisão final. Emersom Silva Lima - gestão do projeto, aquisição dos recursos, aquisição dos insumos, supervisão, revisão final

ORCID

Zania Regina Ferreira Pereira

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0623-6535>

Simone Braga Carneiro

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2784-1478>

Giovanna Maria Monteiro

ORCID: <https://orcid.org/0009-0003-6297-8207>

Isis Gomes

ORCID: <https://orcid.org/0009-0000-6764-6103>

Barbara Janaína da Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5077-3584>

Rosany Piccolotto Carvalho

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1374-6181>

Emersom Silva Lima

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9367-2812>

REFERENCIAS

1. Aline Silva AS. Maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): extração e caracterização da polpa, efeito na viabilidade de bactérias acidoláticas e aplicação em leites fermentados

- [Tese de mestrado]. São José do Rio Preto, SP, Brazil: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2019 (em português).
2. Silva Filho DF, editor. Machado, FM, Noda, H, Yuyama, LKO, Aguiar, JPL, Souza, VG. Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): Aspectos agrônômicos e nutricionais. INPA.Amazonas, Brazil: INPA Press; 2012 (em português).
<https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/35911>
 3. Ribeiro TPS, Durigan MFB. Produtos alimentícios a base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) como oportunidade da agroindústria. Ambiente: Gestão e Desenvolvimento. 2018;11(01):241–250 (em português).
<https://doi.org/10.24979/162>
 4. Vizú J, Marques MJ, Silva BC, Silva Filho, D, Zanovello ML. Avaliação agrônômica de cubiu (*Solanum Sessiliflorum* Dunal) em colorado do Oeste – RO. Agrarian Academy. 2020; 7(13):2-8 (em português).
 5. Batista AS, Ferreira SAN, Sprey LM. Características dos frutos e sementes e potencial germinativo de genótipos de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Revista de Ciências Agrárias Belém. 2020; 63:1-8(em português).
 6. Montagner GFFDS, Barbisan F, Ledur PC, Bolignon A, Motta JR, Ribeiro EE, Praia RS, Azzolin VF, Cadoná FC, Machado AK, Barcelos RP, da Cruz IBM. *In Vitro* Biological Properties of *Solanum sessiliflorum* (Dunal), an Amazonian Fruit. J Med Food. 2020; 23(9):978-987.
<https://doi.org/10.1089/jmf.2019.0193>
 7. Felipa Campos FA. Alimentos funcionais ricos em compostos fenólicos na prevenção e controlo da Diabetes Mellitus tipo 2 [Tese de mestrado]. Porto, Portugal: Universidade do Porto, 2021
 8. Lígia Carvalho LC. Estabilidade de polpa congelada de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): avaliação físico-química e sensorial [Tese de mestrado]. Manaus, AM, Brazil: Instituto de Pesquisa da Amazônia, 2018.
 9. Dalenogare FJ, De Souza V M, Montagner FFSG, Duarte T et al. Toxicity, Anti-Inflammatory, and Antioxidant Activities of Cubiu (*Solanum sessiliflorum*) and Its Interaction with Magnetic Field in the Skin Wound Healing. Evid Based Complement Alternat Med. 2022; Mar 10:7562569.
<https://doi.org/10.1155/2022/7562569>
 10. Colodel C, Petkowicz C. Acid extraction and physicochemical characterization of pectin from cubiu (*Solanum sessiliflorum* D.) fruit peel. Food Hydrocolloids. Acid extraction and physicochemical characterization of pectin from cubiu (*Solanum sessiliflorum* D.) fruit peel. J Food Hydrocolloids. 2019; 86:193-200.
<https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.06.013>
 11. Souza MPS, Aum YKPG, Bezerra VA, Gonçalves IH, Cavalcante LA. Secagem solar do fruto do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). In: Anais do XII Congresso de Engenharia Química em Iniciação Científica; 2019, 21 a 24 de julho, Minas Gerais, Brasil: Engenharia Química, São Paulo: Blucher, 2019.(em português)
<https://doi.org/10.5151/cobecic2019-ETA55>
 12. Martins FP, Bosch Neto JC, Silva AJO, Siqueira AM O. Secagem: uma revisão. Revista de Engenharia e Ciências Exatas. 2020; 4: 0600–0607i (em português).
<https://doi.org/10.18540/jcecvl6iss4pp0600-0607i>
 13. Kolla MC, Laya A, Bayang JP, Koubala BB. Effect of different drying methods and storage conditions on physical, nutritional, bioactive compounds and antioxidant properties of doum

(*Hyphaene thebaica*) fruits. *Heliyon*. 2021 Apr 3;7(4): e06678.
<https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2021.e06678>

14. Lee SY, Ferdinand V, Siow LF. Efeito dos métodos de secagem no rendimento, propriedades físico-químicas e teor total de polifenóis do extrato de camomila em pó.
Frente Farmacol. 2022; 13:1003209
<https://doi.org/10.3389/fphar>
15. Vargas-Muñoz, D.P; de Oliveira, DP; da Silva, LAN; Godoy, LC; Teixeira, H; Kurozawa, LE. Storage stability of 5-caffeoylquinic acid in powdered cocona pulp microencapsulated with hydrolyzed collagen and maltodextrin blend. *Food Research International*.2020; 137:10p
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109652>
16. Sokač T, Gunjević V, Pušek A, Tušek AJ, Dujmić F, Brnčić M, Ganić KK, Jakovljević T, Uher D, Mitrić G, Redovniković IR. Comparison of Drying Methods and Their Effect on the Stability of Graševina Grape Pomace Biologically Active Compounds. *Foods*. 2022;11(1):112.
<https://doi.org/10.3390/foods11010112>
17. Engel *et al*. Tecnologias de atomização e desidratação: alternativas para a produção de farinhas a partir de vegetais. *Revista Jovens Pesquisadores*, Santa Cruz do Sul, v. 6, n. 1,p. 31-44, 2016 (em português). <https://doi.org/10.17058/rjp.v8i2.12276>
18. Oliveira Júnior, A.M., Conceição Soares, D.S., Santos, J.T.S. e Nunes, T.P. Avaliação de diferentes modelos de secagem para liofilização de mangabas maduras com diferentes diâmetros, através de indicadores de desempenho. *Scientia Plena*. 2016;12(5) (em português).
<https://doi.org/10.14808/sci.plena.2016.054210>.
19. Nagakura K. General analysis. In: Okada M, Hirao S, Noguchi E, Suzuki T, Yokosuki M. (Eds.). *Utilization of marine products*. Overseas Technical Cooperation Agency.1972: 159-169
20. Association of Official Analytical Chemists. *Official Methods of analysis of AOAC - International*. 18. ed. Washington: AOAC, 2005.
 Da Cruz, JF; Quitério, T. da C.; Franco, PVM; De Castro, AP Cubiu (solanum sessiliflorum): Uma fruta alimentar, medicinal e cultural. *Revista Brasileira de Desenvolvimento*.2023; 1: 93–107 (em português).
<https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-007>
21. INSTITUTO ADOLFO LUTZ –IAL. *Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análises de alimentos*. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 1020p. (em português).
22. Goñi I, Garcia-Diaz L, Mañas E, Saura-Caixto F. Analysis of resistant starch: A method for foods and food products. *Food Chemistry*. 1996; 56(4) 445-449.
23. Atwater WO, Woods CD. *The chemical composition of american food materials*. Farmers' Bulletin No. 28. U.S. Department of Agriculture. Washington, 1896.
24. Charro SG, Filadelfo CT, Aranha H, Scapin MA, de Aquino RR. Análise de minerais essenciais em polpa de butiá (*Butia eriospatha*) por EDXRF. XVIII Encontro Nacional e VI Congresso Latino Americano de Analistas de Alimento, ENAAL 2013.
<https://www.researchgate.net/publication/282294083>

25. Granato D, Nunes DS. Análises químicas, propriedades funcionais e controle de qualidade de alimentos e bebidas: uma abordagem teórico prática. Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2016 (em português).
26. Molyneux P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. Songklanakarin J. Sci. Technol., 2004, 26(2):211-219
27. Alvez CQ, David JM, David JP, Bahia MV, Aguiar RM. Métodos para determinação de atividade antioxidante in vitro em substratos orgânicos. Quím Nova [Internet]. 2010;33(10):2202–10 (em português).
<https://doi.org/10.1590/S0100-40422010001000033>
28. Sánchez-Moreno C, Larrauri JA, Saura-Calixto F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. Journal of the Science of Food and Agriculture.1998;76(2):270-276.
[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199802\)76:2<270::AID-JSFA945>3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199802)76:2<270::AID-JSFA945>3.0.CO;2-9)
29. Re R, *et al.* Antioxidante activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. Free radical Biology and Medicine. 1999; 26:1231-1237.
30. Shanty A, Mohanan P. Heterocyclic Schiff bases as non toxic antioxidants: Solvent effect, structure activity relationship and mechanism of action. Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy. 2017; 192:181-187.
31. Presato AEF.; Almeida-Muradian LB. Validação de métodos cromatográficos por CLAE para análise das vitaminas. Quim. Nova. 2008; 31(3):498-502 (em português).
32. Ahmed SA, Gogal JR RM, Walsh JE. A new rapid and simple non- radioactive assay to monitor and determine the proliferation of lymphocytes an alternative to [3H] thymidine incorporation assay. Journal of immunological methods.1994; 70(2): 211-224.
33. Wolfe KL, Liu RH. Cellular Antioxidant Activity (CAA) Assay for Assessing Antioxidants, Foods and Dietary Supplements. J. Agricultural and Food Chemistry. Departament of Food Science and institute of Comparative and Environmental Toxicology, Cornell University, Ithaca, New York. 2007; 55:8896-8907.
34. Reis RC, Devilla IA, Ascheri DPR, Servulo ACO, Souza, ABM. Cinética de secagem de folhas de manjeriço (*Ocimum basilicum* L.) via infravermelho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental.2012;16(12):1346-1352 (em português).
35. Yuyama LKO, *et al.* Desenvolvimento e aceitabilidade de geleia dietética de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Ciência e Tecnologia de Alimentos. 2008;28(4):929-934 (em português).
<https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400026>
36. Oliveira JS, Silva RS, Silva MT. Caracterização química e funcional da polpa de Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) liofilizada para consumo em cápsulas. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento. 2021; 14:e380101421993(em português)
<https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21993>
37. Sereno, A B *et al.* Mineral profile, carotenoids and composition of cocona (*Solanum sessiliflorum* Dunal), a wild Brazilian fruit. J of Food Composition and Analysis.2018; 72:32-38.
<https://doi.org/10.1016/j.jfca.2018.06.001>
38. Pinedo AA, De Arévalo F, Beckmam FRL, Arévalo ZDS. CONSERVAÇÃO DA POLPA DE CUBIU (*SOLANUM SESSILIFLORUM*) POR MÉTODOS COMBINADOS. São Paulo, SP, Brasil. Editora Científica Digital.2021.

39. Andrade Júnior MC de, Andrade JS, Costa S de S. Biochemical Changes of Cubiu Fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal, Solanaceae) According to Different Tissue Portions and Ripening Stages. *Food and Nutrition Sciences*. 2016; 7(12):1191-1219
<http://doi.org/10.37885/210805734>
40. Maia JRP, Schwertz MC, Sousa RFS, Aguiar JPL, Lima, ES. Efeito hipolipemiante da suplementação dietética com a farinha do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) em ratos hipercolesterolêmicos. *Revista Brasileira de Plantas Medicinais*. 2015; 17(1):112-119 (em português).
http://dx.doi.org/10.1590/1983-084x/11_163
41. Ferronato AN, Rossi R, Cappellari F. Amido resistente: alternativa de alimento funcional para a homeostase da glicose, redução do perfil lipídico e modulação da microbiota intestinal. *Saúde e Desenvolvimento Humano*. 2020; 8(2) 109-120 (em português).
<http://dx.doi.org/10.18316/sdh.v8i2.5180>
42. Silva ACC, Da Silva NA, Pereira MCS, Vassimon HS. Alimentos Contendo Ingredientes Funcionais em sua Formulação. *Revista Conexão Ciência*. 2016; 11(2):133-141 (em português).
<https://doi.org/10.24862/cco.v11i2.429>
43. Vargas-Arana G, Merino-Zegarra C, Riquelme-Penaherrera M, Nonato-Ramirez L, Delgado-Wong H, Pertino MW, Parra C. Antihyperlipidemic and Antioxidant Capacities, Nutritional Analysis and UHPLC-PDA-MS Characterization of Cocona Fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal) from the Peruvian Amazon. *Antioxidants (Basel)*. 2021; 10(10):1566.
<https://doi.org/10.3390/antiox10101566>
44. Mascato DR, Monteiro JB, Passarinho MM, Galeno DM, Lima ES, Carvalho RP. Avaliação da capacidade antioxidante do extrato de *Solanum sessiliflorum* (Cubiu): um ensaio in vitro. *J Nutr Metab*. 2015; 2015:364185.
<http://dx.doi.org/10.1155/2015/364185>
45. Hernandez, L.C, Darin JDC, Rodrigues E, Batista BL, Barbosa JF, Mercadante AZ. In vivo assessment of the cytotoxic, genotoxic and antigenotoxic potential of maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) fruit. *Food Research International*. 2014; 62(8):121-7
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2014.02.036>
46. Faria JV, Valido IH, Paz WHP, Da Silva FMA, De Souza ADL, Lima ES. Comparative evaluation of chemical composition and biological activities of tropical fruits consumed in Manaus, central Amazonia, Brazil. *Food Research International*. 2021; 139, jan
<https://doi.org/10.1016/j.foodres.2020.109836>
47. Franco MFS, Delgado EUA. Relação entre adubação e qualidade dos produtos agrícolas. *Research, Society and Development*. 2022; 11(4) e36311427562 (em português).
<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i4.27562>
48. Lima NCR, Junior JM dos S, Filho EEXG, Costa RMM, Santana AA. Cinética de secagem e difusividade eficaz do Abiu (*Pouteria caimito*)/Abiu (*Pouteria caimito*) secagem e difusividade efetiva Kinesy. *Revista Brasileira de Ciência Aplicada*. 2021; 5 (1), 2–10 (em português).
<https://doi.org/10.34115/basrv5n1-001>

49. Menezes ML, Ströher AP, Pereira NC, De Barros STD. Análise da cinética e ajustes de modelos matemáticos aos dados de secagem do bagaço do maracujá-amare. ENGEVISTA. 2013;15(2):16-186 (em português).
<http://doi.org/-38192-1-10-20130715.pdf>
50. Costa EMA, Figueira MBA, Carrão DB, Habenschus MD, Lima,ES. Phenolic and flavonoid content and *in vitro* inhibitory effect of some Amazonian fruit juices on CYP3A4 activity. Acta Amazonica. 2022; 52(2):72
<https://doi.org/10.1590/1809-4392202103642>

Figuras

Figura 1

Fruto inteiro: (a) arbusto, (b) fruto *in natura*, (c) pericarpo, d) fruto em cubos

Figura 2

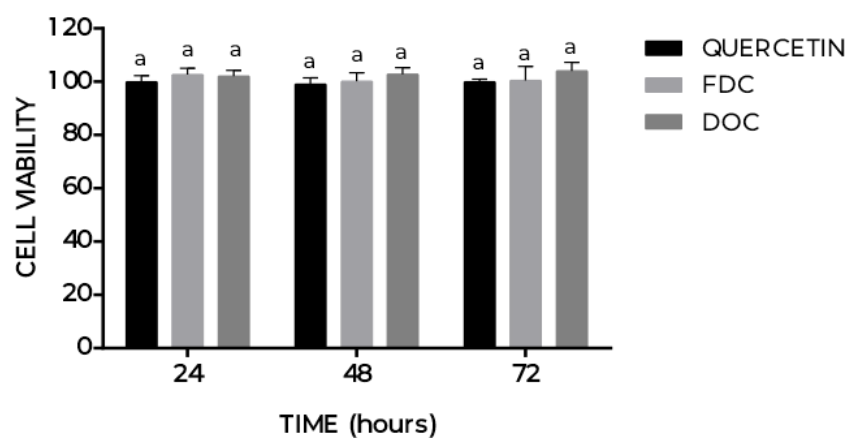


Figura 3

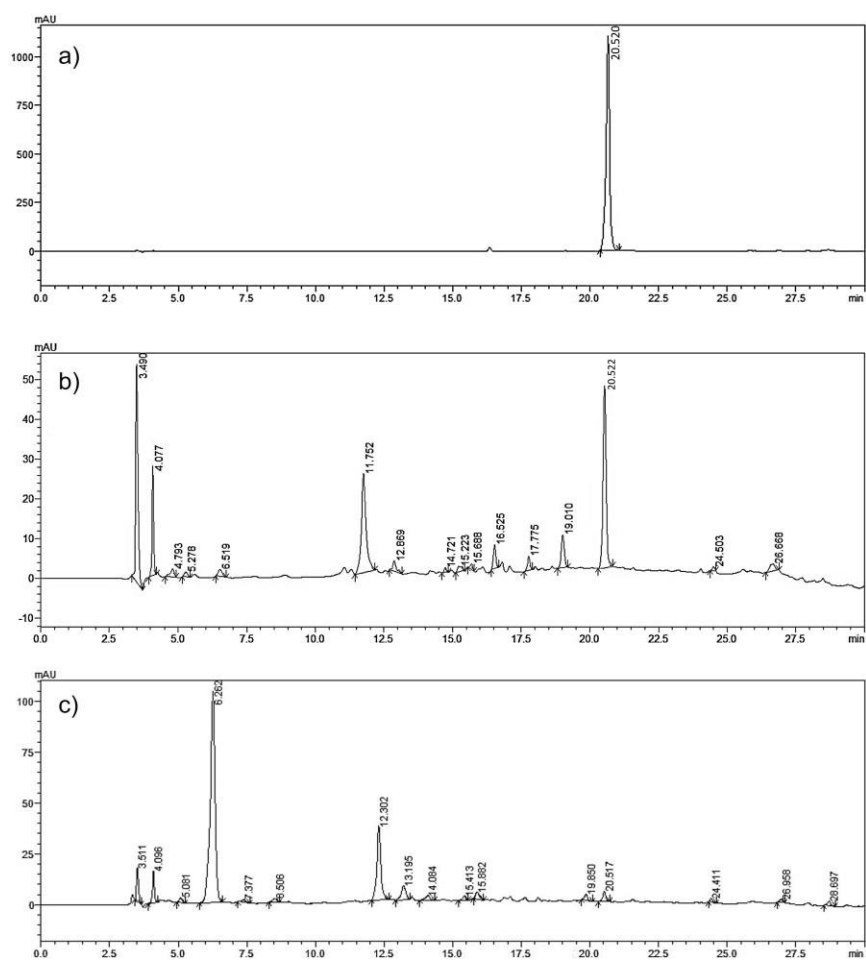
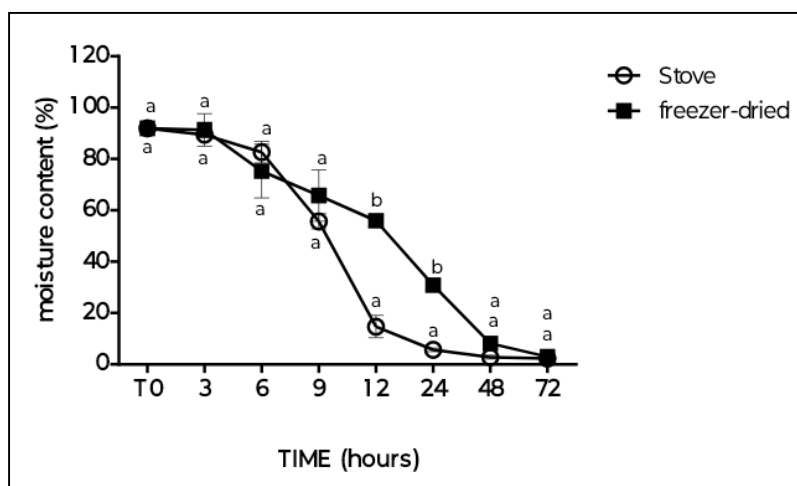


Figura 4



Tabelas

Tabela 1

Análises	Estufa	Liofilizado
pH	3,42±0,01	3,43±0,00
Proteína	1,93±0,20	2,00±0,59
Lípidos	0,89±1,02	0,92±1,88
Umidade	2,80±0,59	2,92± 0,07
Cinzas	0,53±0,42	0,47±0,35
Carboidrato	6,3±1,87	6,12±1,35
Fibra total	8,25± 2,71	5,4± 2,03
Valor calórico total (Kcal/100g)	40,93 ±10,03	40,76±12,49

Resultados são expressos como valor médio±desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios.

Tabela 2

Análise	Fenólicos totais (%)	DPPH Inibição (%)	ABTS Inibição (%)	Ácido Ascórbico (mg/100g)	Capacidade antioxidante celular (%)
Estufa	1.2±0.2	17.2±2.0	14.2±0.7	0,09±2.0	0.3±0.1
Liofilizado	1.2±0.1	74.4±1.0	17.4±0.5	0,14±4.4	0.1±0.04
Quercetina	-	-	-	-	98±0.3
Naringenina	-	10.6±0.01	37.7±0.9	-	-

Resultados são expressos como valor médio±desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios

Tabela 3

SAMPLE		
Minerais	Estufa	Liofilizado
K (mg)	86.517 $\pm$ 0.32	89.404 $\pm$ 0.33
Ca (mg)	7.883 $\pm$ 0.41	5.514 $\pm$ 0.38
P (mg)	2.660 $\pm$ 0.06	2.425 $\pm$ 0.06
S (mg)	1.616 $\pm$ 0.03	1.374 $\pm$ 0.03
Fe (mg)	0.909 $\pm$ 0.06	0.531 $\pm$ 0.07
Cu (mg)	0.249 $\pm$ 0.04	0.238 $\pm$ 0.04
Rb (mg)	0.165 $\pm$ 0.01	0.138 $\pm$ 0.02

Resultados são expressos como valor médio $\pm$ desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios.

Tabela 4

Nomes	Modelos Matemáticos	Liofilizado (R ²)	Estufa (R ²)
Lewis	RU= exp(-k.t)	0	0
Page	RU= exp(-k.t ²)	0	0
Handerson e Pabis	RU= b.exp(-k.t)	0.993	0.934

LEGENDAS

Figura 1 - Imagens do fruto do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

Figura 2 – Cromatograma obtido por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência - CLAE-DAD do padrão naringenina (A) e do extrato de cubiu liofilizado (B) e seco em estufa (C).

Figura 3 - Avaliação da citotoxicidade de extratos do fruto do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) Resultados são expressos como valor médio $\pm$ desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios.

Figura 4 - Dinâmica de secagem em estufa e liofilizado do fruto cubiu Resultados são expressos como valor médio $\pm$ desvio padrão. Letras diferentes indicam diferenças significativas entre os valores médios.

Tabela 1 - Composição centesimal do cubiu por secagem em estufa e liofilização

Tabela 2 - Compostos bioativos presentes extrato de cubiu desidratado por estufa e liofilização Cromatogramas obtidos por CLAE - Picos cromatográficos: (a) Padrão naringenina a 275 nm, (b) FDC a 275 nm, (c) DOC a 275 nm.

Tabela 3 - Teores de macro e micro minerais no cubiu por secagem em estufa e liofilizador.

Tabela 4 - Modelo matemático aplicado na cinética de secagem em estufa e liofilizador e Coeficiente de determinação (R^2).

ARTIGO 3

DESENVOLVIMENTO DE GOMAS NUTRACÊUTICAS À BASE DE CUBIU (SOLANUM SESSILIFLORUM DUNAL): ACEITAÇÃO E PROPRIEDADES SENSORIAIS

DEVELOPMENT OF NUTRACEUTICAL GUMS BASED ON CUBIU (SOLANUM SESSILIFLORUM DUNAL): ACCEPTANCE AND SENSORY PROPERTIES

Zânia Regina Ferreira PEREIRA¹
Nadine Guimarães da SILVA²
Samir de Carvalho Buzaglo PINTO³
Maristela Martins PEREIRA⁴
Keyla Emanuelle Ramos da HOLANDA⁵
Emerson Silva LIMA⁶
Rosany Piccolotto CARVALHO⁷

DECLARAÇÕES

Financiamento

Os autores agradecem a Universidade Federal do Amazonas pelo apoio institucional, CAPES, FAPEAM e CNPq pelo apoio financeiro ao desenvolvimento da pesquisa.

Conflitos de interesse/Interesses concorrentes

Os autores não declararam conflito de interesse.

Aprovação ética

O estudo foi submetido ao Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade Federal do Amazonas com o número do CAAE 82220224.9.0000.5020 e aprovado com o número de parecer 7.009.092 para pesquisa com seres humanos.

¹ Programa de Pós – Graduação em Biotecnologia - PPGBIOTEC, Federal University of Amazonas, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 – Coroado I, Manaus, Amazonas, Brazil.

² Programa de Pós-graduação em Inovação Farmacêutica - Federal University of Amazonas, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 – Coroado I, Manaus, Amazonas, Brazil.

³ Programa de Pós-graduação em Inovação Farmacêutica - Federal University of Amazonas, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 – Coroado I, Manaus, Amazonas, Brazil.

⁴ Departamento de Ciências de Tecnologia de Alimentos - Universidade Federal de Santa Catarina, Rodovia Admar Gonzaga 1346, Itacorubi, Florianópolis SC, Brazil.

⁵ Programa de Pós-graduação em Inovação Farmacêutica - Federal University of Amazonas, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 – Coroado I, Manaus, Amazonas, Brazil.

⁶ Programa de Pós-graduação em Inovação Farmacêutica - Federal University of Amazonas, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 – Coroado I, Manaus, Amazonas, Brazil.

⁷ Programa de Pós – Graduação em Biotecnologia - PPGBIOTEC, Federal University of Amazonas, Av. General Rodrigo Octavio Jordão Ramos, 1200 – Coroado I, Manaus, Amazonas, Brazil.

Consentimento para participar: Não aplicável.

Consentimento para publicação: Não aplicável.

Disponibilidade de dados e material: Não aplicável.

Disponibilidade de código: Não aplicável

Contribuições dos autores:

ZP responsável por conceber a idéia, realizou os trabalhos, escrita e revisão do MS. SPe NS realizaram experimentos. KH supervisionou trabalhos e corrigiu MS. MP supervisionou o trabalho e corrigiu MS. EL supervisão dos trabalhos, revisão e edição do MS. RC supervisão, correção, edição final do MS e autor de correspondência.

DESTAQUES DA PESQUISA

- Gomas de cubiu demonstraram alta aceitação sensorial entre as participantes do estudo.
- Índice de aceitação superior a 70% foi alcançado para atributos de sabor e textura.
- Viabilidade do cubiu como um ingrediente promissor para o desenvolvimento de nutracêuticos.
- As gomas apresentaram composição de 22% de fibra.

RESUMO

Introdução: O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) é um fruto nativo da Amazônia, estudado por seus potenciais benefícios à saúde de suas propriedades antioxidantes dos compostos bioativos. **Objetivo:** Analisar sensorialmente gomas orais mastigáveis à base de cubiu. **Metodologia:** Foram desenvolvidas duas gomas: Amostra 1 (sabor natural) e Amostra 2 (sabor morango). Um teste sensorial foi realizado com 100 voluntárias saudáveis, utilizando uma escala hedônica de nove pontos para avaliar aparência, sabor, aroma e textura. O controle de qualidade incluiu estudos de estabilidade por 90 dias, determinação do peso médio, teste de desintegração, pH, umidade, análise microbiológica e caracterização físico-química, nutricional e teor de naringenina. **Resultados:** Aceitabilidade média das gomas foi superior a 70%, com a Amostra 2 apresentando melhores resultados. O peso médio indicou homogeneidade, e as gomas desintegraram-se conforme os padrões da Farmacopeia Brasileira. A estabilidade da naringenina variou com a temperatura, sendo 40°C a melhor condição. A análise nutricional revelou 6,3g de proteína, 36g de carboidratos e 5,33g de fibras/100g. As análises microbiológicas mostraram ausência de contaminação. **Conclusão:** As gomas de cubiu desenvolvidas mostram-se uma opção inovadora e saudável com bom perfil nutricional e aceitação sensorial favorável.

Palavras-chave: Alimento funcional. Bioativo. Goma mastigável. Estabilidade. Fruto da Amazônia.

ABSTRACT

Introduction: Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) is a fruit native to the Amazon, studied for its potential health benefits due to the antioxidant properties of its bioactive compounds. **Objective:** To conduct a sensory analysis of chewable oral gummies made from cubiu. **Methodology:** Two types of gummies were developed: Sample 1 (natural flavor) and Sample 2 (strawberry flavor). A sensory test was conducted with 100 healthy female volunteers, using a nine-point hedonic scale to evaluate appearance, flavor, aroma, and texture. Quality control included stability studies over 90 days, average weight determination, disintegration tests, pH, moisture content, microbiological analysis, and physicochemical and nutritional characterization, including naringenin content. **Results:** The average acceptability of the gummies was over 70%, with Sample 2 showing better results. The average weight indicated homogeneity, and the gummies disintegrated according to the standards of the Brazilian Pharmacopoeia. The stability of naringenin varied with temperature, with 40°C being the optimal condition. Nutritional analysis revealed 6.3g of protein, 36g of carbohydrates, and 5.33g of fiber per 100g. Microbiological analyses showed no contamination. **Conclusion:** The developed cubiu gums represent an innovative and healthy option with a good nutritional profile and favorable sensory acceptance.

Keyword: Functional food. Bioactives. Chewable gummies. Stability. Amazon fruit.

LISTA DE ABREVIações

SISGEN: Sistema Nacional de Gerenciamento do Patrimônio Genético

ANVISA: Agência Nacional de Vigilância Sanitária –

g:grama

mL:Mililitros

mg: miligrama

µg: micrograma

LI: Limite inferior

LS: Limite superior

pH: potencial hidrogeniônico

AOAC: ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS

VET: Valor energético total

T0: Tempo zero

T15: Tempo de quinze dias

T30: Tempo de trinta dias

T60: Tempo de sessenta dias

T90: Tempo de noventa dias

ABNT: Associação Brasileira de Normas Técnicas

RDC: Resolução da Diretoria Colegiada

V.D.: Valor Diário

CNS/MS: Comissão Nacional da Saúde/Ministério da Saúde

IA: índice de aceitabilidade

2 INTRODUÇÃO

Nos últimos anos, o uso de nutracêuticos tem crescido significativamente, refletindo uma maior conscientização sobre a importância da saúde preventiva na qualidade de vida e como agente terapêutico no tratamento de doenças crônicas (Le *et al.*, 2022). Estudos, mostram que nutrientes bioativos, encontrados naturalmente em alimentos, têm sido explorados por suas propriedades terapêuticas e preventivas, tornando-se opções viáveis para o tratamento e controle de diversas doenças crônicas, como diabetes, obesidade e doenças cardiovasculares (Helal *et al.*, 2019). Esses produtos, além de promoverem benefícios à saúde, oferecem uma abordagem inovadora para melhorar a função do organismo sem os efeitos colaterais comumente associados a medicamentos convencionais. Nesse contexto, os nutracêuticos à base de plantas e frutas amazônicas ganham destaque, unindo a tradição do uso de alimentos funcionais com inovação e aplicabilidade na pesquisa (Correia *et al.*, 2020; Nascimento, *et al.* 2017; Scarano *et al.*, 2022).

O cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), uma fruta nativa da Amazônia, tem sido amplamente utilizado pelas populações tradicionais da região para controle de doenças e fortalecimento do sistema imunológico. Com suas propriedades nutricionais excepcionais, o cubiu tem atraído a atenção de pesquisadores e indústrias de alimentos funcionais. Ele é rico em vitaminas, fibras e compostos bioativos, tornando-o um candidato ideal para o desenvolvimento de nutracêuticos. Além de seu valor nutricional, o cubiu tem sido reconhecido por sua facilidade de cultivo e adaptação ao a 25°C tropical, ampliando ainda mais seu potencial de utilização em larga escala (Da Cruz *et al.*, 2023; Silva *et al.*, 2018; Silva, 2019).

Do ponto de vista biológico e químico, as propriedades do cubiu podem estar associadas a biodisponibilidade de compostos bioativos, como os fenólicos, cumarinas, β -caroteno, vitamina C, que estão relacionados à atividade antioxidante e a presença de compostos fenólicos. (Campos, 2021; Carvalho, 2021; Silva *et al.*, 2018). O cubiu se destaca pela presença de compostos como a naringenina, um flavonoide com comprovada ação antioxidante, anti-inflamatória e hipoglicemiante. Essas propriedades fazem do cubiu uma fruta promissora para a prevenção e tratamento de doenças metabólicas. Os fenólicos que contribuem para a neutralização de radicais livres e promovem a saúde cardiovascular. Estudos indicam que esses compostos bioativos têm a capacidade de modular processos inflamatórios e melhorar a função imunológica, reforçando seu papel

como um alimento funcional de alto valor terapêutico (Coyago-Cruz *et al.*, 2023; Da Cruz *et al.*, 2023; Dalenogare *et al.*, 2022).

As gomas mastigáveis surgem como uma inovação no mercado de nutracêuticos, oferecendo uma forma prática e atrativa de consumir compostos bioativos (Garcia *et al.*, 2018). Esse formato de suplemento é particularmente eficaz para indivíduos que têm dificuldade em ingerir comprimidos ou cápsulas, além de proporcionar uma absorção lenta e prolongada dos ingredientes ativos. Gomas nutracêuticas podem combinar múltiplos compostos benéficos em uma única dose, tornando seu consumo fácil e agradável. Diversos estudos já demonstraram que gomas mastigáveis podem manter a estabilidade e a eficácia dos compostos bioativos, além de melhorar a adesão dos usuários ao tratamento (Dille *et al.*, 2018; Helal *et al.* 2019; Rodrigues *et al.*, 2020;; Tahir *et al.*, 2019).

O desenvolvimento e a análise de um nutracêutico à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal), com ênfase na aceitação sensorial e na preservação dos compostos bioativos, são fundamentais para explorar o potencial do cubiu como uma fonte de benefícios à saúde, adotando uma abordagem moderna e eficaz de consumo. Neste contexto, o presente estudo avaliou o perfil sensorial das gomas e o nível de satisfação dos consumidores, além de investigar a estabilidade das gomas enquanto produto final. A formulação de um nutracêutico de fácil consumo e elevado valor nutricional pode contribuir de maneira significativa para a valorização dos recursos da Amazônia e para a promoção da saúde pública.

MATERIAIS E MÉTODOS

OBTENÇÃO DO FRUTO

Os frutos do cubiu foram adquiridos no mercado central Adolpho Lisboa na cidade de Manaus, Amazonas, em setembro de 2023, e encaminhados ao Laboratório de Atividades Biológicas-BioPHar da Universidade Federal do Amazonas para seleção, remoção de pedúnculos, lavagem em água corrente e desinfecção com hipoclorito de sódio a 200 PPM por 15 minutos. Os frutos foram enxaguados e secos à temperatura a 25°C para secagem e obtenção do fruto integral em pó por liofilização a 58C°±2. O estudo foi autorizado pelo Sistema Nacional de Gerenciamento do Patrimônio Genético (SISGEN) e registrado sob o número A734B8C.

SECAGEM INTEGRAL DO FRUTO DO CUBIU

Os frutos foram cortados em cubos pequenos utilizando uma faca de inox apropriada para legumes e processados no processador de alimentos Walita® Power Chop RI730 (São Paulo, Brasil), resultando em um produto integral composto por casca, mesocarpo e sementes. Esse material foi submetido à liofilização a $58^{\circ}\text{C} \pm 2$ para garantir a secagem completa, preservando os compostos bioativos do cubiu, essenciais para a formulação do nutracêutico. O processo de secagem durou 72 horas. Após a secagem, o fruto foi moído no moedor Grano Aroma PMC0 da PHilco®, até a homogeneização completa, obtendo-se uma farinha uniforme para incorporação na formulação das gomas à base de cubiu.

PRODUÇÃO DO NUTRACÊUTICO À BASE DE CUBIU

Formulação do Nutracêutico

O nutracêutico à base de cubiu foi desenvolvido no Laboratório BioPHar da Universidade Federal do Amazonas, utilizando o fruto integral em pó e inulina como ativos. As gomas mastigáveis foram escolhidas como forma de apresentação devido à sua funcionalidade, preservação dos bioativos e facilidade de consumo, especialmente para pessoas com dificuldade de deglutição. A formulação seguiu ensaios farmacopeicos para medicamentos, pois não há referência na literatura para elaboração de gomas à base de gelatina. Para o desenvolvimento desse produto foi utilizado matérias-primas aprovadas para adultos, conforme as normas da ANVISA (2008). A goma Gaudi® foi escolhida como base, composta por gelatina, goma arábica e conservante, sem adição de acidulantes, glicose ou adoçantes artificiais. As gomas foram preparadas conforme a recomendação do fornecedor da base da goma, com algumas modificações referentes as quantidades.

Tabela 1 Formulação das gomas à base de cubiu para uma unidade de 10g

Gomas	Base da goma (%)	Ativos (%)	Água (%)	Aromatizante Morango* (%)
Natural	30	35	35	-

* Frash drink® (aromatizante natural de morango).

Morango	30	35	34	1
---------	----	----	----	---

A preparação das gomas foi realizada na PHarmacia Homeopática Chamomilla LTDA, em São Paulo, responsável pelo desenvolvimento da base da gelatina, a base Gaudi® em pó. Na formulação, foram elaborados dois tipos de gomas com os mesmos ativos, sendo uma na versão natural e outra com adição de aromatizante de morango.

A formulação foi iniciada pela pesagem de todos os ingredientes, utilizando uma balança analítica (SHIMADZU® AUW220D). A base de goma foi inicialmente hidratada em metade do volume de água fria (Tabela1), mantida em temperatura a 25°C por 10 minutos garantindo sua completa homogeneização. Posteriormente, o restante da água, aquecida a 60°C, foi adicionado à goma hidratada para promover sua dissolução. Em sequência, os ativos (Tabela 1) foram incorporados à mistura em banho-maria a 80°C, mexendo com uma espátula por uns 20 minutos até atingir homogeneidade completa, resultando na produção da goma natural.

As gomas foram acondicionadas em blisters de 10 g cada. Após o resfriamento e solidificação, os blisters foram selados com folhas de alumínio para garantir a proteção do produto (Figura 1A). Para a elaboração da goma com sabor morango, foi seguido o mesmo protocolo da goma natural, com a adição de aromatizante de morango durante a etapa de homogeneização dos ativos. Assim como na versão natural, as gomas de morango foram envasadas em blisters de 10 g e, após solidificação, seladas com folhas de alumínio (Figura 1B).

As embalagens finais foram armazenadas em caixas protegidas da luz e mantidas sob a 8°C, em conformidade com as exigências da RDC n. 259 de 2002, que estabelece um prazo de validade de seis meses para fabricação e consumo (ANVISA, 2018).



Fig. 1 Nutraceutico à base de cubiu. (A) Goma sabor natural; (B) Goma sabor morango

ESTUDO DE ESTABILIDADE

A estabilidade da goma foi avaliada ao longo de três meses, considerando-se a natureza sólida da formulação e a necessidade de garantir a qualidade, eficácia e segurança do produto, conforme orientações da ANVISA (2018). Para essa avaliação, foram utilizados os parâmetros do peso médio, o perfil de desagregação da formulação, pH, umidade, análise microbiológica e organoléticos (Brasil, 2019). As medições foram realizadas em cinco momentos: no tempo zero (após a preparação), aos 15 dias (tempo inicial), e aos 30, 60 e 90 dias (final do estudo), conforme descrito por Romão et al. (2006). As gomas foram armazenadas em diferentes condições de temperatura: a 25°C (25°C ± 2), a 40°C e a 8°C, a fim de analisar as possíveis alterações sob essas condições (Brasil, 2019).

Peso médio

Para a avaliação do peso médio, utilizou-se o método para produtos de dose unitária conforme descrito na Farmacopeia Brasileira, 6ª edição (BRASIL, 2019). A finalidade deste ensaio é verificar a homogeneidade entre as unidades de um mesmo lote, assegurando a consistência do peso médio das amostras. Foram pesadas individualmente 20 gomas: sabor natural (A) e sabor morango (B). Para o teste, foi utilizado uma balança analítica (SHIMADZU® AUW220D). A seguir, foram calculados o peso médio, desvio padrão, coeficiente de variação, limite inferior (LI) e limite superior (LS) de variação, sendo permitidas até duas unidades fora dos limites especificados de ± 5,0% (Brasil, 2019).

Teste de desintegração das gomas

O teste de desintegração foi realizado com base no ensaio farmacopeico "5.1.4.1 Teste de Desintegração para Comprimidos e Cápsulas" (Brasil, 2019), utilizando o aparelho Nova Ética®. Para avaliação *in vitro* seis amostras de gomas no sabor natural foram imersas em cubas contendo 800 mL de saliva artificial (Botica Bella Terra®, São Paulo, Brasil) e soro fisiológico, mantidos a 37 °C ± 1 °C. A saliva artificial continha cloreto de magnésio, cloreto de potássio, cloreto de sódio, cloreto de cálcio, nipagin,

sucralose, fluoreto de sódio, carboximetilcelulose e água destilada. O tempo de desintegração foi registrado quando a goma foi completamente desintegrada, sem resíduos nos cestos. De acordo com a Farmacopeia Brasileira (2019), o tempo máximo de desintegração dever ser de 30 minutos, sendo ela definida pela ausência de resíduos sobre a tela metálica do aparelho.

pH

O pH de cada uma das gomas armazenadas em diferentes períodos de tempos (T0, T15, T30, T60, T90) e sob condições de armazenamento distintas (ambiente, a 40°C e resfriada) foi avaliado de acordo com o método do Instituto Adolfo Lutz (IAL, 2008), com o uso de PHmetro DEL-LAB® (São Paulo, Brazil). Para análise, foi pesado em balança analítica (SHIMADZU® AUW220D) 1g de material das amostras e homogeneizadas em 10 mL de água destilada em temperatura ambiente. O pH foi medido com o equipamento previamente calibrado para leitura do extrato nas amostras em triplicata.

Umidade

O método de análise de umidade foi realizado utilizando 5mg da amostra em triplicata submetida à desidratação por aquecimento a 105°C com radiação infravermelha entre 250 e 500 watts. Para esta análise foi utilizado o equipamento SHIMADZU® MOC-120H (Kyoto, Japão).

Teste organoléptico

A análise organoléptica é uma ferramenta essencial na avaliação da instabilidade, sendo observável por meio de mudanças na cor, odor, sabor e viscosidade do produto (Efe *et al.*, 2022; Rodrigues-Pombo *et al.*, 2022; Vergara *et al.*, 2020). Estes tipos de alterações compreendem crescimento de fungos, deterioração bacteriana, alterações na textura, cheiro, sabor ou aparência (ANVISA, 2020). O teste organoléptico é uma avaliação sensorial que utiliza os sentidos humanos (visão, olfato, paladar, tato e audição) para analisar as características de um produto, como medicamentos, alimentos e cosméticos (Brasil, 2019).

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA

Preparo da amostra

A caracterização físico-química tem como finalidade analisar os compostos nutricionais nas gomas à base de cubiu, conforme o método oficial da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS – AOAC, 2005. Inicialmente, as gomas foram trituradas no processador de alimentos da marca Walita® Power Chop RI730 (São Paulo, Brasil) até homogeneização completa da amostra para posterior análises físico-química.

Cinzas

A determinação quantitativa das cinzas totais foi realizada pelo método de incineração de resíduos, conforme as Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesaram-se 5 g da amostra, que foram incineradas em mufla a 600°C por 6 horas, queimando toda a matéria orgânica até restarem apenas cinzas. Após o resfriamento das amostras em dessecador, elas foram pesadas em balança analítica. O valor da matéria inorgânica foi determinado e o teor de cinzas foi calculado em porcentagem.

Proteína

A determinação do teor de proteínas foi realizada utilizando um digestor de bloco e um destilador de nitrogênio da marca Tecnal, de acordo com o método oficial da AOAC (2005) e a técnica de Kjeldahl, com adaptações. Foram pesados 0,5 g de amostra e adicionados 2 g de mistura catalítica (sulfato de cobre e sulfato de sódio) e 10 mL de ácido sulfúrico PA. A amostra foi aquecida a 400°C até obter coloração azul-esverdeada. Após resfriamento, foram adicionadas fenolftaleína, água destilada, ácido bórico e indicadores. Na destilação, adicionou-se NaOH a 40% até atingir pH alcalino. As amostras foram destiladas e tituladas com ácido clorídrico 0,1 N, e os resultados foram expressos em porcentagem de proteínas.

Lipídeos

Os lipídios foram quantificados de acordo com a metodologia AOAC, 2005. Foi pesado 30 g das gomas à base de cubiu e extraídos em aparelho de Soxhlet com hexano P.A., utilizando balão de fundo chato de 250 mL. A extração foi realizada por 6 horas. A amostra foi concentrada por meio da evaporação do solvente em capela com de circulação de ar. Calcular o teor de gordura pela diferença de peso do balão antes e após a extração

Umidade

No teor de umidade foi utilizado 5mg da amostra em triplicata para análise por desidratação utilizando o aparelho marca SHIMADZU® MOC-120H (Kyoto, Japão), por radiação com infravermelho com 250 a 500 watts a uma temperatura de 105°C.

Amido

O amido total foi determinado conforme proposto por Goñi et al, (1997). O valor energético total (VET), foi expresso em kcal por 100 gramas e calculado conforme Atwater & Bryant, (1990).

ANÁLISE QUÍMICA

Teor de naringenina

Foram utilizadas 3g de cada amostra de goma armazenada em diferentes temperaturas (ambiente, a 40°C e refrigerada) e tempo de armazenamento (T0, T15, T30, T60, T90). O método para análise da naringenina no cubiu foi desenvolvido no Biophar a partir de vários ensaios experimentais até atingir os resultados desejados. As amostras foram homogeneizadas em 100 mL de acetato de etila por 5 horas em um agitador magnético Lucadema (São Paulo, Brasil). Em seguida, filtradas em papel filtro e secas em capela de ar por 18 horas. Os extratos secos foram ressuspensos em 3 mL de metanol (Sigma-Aldrich®, St. Louis, EUA), homogeneizados em vórtex e filtrados novamente em filtro de 0,45µm. Uma alíquota de 1,5 mL em triplicata foi injetada em vial para análise por Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE) LC-20AT com detector de arranjo de diodos PDA-20A, da marca Shimadzu® (Kyoto, Japão). A separação foi realizada com uma coluna de fase reversa Luna C18 (Phenomenex), de 5 µm (250/4.6 mm), mantida a 25°C, com fluxo de 0,800 mL/min e detecção a 275 nm. A separação cromatográfica foi feita utilizando como fases móveis A: 0,2% (v/v) de ácido fosfórico 85% PA (Sal Rochelle PVA Reagentes e Soluções, São Paulo, Brasil) e B: acetonitrila 100% (Honeywell Riedel-de Haen®, Seelze, Alemanha), à 25°C, com injeção de 10 µL. O programa de gradiente foi: 0-2 min com 10% de fase B; 2-19 min com 70% de fase B; 20-24 min com 100% de fase B; e 25-30 min com retorno a 10% de fase B. Os resultados foram obtidos com base na solução padrão das concentrações de naringenina.

ANÁLISE SENSORIAL E ACEITABILIDADE

Recrutamento dos Avaliadores

Para a análise sensorial, foram selecionadas 100 mulheres não treinadas, com idades entre 18 e 50 anos, preferencialmente alunas e servidoras do campus Manaus da Universidade Federal do Amazonas (UFAM). O teste de avaliação sensorial, com duração de 15 minutos, foi realizado em cabines individualizadas no laboratório do Núcleo de Estudos em Composição e Toxicologia de Alimentos (NECTA) na Faculdade de Ciências Farmacêuticas da UFAM.

As provadoras degustaram cerca de 10g das gomas de sabor natural de cubiu e morango, apresentadas em embalagens transparentes, seladas em papel alumínio e codificadas aleatoriamente. O painel foi composto por 100 participantes não treinadas, conforme a metodologia de Ferreira (2000), que recomenda entre 50 a 100 provadores para testes sensoriais. As participantes, todas mulheres com idades entre 18 e 50 anos, eram alunas e funcionárias da Universidade, já que o produto é direcionado ao público feminino.

Os critérios de participação incluíam ter 18 anos ou mais, não apresentar gripe, alergias ou intolerâncias aos ingredientes, e não ter limitações que pudessem afetar a percepção sensorial. Além disso, as participantes assinaram o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), conforme as diretrizes da Resolução nº 466/12 do CNS/MS.

As participantes foram previamente informadas sobre o protocolo do estudo, que foi explicado de maneira clara e direta. A participação voluntária no estudo foi formalizada pela assinatura do Termo de Consentimento Livre e Esclarecido, aprovado pelo Comitê de Ética em Pesquisa (CEP) da UFAM, sob o nº 7.009.092 e CAAE 82220224.9.0000.5020.

Durante o teste, as provadoras avaliaram a aceitação das amostras com base nos atributos de aroma, cor, sabor, textura e impressão geral, utilizando a escala hedônica de 9 pontos, que varia de "Gostei extremamente" (9 pontos) a "Desgostei extremamente" (1 ponto), conforme as normas da ABNT (2013, 2016). Para que o produto fosse considerado bem aceito, o índice de aceitação deveria ser superior a 70% (DUTCOSKY, 2019).

ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados foram submetidos a uma análise descritiva, considerando medidas como média, moda, mediana, desvio padrão, variância, coeficiente de variação, valores máximo e mínimo, amplitude e tabelas de frequência. Na segunda etapa, utilizou-se o Teste Exato de Fisher para verificar se havia diferença estatisticamente significativa entre as duas

amostras de goma natural e morango em relação às variáveis aparência, aroma, textura, sabor e avaliação global. Por fim, foram construídas tabelas de contingência para avaliar a intenção de compra das gomas e a avaliação global das participantes, considerando um índice de aceitabilidade de 70% ou mais. Foi aplicado o índice de aceitabilidade (IA) para cada atributo por meio da equação 1.

$$IA(A) = \frac{\bar{x}_A}{\max(A)} 100, \quad (1)$$

onde, IA é o índice de acesso acessível, $\bar{x}_A$ é a média das notas dada ao atributo A e $\max(A)$ é a maior nota dada ao atributo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Neste estudo foram definidas duas formulações de gomas de sabor natural contendo cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal) liofilizado contendo inulina e sabor de morango com os mesmos ativos.

Na definição das quantidades utilizadas na formulação das gomas, incluindo os ativos, água e aromatizante, foram consideradas as recomendações fornecidas pelo fabricante da base Gaudi®. Essas orientações contemplaram aspectos como sabor, aparência e textura. No entanto, vários testes de bancada foram realizados na formulação atual para ajuste nas proporções da base da goma, água, e aromatizante a fim de atender a especificidade dos ativos na composição da goma conforme apresentado na Tabela 2.

Tabela 2 Componentes da formulação das gomas em 10g

		Quantidade (%)	
		Natural	Morango
Base da goma	30	30	30
Água	40	35	34
Ativos	30	35	35
Aromatizante	-	-	1

Após 48h do preparo das gomas foi realizado a caracterização e o teste de estabilidade das amostras seguindo as recomendações de Moraes (2006) que sugere o um

tempo de espera de 24 a 48h para que haja estabilização das balas de gomas após a elaboração.

ESTUDO DE ESTABILIDADE

Peso

Para análise do peso médio foi realizado a pesagem individual de 20 amostras em das gomas natural e morango. Os resultados na Tabela 3, mostram que as gomas atendem o limite especificado pela Farmacopeia Brasileira (2019), que permite variação de peso de até duas unidades fora da faixa de variação de ($\pm 5\%$) do peso das amostras com peso médio acima de 250 mg. Observa-se, que as pesagens individuais de cada amostra das vinte gomas estão no limite inferior e superior determinados pela Farmacopéia Brasileira (2019). Em geral, o peso médio das gomas variou conforme a formulação e os ingredientes utilizados. Segundo Tarihi (2024), o controle do peso médio é essencial para garantir a consistência do produto e a satisfação do consumidor, pois um peso inadequado pode afetar a percepção de qualidade e valor do produto. Nesse contexto, Hedal (2019), esclarecem que peso médio de um nutracêutico pode variar amplamente dependendo do tipo de produto, da forma de dosagem (como cápsulas, comprimidos, pós, líquidos, etc.) e da formulação específica.

Tabela 3 Peso médio das balas de goma

Natural		Morango	
Amostra (20)	Análise	Amostra (20)	Análise
Peso médio (g)	10,00	Peso médio (g)	10,00
Desvio padrão (DP)	0,03	Desvio padrão (DP)	0,01
Limite de variação inferior(g)	9,50	Limite de variação inferior(g)	9,50
Limite de variação superior(g)	10,50	Limite de variação superior(g)	10,50

Teste de desintegração

A desintegração de um alimento, refere-se processo pelo qual um produto se quebra ou se desagrega em partículas menores, sendo influenciado pela umidade, textura, formulação e condições de armazenamento (Tarhi, *et al.*, 2024).

O estudo avaliou a desintegração de um nutracêutico em base gelatinosa a fim de analisar a capacidade da goma de dissolver e liberar seus ingredientes ativos no organismo, o que é crucial para a eficácia do produto (Brasil, 2019; De Jesus, *et al.*, 2020).

O teste de desintegração das gomas foi realizado com saliva artificial e soro fisiológico que é frequentemente utilizado em testes de desintegração de produtos farmacêuticos e alimentício pela sua composição similar ao fluido corporal, pH neutro, isotônico, facilidade de uso e por simular condições de desintegração e aceitação sensorial pelo consumidor (USP, 2010). Neste teste foi utilizado somente as gomas naturais e o resultado é mostrado na tabela 4. Observa-se que as gomas foram desintegradas na faixa de limite determinada pela Farmacopeia Brasileira (2019), que preconiza o tempo inferior a 30 minutos para desintegração das amostras.

Tabela 4 Tempo de desintegração das gomas em minutos

Saliva artificial		Soro fisiológico	
Tempo	20 minutos e 51 segundos	Tempo	9 minutos e 29 segundos
pH	6,51	pH	6,19

As gomas à base de cubiu resultou em um tempo de desintegração maior ao comprar com o estudo de De Jesus, *et al.*, (2020) que analisou pastilha gomosa contendo extrato seco de citrus aurantium que desintegraram em 3 minutos e 36 segundos e Ganatra, *et al.* (2024) realizaram o teste de desintegração de gomas desenvolvidas em impressão 3D à base de pectina, um agente gelificante que substitui a gelatina. As gomas apresentaram tempos de desintegração de $14 \pm 2,7$ minutos dentro dos limites para comprimidos mastigáveis

Ganatra (2024) aponta que as variações no tempo de desintegração das gomas podem ser atribuídas a diversos fatores, incluindo a composição da goma, que pode conter fibras e inulina, influenciando sua viscosidade e estrutura, e, consequentemente, sua desintegração em diferentes meios. Segundo a USP (2010), a saliva artificial possui uma composição iônica e enzimática que interage de forma distinta com a goma em relação ao soro fisiológico, impactando sua solubilidade e desintegração. Além disso, o pH da saliva artificial (6,51) é ligeiramente superior ao do soro fisiológico (6,19), e a

viscosidade da saliva artificial pode ser maior, o que pode retardar a desintegração da goma. Em contrapartida, o soro fisiológico, sendo mais fluido, pode facilitar esse processo. Estudos de Gawkowska *et al.* (2018), Liu *et al.* (2018) e Malkin *et al.* (2023) corroboram que esses fatores combinados ajudam a explicar as diferenças observadas no tempo de desintegração das gomas quando testadas em saliva artificial em comparação ao soro fisiológico.

Análise do pH

O pH desempenha um papel importante na estabilidade de um produto farmacêutico, De Jesus *et al.* (2020), especialmente em relação à sua estabilidade, solubilidade e comportamento durante a mastigação e a digestão (Rodriguez-Pombo *et al.*, 2023).

Na Fig. 2, observa-se os resultados da análise do pH nas gomas que mostram informações importantes sobre a estabilidade e a qualidade do produto ao longo do tempo.

Nos primeiros 30 dias (T0 a T30), não houve diferença significativa no pH, sugerindo que as gomas mantiveram sua estabilidade química e física, o que é um bom indicativo de que as temperaturas não afetaram negativamente o pH. Após 60 Dias (T60), verifica-se diferenças significativas no pH entre as gomas armazenadas à 25°C ($4,09 \pm 0,08$) e em 40°C ($4,58 \pm 0,21$). Isso pode indicar que as gomas armazenadas a 40°C provavelmente mantiveram uma temperatura e umidade mais constantes, preservaram melhor suas propriedades em comparação com aquelas armazenadas a 25°C onde as flutuações podem ter afetado a estabilidade. Além disso, a diferença significativa entre a 40°C ($4,58 \pm 0,21$) e a 8°C ($3,90 \pm 0,11$) sugere que o armazenamento refrigerado pode ter causado uma acidificação das gomas. Para Roudbari, *et al.* (2024), essa reação foi possivelmente devido à maior solubilidade de certos componentes das gomas que podem ter interagidos em temperaturas mais baixas. As diferenças de pH no T90 se tornaram ainda mais evidentes. A temperatura 25°C ($4,45 \pm 0,18$) apresentou um pH significativamente diferente em comparação com a 40°C ($3,53 \pm 0,09$) e a 8°C ($3,49 \pm 0,0$). Segundo Tarihi, *et al.* (2024), isso indica que após um período mais longo, os produtos em diversas formas de armazenamento sofreram uma acidificação mais acentuada, o que pode impactar negativamente a textura e o sabor do produto.

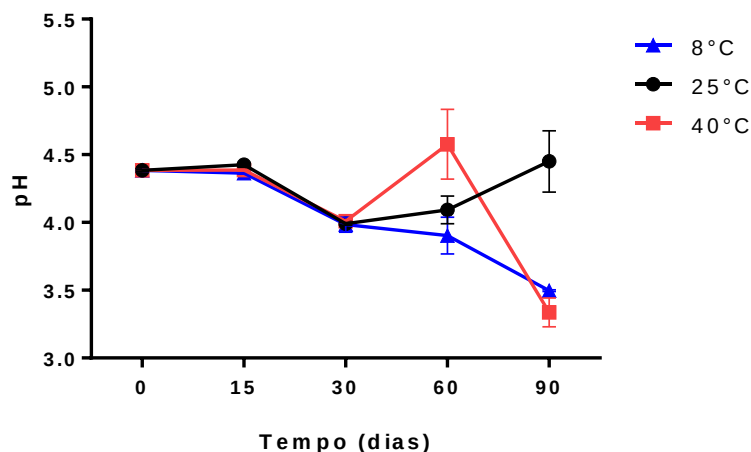


Fig. 2 pH das gomas à base de cubiu em diferentes tempos e temperaturas. Os dados são expressos como média $\pm$ erro padrão ao nível de significância de ($p < 0,05$).

Assim, o valor do pH das gomas variou entre 3,34 a 4,58 durante o tempo do estudo. Esses resultados estão de acordo com a literatura que preconiza pH de gomas de 3 a 5 (Cebin, et al., 2024). Para Tarihi, et al., (2024), esse intervalo é considerado ideal para a ativação de agentes gelificantes como a pectina e outras fibras, que requer um a 25°C ácido para formar gel adequadamente. Conforme, Vergara, (2022); Rodriguez-Pombo, (2023), o pH é um indicador crítico da estabilidade do produto, e alterações significativas podem afetar não apenas a textura e a palatabilidade, mas também a segurança do alimento.

Análise da Umidade

Na Figura 3, constam os resultados obtidos nos diferentes períodos (T0, T15, T30, T60 e T90) apresentam variações significativas no teor de umidade, que podem ser influenciadas por fatores como temperatura e condições de armazenamento.

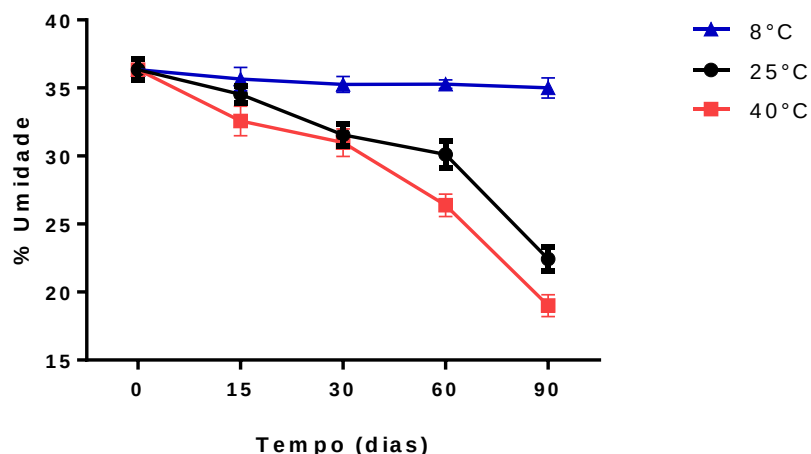


Fig. 3 Umidade das gomas de cubiu em diferentes temperaturas. Os dados são expressos como média $\pm$ erro padrão ao nível de significância de ($p < 0,05$).

No início da análise no T0, o teor de umidade médio das gomas foi de (36,34% $\pm$ 0,63). Este valor alto inicial é indicativo da umidade natural do produto, que pode ser influenciada pela formulação e pelo processo de fabricação, como a temperatura e tempo de cozimento na preparação das gomas (Cebin *et al.*, 2024).

Após 15 dias, observou-se uma diferença significativa no teor de umidade entre as gomas armazenadas à 25°C (34,52% $\pm$ 0,49) e em a 40°C (32,57% $\pm$ 0,89). A menor umidade à 40°C pode ser atribuída ao controle de temperatura e umidade, que pode minimizar a absorção de umidade do ambiente. Além disso, a comparação entre a a 40°C e a a 8°C (36,24% $\pm$ 0,31) também mostrou diferenças significativas, sugerindo que a a 8°C pode ter um efeito de preservação da umidade, possivelmente devido à menor taxa de evaporação em temperaturas mais baixas.

No T30, as gomas apresentaram teores de umidade semelhantes, com 32,56% $\pm$ 0,68 a 25°C e 30,98% $\pm$ 0,83 a 40°C, sem diferença significativa entre essas temperaturas. Em contraste, as gomas armazenadas a 8°C mantiveram um teor de umidade mais elevado (35,2% $\pm$ 0,68), sugerindo que a menor volatilidade da umidade em temperaturas mais baixas pode preservar a textura e a qualidade sensorial do produto.

Aos 60 dias, as gomas armazenadas a 25°C e 40°C, respectivamente, apresentaram um teor de umidade de 32,56% $\pm$ 0,68 e 30,98% $\pm$ 0,83, inferior as gomas à 8°C, que obtiveram 35,28% $\pm$ 0,25. Esses resultados indicam que o controle rigoroso das condições de armazenamento é eficaz na redução da umidade, beneficiando a estabilidade do produto em relação ao tempo.

No T90, os resultados mostram diferenças significativas entre todas as temperaturas. As gomas a 25°C ($22,44\% \pm 0,92$) apresentaram o menor teor de umidade, enquanto as gomas a temperatura de 8°C ($35,00\% \pm 0,60$) com um teor de umidade consideravelmente mais alto. Isso sugere que a 8°C é a melhor opção para preservar a umidade e, conseqüentemente, a qualidade das gomas de cubiu ao longo do tempo.

Os dados mostram que o teor de umidade variou entre $36,34\% \pm 0,63$ a $19,00\% \pm 0,65$. Conforme, Gunes, (2022), a umidade ideal para gomas e confeitos varia entre 10% a 20%, dependendo da formulação e dos ingredientes utilizados. Portanto, os resultados mostram que a necessidade de controle na produção das gomas, principalmente controlando a temperatura no banho-maria. Segundo, Cortez-Trejo (2021) e Ganatra (2024), a umidade excessiva pode levar a alterações na textura, crescimento microbiano, qualidade, estabilidade, capacidade de desintegração, viscosidade, deterioração do produto. Para Kia (2020) e Vergara (2020), a análise da umidade é fundamental para garantir a qualidade, a textura e a aceitação das gomas formuladas, e o controle desse parâmetro é essencial durante o desenvolvimento do produto e garantir a qualidade e a aceitação do consumidor.

De acordo com Tarihi (2024), a umidade é um fator crítico que deve ser cuidadosamente controlado durante a produção e armazenamento de gomas para garantir a qualidade, estabilidade e aceitação do produto final.

Análise do peso

Na figura 4, apresenta os resultados dos obtidos do peso das gomas no período de tempo e nas temperaturas de armazenamento (T0, T15, T30, T60 e T90), (8°C, 25°, 40°).

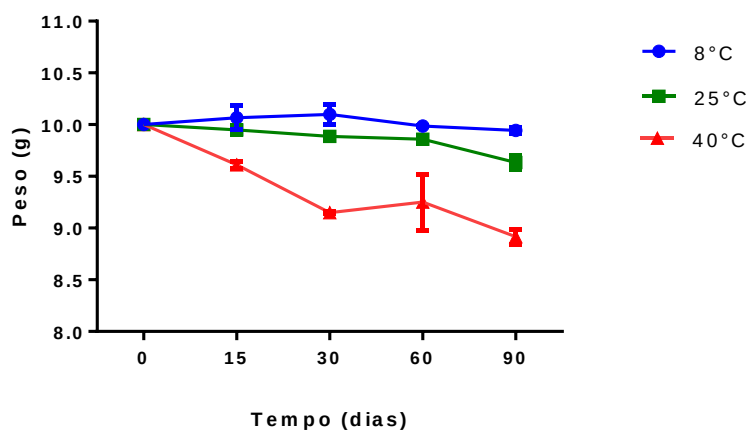


Fig. 4 Peso das gomas de cubiu em diferentes temperaturas. Os dados são expressos como média $\pm$ erro padrão ao nível de significância de ($p < 0,05$).

Análise físico-químico e Informações nutricionais

A análise do valor energético das gomas de gelatina, conforme apresentado na Tabela 5, mostra que essas gomas contêm 171 kcal por 100 g, o que corresponde a 9% do Valor Diário (V.D.). Esse valor está alinhado com o esperado, pois o maior resultado de proteína, fibra e açúcares totais contribui para o aumento do valor calórico total. Isso corrobora aos achados de Barbosa *et al.* (2022), que relataram um valor calórico de 178,99 kcal por 100 g na caracterização e avaliação sensorial de balas contendo colágeno e adoçantes.

Esse resultado é particularmente relevante em um cenário onde os consumidores estão cada vez mais conscientes sobre a ingestão calórica e buscam opções alimentares que se alinhem a um estilo de vida saudável (Brasil, 2014). Para Efe *et al.* (2022), a aceitação do produto não depende apenas do valor energético, mas também da experiência sensorial que ele proporciona.

Tabela 5 Composição físico-química e Informações nutricionais das gomas à base de cubiu

Análise físico-químico		%V.D.*
VET (kcal.100g ⁻¹)	171	9
Carboidratos (g.100g ⁻¹)	36	12
Cinzas (g.100g ⁻¹)	1,2	ND
Proteína (g.100g ⁻¹)	6,30	13
Lipídios (g.100g ⁻¹)	0	ND
Fibra solúvel (g.100g ⁻¹)	0,48	22

* Valor Diário de Referência (VD): os nutrientes foram avaliados com base na média da DRI (IOM, 2005), considerando uma dieta de 2.000 kcal/dia e uma porção de 100 gramas do produto; ND: não disponível.

Fibra alimentar (g.100g ⁻¹)	4,85	
Umidade (g.100g ⁻¹)	37	ND
Sódio (g.100g ⁻¹)	15	1

O teor de aproximado de 6,3 g de proteína/100 g nas gomas, representa 13% do valor diário recomendado. Este aporte proteico é significativo, para um produto como a goma de gelatina, que em geral não é reconhecida como uma fonte relevante de proteína. Esse valor pode ser atribuído tanto à gelatina utilizada na formulação quanto ao ativo, o cubiu. De acordo com Oliveira (2021), o cubiu é uma boa fonte de proteína, apresentando 1,96 g de proteína por 100 g, resultando em produtos com valor nutricional considerável. Para Cebin (2024) a gelatina não apenas contribui para a textura e estrutura das balas de goma, mas também fornece uma quantidade significativa de proteína, aumentando, assim, o valor nutricional do produto.

O teor de lipídeos foi de apenas 0,16 g por 100 g, um valor considerado baixo. Esse resultado era esperado, uma vez que a formulação não incluiu ingredientes com gordura.

Quanto ao teor de umidade, o valor da análise físico-químico foi de 36,75%. Esse dado é superior aos relatado na literatura para produtos à base de gelatina, 10% a 20% (Tarihi *et al.*, 2023). Esse resultado pode ter sido impactado pela quantidade de fibras presentes nas gomas, justificando o aumento do teor da umidade. Devido capacidade higroscópica das fibras que aumentam a absorção de água o que consequentemente aumentou o teor de umidade nas gomas (Vicente *et al.*, 2014).

Segundo Efe (2022), um nível baixo de umidade resulta em uma textura dura e quebradiça. Enquanto que o excesso de umidade pode levar à retrogradação, alterando a textura e a qualidade do produto e o controle da umidade é fundamental.

A quantidade de carboidratos (incluindo açúcares, amido e fibras) analisada foi de 36g/100g que representa 12% do valor diário recomendado, indicando que a porção fornece uma quantidade moderada de carboidratos em relação à ingestão total recomendada. Em geral, a quantidade de carboidratos, representam uma parte significativa da formulação, entre 50% a 80% (Periche *et al.*, 2014; Gones *et al.*, 2022). De acordo com Efe (2022), a quantidade de amido nas gomas pode variar de 5% a 30%

ou mais, dependendo do tipo de goma e da função desejada (espessante, estabilizante, etc.).

A análise da quantidade de açúcar revelou um conteúdo de 3,67 g/100 g nas gomas formuladas. Ressalta-se que os valores diários de referência (V.D%) não foram especificados, o que limita a interpretação do impacto desse teor na dieta. Observa-se que, na formulação das gomas, não houve adição de açúcar ou adoçantes, sugerindo que o valor encontrado pode ser atribuído à gelatina, a inulina ou a frutose do cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal). Cebin (2022) encontrou quantidades de sacarose nas formulações de gomas com inulina em concentrações de 3% a 9% e 1% nas formulações sem inulina. Estudo anterior, analisou 4,2% de frutose em gomas de gelatina sem adição de sacarose (Finegold *et al.*, 2014). Essa abordagem é relevante, pois, afirmação de que um alimento é isento de açúcares, ou qualquer alegação similar, é válida apenas se o produto contiver menos de 0,5 g de açúcares por 100 g ou 100 mL. Portanto, a alegação nutricional do teor de açúcar nas gomas pode ser considerada baixo (ANVISA, 2020).

A análise da quantidade total de fibra mostrou um valor de 5,33 g, o que corresponde a 22% da ingestão diária recomendada. Este resultado indica que a goma à base de cubiu pode ser considerada uma boa fonte de fibra alimentar. De acordo com a Instrução Normativa nº 75, de 2020, um alimento é classificado como "alta fonte de fibra" quando contém, no mínimo, 6 g de fibra por 100 g ou 3 g de fibra por 100 kcal. A incorporação de fibras solúveis, como a inulina e os frutooligossacarídeos (FOS), tem sido associada a propriedades prebióticas, além de contribuir para a redução do teor de açúcar e influenciar positivamente a microbiota intestinal, promovendo benefícios à saúde (Cebin *et al.*, 2024; Cortez-Trejo *et al.*, 2021).

A quantidade de sódio encontrada nas gomas foi de 15 mg, representando 1% do valor diário recomendado. Essa análise é parte da avaliação nutricional das gomas, destacando a baixa quantidade de sódio como um aspecto positivo nas gomas. Esse resultado corrobora com Cebin, (2024), ao analisar balas de goma fortificadas com extrato de germander montanhoso e prebióticos (15mg/100g). Sendo, quantidades excessivas podem ter efeitos adversos na estabilidade, umidade e formação de gel das gomas.

O teor de cinzas foi 1,2 g/100g. Corroborando com os resultados de Barbosa *et al* (2020) $1,09 \pm 0,03$; $1,1 \pm 0,0$; $1,21 \pm 0,10$; $1,29 \pm 0,02$. Esse resultado justifica-se devido ao cubiu conter uma quantidade considerável de minerais dentre eles o potássio, cálcio, fósforo, ferro e cobre (Yuyama *et al.* 2008).

ANÁLISE QUÍMICA

Teor de Naringenina

Na Fig. 4, observa-se a média dos resultados obtidos para o teor de naringenina na goma à base de cubiu de $17,2 \pm 0,1 \mu\text{g/mL}$; $8,6 \pm 0,1 \mu\text{g/mL}$; $8,1 \pm 0,0 \mu\text{g/mL}$ nas amostras mantidas a 40°C , $25^\circ\text{C} \pm 2$, e 8°C , respectivamente. Essas concentrações foram determinadas a partir da equação da reta (Anexo 2) da análise das concentrações do padrão de naringenina, que apresentou como o resultado da equação $y = 4602,4 + 10337,3x$, com um coeficiente de determinação (r^2) de 0,999. A equação teve uma tendência de linearidade nas concentrações de $6,25 - 100 \mu\text{L/mL}$.

Em relação aos resultados da média do teor de naringenina a 40°C de temperatura nota-se uma estabilidade até 60 dias, atingindo $17,8 \mu\text{g/mL} \pm 0,0$, e depois há uma leve redução aos 90 dias ($17,2 \pm 0,1 \mu\text{g/mL}$). O desvio padrão é baixo, indicando consistência nas medições. Isso pode sugerir que, apesar da temperatura elevada, a naringenina pode estar se concentrando devido a processos de evaporação ou concentração, mas a leve queda em 90 dias pode indicar um início de degradação.

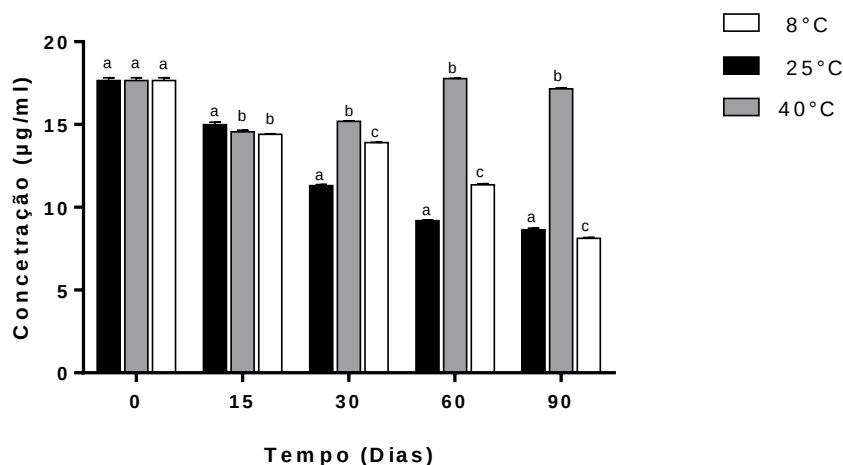


Fig. 4 Teor de naringenina nas gomas à base de cubiu. Os dados são expressos como média $\pm$ erro padrão com letras diferentes (a–c) são significativamente diferentes ($p < 0,05$).

Em relação o teor de naringenina na temperatura de 25°C , observa-se uma queda significativa ao longo do tempo, especialmente entre 15 e 30 dias, onde cai de $15,2 \pm$

0,2µg/mL para $11,3 \pm 0,1$ µg/mL. Entretanto, o desvio padrão é um pouco maior, especialmente no primeiro ponto, indicando uma maior variabilidade nas medições. Esse resultado sugere que a naringenina é menos estável a 25°C, possivelmente devido a reações de degradação que ocorrem mais rapidamente nessa temperatura.

Os resultados encontrados na temperatura de 8°C, mostra que o teor de naringenina reduziu ao longo do tempo, entretanto a taxa de degradação foi mais lenta em comparação com 25°C. O desvio padrão é baixo, significando consistência nas medições. Nesse resultado, a naringenina se mantém relativamente estável nos primeiros 30 dias, porém a queda acentuada a partir de 60 dias sugere que, mesmo em temperaturas mais baixas, a degradação ocorre, embora de forma mais gradual.

A estabilidade das flavononas é influenciada por uma combinação de fatores relacionados ao método de extração, estrutura química, condições de extração e características do solvente. A compreensão desses fatores é essencial para garantir a preservação das propriedades benéficas das flavononas em aplicações farmacêuticas (Biesaga, 2018; Vernarelli *et al.*, 2017).

Ademais, os resultados mostram que a concentração de naringenina nas gomas foi baixa quando comparada a recomendação da dose oral de aproximadamente 200mg/kg. Porém, baixas concentrações desse composto podem ter efeitos benéficos com uso contínuo devido às suas propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias, como aumentar a atividade de enzimas antioxidantes e reduzir o estresse oxidativo. Também foi observado que extratos de frutas cítricas oferecem potencial benefício à saúde em diabetes e obesidade. Estudos mostram que a naringenina pode ser útil para melhorar as alterações inflamatórias no tecido adiposo obeso. (Alam, *et al.*, 2014; Bhia *et al.*, 2021; Lopez –Almada *et al.*, 2023; Stabrauskiene *et al.* 2022).

Análise microbiológica

Na análise microbiológica foi observado ausência de coliformes termotolerantes a 37° C e *Samonella sp*, respectivamente, em todas amostras nas diversas temperaturas e tempo de armazenamento (T0, T15, T30, T60, T90). Segundo a literatura, os fatores como o pH muito ácido (3 a 5), adição de conservante natural ou sintético, o método de produção, a manipulação dos produtos durante a fabricação e qualidade higiênico-sanitária em todos os processos, podem influenciar os resultados para ausência de desses microrganismos (Cebin, *et al*, 2024; Efe, *et al.*, 2022; Gones, *et al.*, 2022).

Avaliação das características organolépticas

A análise organoléptica de uma formulação possibilita uma avaliação da qualidade auxiliando a identificar mudanças nas características como sabor, textura e aparência, que são fundamentais para a aceitação do consumidor (Brasil, 2019).

Na avaliação organoléptica das gomas foram observadas as alterações de cor, homogeneidade e consistência ao serem submetidas em diferentes temperaturas, tempo de armazenamento por 90 dias.

As análises foram comparativas tendo como padrão de referência a goma do tempo zero (T0). Na Fig. 4, mostra as gomas a partir do T0 até T90.

Tendo como padrão a goma no T0, nota-se a cor (marrom), consistência (gomosa), homogênea (uniforme), sabor (levemente ácido), aroma (frutado).

As mudanças nas características organolépticas foram observadas nas gomas em temperatura a 25°C e a 40°C a partir do T15 até o T90. O resultado mostra alterações, na cor (escura), consistência (pegajosa), e perda da homogeneidade. Os resultados da mudança tanto na cor quanto na consistência podem ter sido causados pela escolha da embalagem, blister transparente. Estas embalagens são produzidas com cloreto de polivinila (PVC), um polímero que possuem baixo custo e boa termoformabilidade, entretanto não correspondem às expectativas quanto se faz necessário uma barreira de umidade para produtos altamente higroscópicos e fotossensíveis (Pereira *et al.*, 2017). Para Teixeira *et al.* (2021), a escolha da embalagem é importante, pois têm a função de proteger os produtos, aumentar sua durabilidade, preservar suas características sensoriais, além de assegurar a qualidade e a integridade do item, garantindo também a segurança alimentar.

Outro fator que pode ser utilizado para evitar alteração da cor é adição de antioxidantes na formulação. Estudos anteriores, mostram a utilização de antioxidantes naturais como ácido ascórbico (vitamina C) e outros compostos que podem ajudar a estabilizar a formulação dos compostos bioativos durante o processamento de armazenamento para melhorar a conservação dos produtos (Cebin *et al.*, 2024; Vergara *et al.*, 2020).

Quanto em temperatura de a 8°C, (Fig 4), observamos que não houve alterações significativas em cor, textura e aparência ao longo do período de armazenamento quando comparada a goma T0. Esses resultados indicam que a 8°C mostrou ser importante na preservação das características organolépticas das gomas. Estudos mostram que as

temperaturas mais baixas diminuem a taxa de reações químicas, incluindo a oxidação, que pode comprometer o sabor e a coloração do produto. Além disso, a 8°C contribui para o controle da umidade, prevenindo alterações na textura e no sabor, e assegura a manutenção da textura, evitando que as gomas se tornem duras e pegajosas. Dessa forma, a a 8°C não apenas prolonga a vida útil do produto, mas também auxilia no controle de microrganismos (Bai *et al.*, 2022; González *et al.*, 2023; Khan *et al.*, 2021; Zhang *et al.*, 2023).

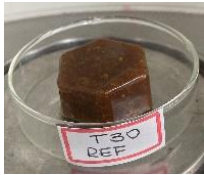
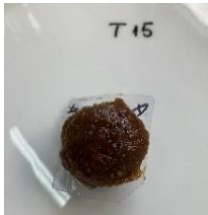
	T0	T15	T30	T60	T90
A					
B					
C					

Fig. 5 Características das gomas em diferentes tempos de armazenamento e temperatura. A: temperatura de refrigeração (8°C); B: temperatura ambiente (25°C); C: temperatura em câmara controlada (40°C).

ANÁLISE SENSORIAL E ACEITABILIDADE

Amostras e codificação

Durante a realização do teste sensorial, os provadores foram instruídos a preencher o Formulário de Avaliação Sensorial, conforme detalhado no (Anexo 1) do presente estudo em uma única sessão de quinze minutos durante duas semanas.

Para o teste sensorial foi oferecida duas amostras de 10g de cada goma e apresentadas em bandejas de forma padronizada com o mesmo tamanho, posteriormente codificadas com três dígitos aleatórios não sequenciais, servidos juntamente com um copo de água potável e um biscoito salgado do tipo cream cracker. A análise sensorial da goma ocorreu em cabines brancas individuais, sob luz artificial branca, em que as amostras foram servidas em temperatura a 25°C $\pm$ 1 °C, livre de ruídos e odores. Os provadores foram orientados a provar as amostras da esquerda para a direita e fazer uso da água e biscoito de água e sal entre uma degustação e outra para a remoção do sabor residual e, logo após, imediatamente fazer sua avaliação na ficha correspondente, para evitar comparações. No segundo dia de avaliação sensorial, o procedimento adotado foi similar ao do dia anterior, garantindo a consistência metodológica do estudo.

Determinação e índice de aceitabilidade

O índice de aceitabilidade (IA) foi calculado baseando-se nos resultados da análise sensorial, adotando-se a expressão:

“IA (%) = A x100/B”; em que “A” refere-se à nota média obtida para o produto, e “B”, a nota máxima dada ao produto. O resultado de boa aceitabilidade quando seu Índice de Aceitabilidade excede 70% (Dutcosky, 2019).

Análise dos dados

Os dados coletados foram organizados em planilhas e analisados utilizando o software BioEstat 5.0, sendo apresentados ao longo deste estudo por meio de estatísticas descritivas. Estes dados estão expressos em termos absolutos e/ou relativos, em formatos de tabelas e

gráficos. Para avaliar a aceitabilidade das preparações culinárias desenvolvidas, empregou-se o método do Índice de Aceitabilidade.

Todos os provadores eram do sexo feminino, com uma média de idade de 24 anos. Em relação ao nível de escolaridade, 79% eram estudantes de graduação, 8% estudantes de pós-graduação, 7% técnicos administrativos em educação e 6% docentes.

De acordo com o teste de análise sensorial, os resultados foram baseados nos atributos de aparência, aroma, textura, sabor e avaliação global. As notas foram classificadas pelos julgadores em uma escala de 1 a 9. Sendo, o intervalo de 1 a 3 indica uma avaliação desfavorável do produto; de 3 a 6, representa julgamentos neutros; e de 6 a 9, indica avaliações favoráveis. Se a porcentagem de notas no intervalo de 6 a 9 ultrapassar 70%, o produto é considerado bem aceito para o parâmetro analisado. Portanto, um produto é considerado aprovado sensorialmente quando atinge um índice de aceitação de pelo menos 70% nos testes preliminares realizados (Dutcosky, 2019; Ferreira, 2000).

Na tabela 6 são apresentados as notas médias e índice de Aceitabilidade referentes aos critérios relacionados à aceitação sensorial.

Tabela 6 Índice de Aceitabilidade das amostras 1 e 2, segundo cada atributo avaliado

Atributos	Amostra 1		Amostra 2	
	Notas médias	Índice de Aceitabilidade (%)	Notas médias	Índice de Aceitabilidade (%)
Aparência	5,78±1,82	64,22	6,79±1,76	75,44
Sabor	5,81±1,80	64,56	6,65±1,76	73,89
Aroma	5,95±2,08	66,11	6,78±1,87	75,33
Textura	4,76±2,31	52,89	6,77±2,03	75,22
Avaliação Global	5,51±1,89	61,22	6,97±1,71	77,44

Os dados apresentados referem-se à avaliação sensorial das duas amostras, considerando os atributos de aparência, sabor, aroma, textura e uma avaliação global.

Conforme apresentado na Tabela 6, a Amostra 2 apresentou desempenho superior em todos os parâmetros avaliados, e, em geral, menor variabilidade nas respostas. Apresentando médias e índices de aceitabilidade superiores em comparação com a Amostra 1. Isso sugere que

a Amostra 2 foi preferida e aceita sensorialmente em comparação à Amostra 1. Quanto à textura, em particular, mostra uma diferença significativa, o que pode ser um aspecto importante a ser considerado no desenvolvimento ou reformulação do produto. A análise sugere que melhorias na formulação da Amostra 1 poderiam ser benéficas para aumentar sua aceitação.

A cor da Amostra 2 foi melhor avaliada visualmente devido ao aromatizante de morango Fresh Drink®. A cor, sendo a primeira impressão que o consumidor tem do produto, exerce grande influência na aceitação, corroborando com estudos que afirmam que uma coloração mais atraente melhora a aparência do produto (Čižauskaite *et al.*, 2019; Teixeira-Lemos *et al.*, 2021).

Em relação ao sabor, alguns autores destacam que sabores como laranja e morango nas formulações mastigáveis são mais apreciados em comparação a outros sabores, o que pode aumentar a aceitabilidade e a adesão de consumidores (Čižauskaite *et al.*, 2019; Rodriguez-Pombo *et al.*, 2022).

Conforme evidenciado em pesquisas anteriores, a textura é um fator importante nas formulações mastigáveis, pois pode influenciar diretamente a satisfação do usuário e a adesão ao tratamento, além de proporcionar benefícios à saúde pela presença de fibras solúveis e insolúveis. A textura, também pode interagir com outros ingredientes, como aromatizantes e corantes, afetando a liberação de sabores e a percepção geral do produto (Čižauskaite *et al.*, 2019; Kia, *et al.*, 2020; Rodriguez-Pombo *et al.*, 2022).

Tarihi, (2024) enfatiza que a avaliação global de balas de gomas, podem ser influenciadas pela textura, sabor, aroma, aparência das gomas, adição de ingredientes funcionais, tendência do mercado por produtos veganos, entre outros.

Alguns estudos têm explorado as características das gomas mastigáveis pela capacidade de elevar o teor nutricional e proporcionar benefícios adicionais à saúde dos consumidores. Esses produtos são valorizados na indústria farmacêutica devido à sua facilidade de mastigação, consumo, sabor agradável, capacidade de mascarar sabores, facilidade de adesão ao tratamento e aceitação pelos pacientes (Dey *et al.*, 2023; Gan *et al.*, 2022; Ganatra *et al.*, 2024; Le *et al.*, 2022; Limberg *et al.*, 2021).

Nesse contexto, as formulações de gomas mastigáveis são amplamente aceitas devido à sua textura gelatinosa, sabor agradável e facilidade de consumo, sem a necessidade de administração com água. Além disso, elas oferecem fácil adesão por parte dos pacientes e permitem a incorporação de diversos bioativos (Manchón *et al.*, 2020; Pombo *et al.*, 2022).

INTENÇÃO DE COMPRA

Quanto à intenção de compra (Fig. 5) as participantes mostraram atitude positiva na compra das gomas à base de cubiu estivessem disponíveis no mercado.

A análise mostra que a intenção de compra das gomas à base de cubiu é majoritariamente positiva, com 41% dos participantes dispostos a comprá-las e 29% indecisos

Nota-se que 41% das participantes “provavelmente comprariam” as gomas de gelatina do fruto do cubiu, 29% têm “dúvida se comprariam” as gomas e que apenas 14% da amostra pesquisada afirmou que “provavelmente não compraria” este produto. 9% afirmaram que “certamente compraria” as gomas e 7% das participantes afirmaram que certamente “não compraria este produto”.

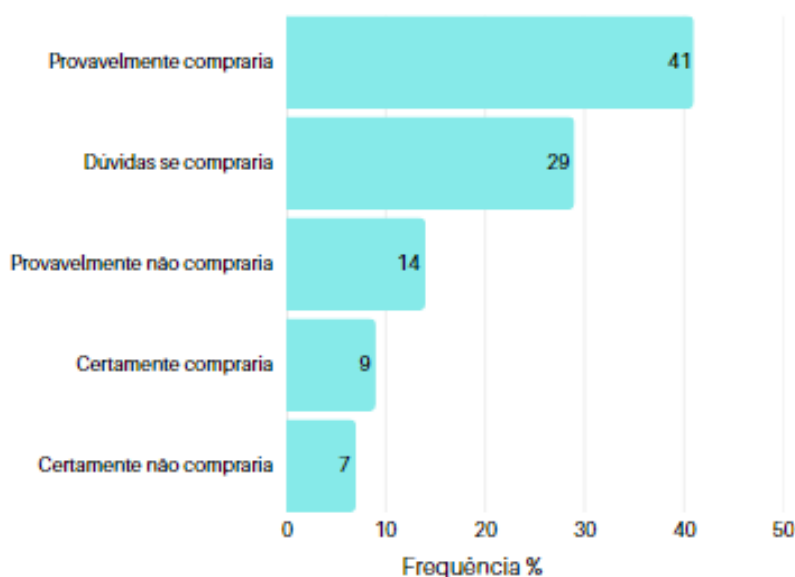


Fig. 6 Atitude em relação à compra das gomas à base de cubiu

De acordo com Dutcosky (2019), a intenção de compra pode ser interpretada a partir das respostas dos consumidores em relação à probabilidade de compra. Se a soma das respostas que indicam uma intenção de compra positiva (como "Eu provavelmente compraria" e "Eu certamente compraria") a partir de 50% ou, idealmente, 70%, isso sugere que o produto tem uma aceitação positiva no mercado. Além disso, a análise das respostas que expressam dúvidas ou rejeição pode ajudar a identificar áreas de melhoria para aumentar a intenção de compra.

Portanto, as gomas à base de cubiu apresentam uma aceitação promissora, mas há espaço para melhorias que podem aumentar ainda mais a intenção de compra entre os consumidores.

CONCLUSÃO

Na caracterização físico-química, mostrou que as gomas apresentaram teores significantes de proteínas, carboidratos, fibras e valor energético. As temperaturas influenciaram na estabilidade e degradação do teor de naringenina nas gomas no período de 90 dias. Na análise microbiológica das gomas não foram observadas contaminação por coliformes termotolerantes a 37° C e *Samonella sp.* Na avaliação organoléptica em relação a cor e textura, as gomas em temperatura de refrigeração a 8°C, não houve alteração da cor e textura. Porém as gomas em temperatura ambiente 25°C e 40°C em câmara controlada, tiveram alteração na cor e textura. A goma sabor morango foi preferida e ceita sensorialmente em comparação à goma natural. A média de aceitabilidade das gomas foi superior a 70%. A aceitação das gomas foi positiva em 50% quanto a intenção de compra.

O nutracêutico à base de cubiu representa um produto natural inovador que une os benefícios do fruto com a adição de inulina, um prebiótico que potenciaiza suas características funcionais. Essas combinações de bioativos contribui para a promoção da saúde, estimulando a adoção de hábitos alimentares mais saudáveis e sustentáveis, além de atuar na prevenção e no tratamento de diversas doenças crônicas.

REFERÊNCIAS

- ALAM, M.A. SUBHAN, N. RAHMAN, M.M. UDDIN SJ, REZA HM, SARKER SD. Efeito dos flavonoides cítricos, naringina e naringenina, na síndrome metabólica e seus mecanismos de ação. *Adv Nutr.* 2014 Jul 14;5(4):404-17.
doi: [10.3945/an.113.005603](https://doi.org/10.3945/an.113.005603)
- BAI, Y.; ZHANG, Y. (2022). Effects of storage temperature on the quality and sensory properties of gummy candies. *Journal of Food Science*, 87(3), 1234-1242. DOI: 10.1111/1750-3841.16456.
- BARBOSA, A. M., *et al.* (2022). Caracterização e Avaliação Sensorial de balas com colágeno e adoçantes. *Rev. Bras. Tecnologia de Alimentos*, 15(2), 123-135.2022.

- BIESAGA, M. (2011). Influence of extraction methods on stability of flavonoids. *Journal of Chromatography A*, v. 1218, n. 18, p. 2505-2512, 2011. DOI: 10.1016/j.chroma.2011.02.059. Epub. PMID: 21411105.
- BRASIL. (2001). Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária; Resolução nº 12, de 02 de janeiro de 2001.
- BRASIL. (2003). Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 23 dez. 2003. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2024.
- BRASIL. (2014). Ministério da Saúde. Secretaria de Atenção à Saúde. Departamento de Atenção Básica. Guia alimentar para a população brasileira / Ministério da Saúde, Secretaria de Atenção à Saúde, Departamento de Atenção Básica. – 2. ed., 1. reimpr. – Brasília : Ministério da Saúde. 156 p.
- BRASIL. (2019a). Farmacopeia Brasileira. 6ª ed. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, v.1, p.1-1504. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33832/259143/Volume+I+Pronto.pdf/4ff0dfe8-8a1d-46b9-84f7-7fa9673e1eel>. Acesso em: 29 de set. 2024.
- BRASIL. (2020). Ministério da Saúde - MS Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA INSTRUÇÃO NORMATIVA - IN Nº 75, DE 8 DE OUTUBRO DE 2020. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2024
- BRASIL. (2020). Resolução RDC nº 429, de 8 de outubro de 2020. Dispõe sobre a rotulagem nutricional de alimentos. *Diário Oficial da União*, Brasília, 9 out. 2020.
- ČIŽAUSKAITE, U.; JAKUBAITYTĖ, G.; ŽITKEVIČIUS, V.; KASPARAVIČIENĖ, G. (2019). Natural Ingredients-Based Gummy Bear Composition Designed According to Texture Analysis and Sensory Evaluation In Vivo. *Moléculas*. 24, 1442. <https://doi.org/10.3390/molecules24071442>.
- CORTEZ-TREJO, M.C; GAYTÁN-MARTÍNEZ, M.; REYES-VEGA, M.L.; MENDOZA. S. (2021). Protein-gum-based gels: Effect of gum addition on microstructure, rheological properties, and water retention capacity, *Trends in Food Science & Technology*, Volume 116, pages 303-317. ISSN 0924-2244. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2021.07.030>
- DE JESUS, J.F; REIS, I.M.A; COSTA, S.C.C. (2020). Avaliação da estabilidade de pastilha gomosa contendo extrato seco de *Citrus aurantium* / Avaliação da estabilidade de pasta de goma contendo extrato seco de *Citrus aurantium*. *Revista Brasileira de Revisão de Saúde*, [S. l.], v. 3, págs. 34327–4350. DOI: 10.34119/bjhrv3n3-034. <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.PHP/BJHR/article/view/9856>
- DUTCOSKY, S.D. (2019). *Análise sensorial de alimentos*. 5ª ed. Curitiba: Champagnat; 540p.
- EFE, NILGUN; DAWSON, PAUL. (2022). A Review: Sugar-Based Confectionery and the Importance of Ingredients. *European Journal of Agriculture and Food Sciences*, v. 4, n. 5, p. 1-8, out. DOI: <http://dx.doi.org/10.24018/ejfood.2022.4.5.552>.
- FERREIRA, V. L. P. *et al.* (2000). *Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos*. Campinas, SP: SBCTA. 127 p. (Manual: Série Qualidade).
- FINEGOLD, S.M.; LI, Z.; SUMMANEN, P.H.; DOWNES, J.; THAMES, G.; CORBETT, K.; DOWD, S.; KRAKDE, M.; HEBERDE, D. (2014). Xylooligosaccharide. Increases Bifidobacteria but not Lactobacilli in Human Gut Microbiota. *Food Funct.* 5, 436–445.
- GANATRA, P.; JYOTHISH, L.; MAHANKAL, V.; SAWANT, T.; DANDEKAR, P.; JAIN, R. (2024). Drug-loaded vegan gummies for personalized dosing of simethicone: A feasibility study of semi-solid extrusion-based 3D printing of pectin-based low-calorie

- drug gummies. International Journal of PHarmaceutics, v. 651, p. 123777. <https://doi.org/10.1016/j.ijPHarm.2024.123777>
- GAWKOWSKA D, CYBULSKA J, ZDUNEK A. (2018). Structure-Related Gelling of Pectins and Linking with Other Natural Compounds: A Review. Polymers (Basel). 10(7):762. Published 2018 Jul 11. doi:10.3390/polym10070762.
- GONZÁLEZ, M. A., ROJAS, M. L. (2023). Recent advances in the preservation of gummy candies: The role of temperature and packaging. Food Packaging and Shelf Life, 34, 100-110. DOI: 10.1016/j.fpsl.2022.100110.
- GUNES R, PALABIYIK I, KONAR N, SAID TOKER O. (2022). Soft confectionery products: Quality parameters, interactions with processing and ingredients. Food Chem. 385:132735. doi:10.1016/j.foodchem.2022.132735
- HELAL, A.; ALI, M. (2019). Nutraceuticals' Novel Formulations: The Good, the Bad, the Unknown and Patents Involved. Recent Patents on Drug Delivery & Formulatio, v. 13, n. 2, p. 115-131. DOI: 10.2174/1872211313666190503112040.
- Institute of Medicine. (2005). Dietary Reference Intakes for Water, Potassium, Sodium, Chloride, and Sulfate. Washington, DC: The National Academies Press. <https://doi.org/1017226/10925>
- KHAN, M. I., KAUR, C. (2021). Impact of storage conditions on the quality and sensory attributes of food products: A review. Food Quality and Safety, 5(1), 1-12. DOI: 10.1093/fqsafe/fyab001.
- KIA, E. M.; GHADERZADEH, S.; MOJADDAR - LANGROODI, A.; GHASEMPOUR, Z.; EHSANI, A. (2020). Red beet extract usage in gelatin gellan based gummy candy formulation introducing *Salix aegyptiaca* distillate as a flavouring agent. J Food Science and Technology. Sep;57(9):3355-3362. doi: 10.1007/s13197-020-04368-8. Epub 2020 Mar 30. PMID: 32713961; PMCID: PMC7374252.
- LÓPEZ-ALMADA G, DOMÍNGUEZ-AVILA JA, MEJÍA-LEÓN ME, ROBLES-SÁNCHEZ M, GONZÁLEZ-AGUILAR GA, SALAZAR-LÓPEZ NJ. (2023). Could Naringenin Participate as a Regulator of Obesity and Satiety? Molecules. Feb 2;28(3):1450. doi: 10.3390/molecules28031450. PMID: 36771113; PMCID: PMC9921626.
- LIU, Y. *et al.* (2019). Rheological and mechanical behavior of milk protein composite gel for extrusion-based 3D food printing. Lwt, v. 102, p. 338-346. DOI: 10.1016/j.lwt.2018.12.053.
- MADUREIRA, M. B. *et al.* (2023). Naringenin and Hesperidin as Promising Alternatives for Prevention and Co-Adjuvant Therapy for Breast Cancer, v. 12, p. 586. <https://doi.org/10.3390/antiox12030586>.
- MALKIN, AY; DERKACH, SR; KULICHIKHIN, VG. (2023). Rheology of Gels and Production Liquids. Géis. 9, 715. <https://doi.org/10.3390/gels9090715>
- MEIRA, SMM; SILVA,TM; JACQUES, AC; MOURA, CM de; NALÉRIO, Élen S.; GIONGO, C.; COGO, SL. (2024). Desenvolvimento de balas de gelatina probióticas sem açúcar adicionado. Revista Brasileira de Revisão de Saúde , [S. l.] , v. 9, pág. e74650. DOI: 10.34119/bjhrv7n9-126 <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/74650>
- OLIVEIRA JS, SILVA RS, SILVA MT. (2021). Caracterização química e funcional da polpa de Cubiu (*Solanun sensiflorum* Dunal) liofilizada para consumo em cápsulas. Pesquisa, Sociedade e Desenvolvimento. 14:e380101421993 <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i14.21993>

- PERICHE, A.; HEREDIA, A.; ESCRICHE, I.; ANDRÉS, A.; CASTELLÓ, M. (2014). Optical, mechanical and sensory properties of based-isomaltulose gummy confections. *Food Biosci.* 7, 37–44.
- ROUDBARI M, BARZEGAR M, SAHARI MA, GAVLIGHI HA. (2024). Formulation of functional gummy candies containing natural antioxidants and stevia. *Heliyon*. 10(11):e31581. Published May 22.
[Doi:10.1016/j.heliyon.2024.e31581](https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2024.e31581)
- SILVA, N; JUNQUEIRA, VCA; SILVEIRA, NFA. (2001). Manual de métodos de análise microbiológica de alimentos. 2. ed. São Paulo: Varela. 317p, M.; TAHMOUZI, S.; KIANIANI, M.R.; EZZATI, S.; HEDAYATI, S.; NIAKOUSARI, M. (2024). Current Innovations in the Development of Functional Gummy Candies. *Foods*. 13, 76.
<https://doi.org/10.3390/foods13010076>
- STABRAUSKIENE, J., KOPUSTINSKIENE, D. M., LAZAUSKAS, R., BERNATONIENE, J. (2022). Naringin and Naringenin: Their Mechanisms of Action and the Potential Anticancer Activities. *Biomedicines*, 10(7), 1686.
<https://doi.org/10.3390/biomedicines10071686>.
- TEIXEIRA, S. C.; SOARES, N. DE F. F.; STRINGHETA, P. C. (2021). Desenvolvimento de embalagens inteligentes com alteração colorimétrica incorporadas com antocianinas: uma revisão crítica. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 24, p. e2021033.
<https://doi.org/10.1590/1981-6723.03321>
- TEIXEIRA-LEMOES, E.; ALMEIDA, A.; VOUGA, B.; MORAIS, C.; CORREIA, I.; PEREIRA, P.; GUINÉ, R. (2023). Development and characterization of healthy gummy jellies containing natural fruits. *Open Agriculture*, v. 6, n. 1, p. 466-478
<https://doi.org/10.1515/opag-2021-0029>
- The United States Pharmacopoeia: USP 34, The National formulary: NF 29 (2010). The United States Pharmacopoeial Convention. Rockville: United States.
- VERGARA, L. P. *et al.* (2020). Stability of bioactive compounds in conventional and low-calorie sweet. *International Food Research Journal*, v. 27, n. 4, p. 625-634.
<https://www.researchgate.net/publication/344900966>
- World Health Organization (WHO). (2015). *Guideline: Sugars intake for adults and children* Geneva: WHO.
- VICENTE, J.; FONTOURA, L. M.; CORREA, A. F.; MELEIRO, C. H.; FORALOSSO, F. B. (2014). Formulação de balas enriquecidas com ferro, cálcio, beta-caroteno, licopeno e vitamina C. *Acta Tecnológica*, [S. l.], v. 8, n. 2, p. 36–43. DOI: 10.35818/acta.v8i2.151.
<https://periodicos.ifma.edu.br/index.php/actatecnologica/article/view/151>.
- ZHANG, Y.; WANG, Y. (2023). Temperature effects on the stability and sensory quality of food products: A comprehensive review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 22(1), 45-67. DOI: 10.1111/1541-4337.12999. 2023.

LEGENDAS DAS FIGURAS

Fig. 1 Nutracêutico à base de cubiu. (a) Goma sabor natural 10g; (b) Goma sabor morango

Fig. 2 pH das gomas à base de cubiu em diferentes tempos e temperaturas

Fig. 3 Umidade das gomas de cubiu em diferentes temperaturas

Fig. 4 Teor de naringenina nas gomas à base de cubiu

Fig. 5 Características das gomas em diferentes tempos de armazenamento e temperatura

Fig. 6 Atitude em relação à compra das gomas à base de cubiu

ANEXO

1 - QUESTIONÁRIO DE ANÁLISE SENSORIAL DE UM NUTRACÊUTICO À BASE DE CUBIU

Nº voluntário: _____

QUESTIONÁRIO DE ANÁLISE SENSORIAL DE UM NUTRACÊUTICO À BASE DE CUBIU

Nome: _____

Idade: _____ anos

1) Com qual frequência você consome gomas de gelatina?

- ☐) diariamente
- ☐) semanalmente
- ☐) quinzenalmente
- ☐) mensalmente
- ☐) não consumo

2) Você está recebendo duas amostras de gomas de gelatina do fruto do cubiu. Para o teste de análise sensorial, siga as etapas a seguir para análise das duas gomas: abra a embalagem, sinta o aroma, morda e mastigue a goma. **Não engula.** Após a mastigação, você deverá expelir (cuspir) num guardanapo, dobrar e colocar na lixeira. Estamos disponibilizando biscoito de água e sal, água mineral para limpar a boca e as papilas gustativas. Use o guardanapo e álcool 70° para higienizar as mãos.

- No decorrer da avaliação sensorial, é importante se manter em silêncio e evitar o uso de dispositivos eletrônicos para garantir a objetividade dos resultados.

Por favor, prove-a e avalie cada item segundo a escala abaixo

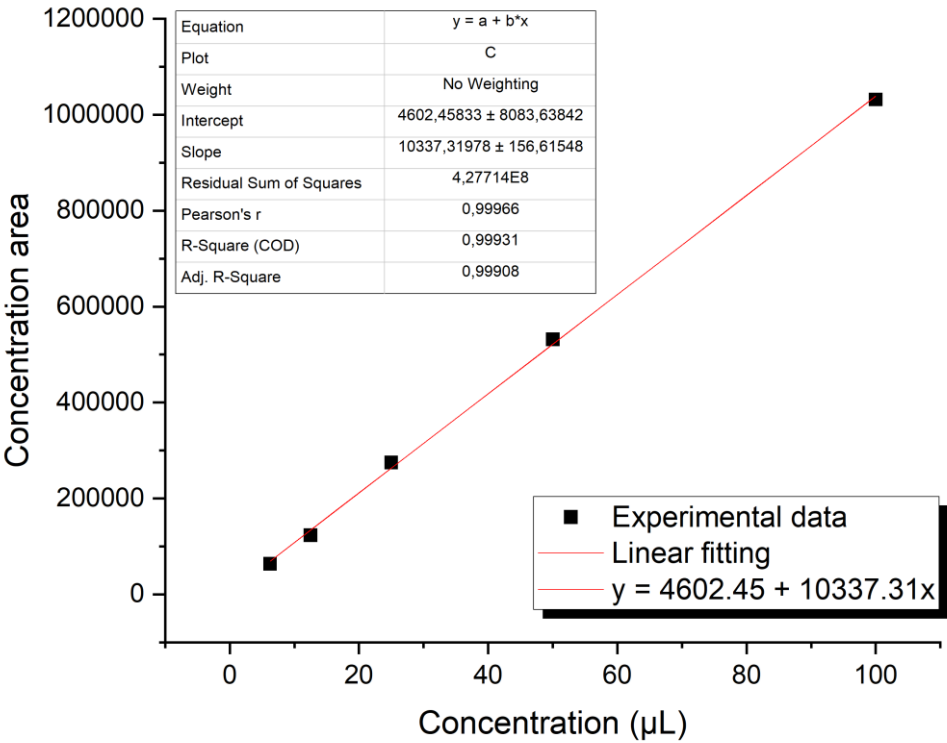
- 9 – Gostei extremamente
- 8 – Gostei muitíssimo
- 7 – Gostei moderadamente
- 6 – Gostei levemente
- 5 – Não Gostei nem desgostei
- 4 – Desgostei levemente
- 3 – Desgostei moderadamente
- 2 – Desgostei muitíssimo
- 1 – Desgostei extremamente

Item	Amostra Nº 1	Amostra Nº 2
Aparência		
Aroma		
Textura		
Sabor		
Avaliação global		

3) Assinale qual seria sua atitude em relação à compra do produto.

- ☐) eu certamente compraria este produto
- ☐) eu provavelmente compraria este produto
- ☐) tenho dúvidas se compraria ou não este produto
- ☐) eu provavelmente não compraria este produto
- ☐) eu certamente não compraria este produto

2- CONCENTRAÇÃO DA SOLUÇÃO PADRÃO DE NARINGENINA µg/mL



3- CARTAZ DE DIVULGAÇÃO DO TESTE DE ANÁLISE SENSORIAL



UFAM

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA



Projeto de Pesquisa
Convidamos você a participar do estudo

Elaboração e Análise sensorial de um nutraceutico à base de Cubiu

(Solanum sessiliflorum Dunal)



Objetivo do estudo

Realizar análise sensorial de um nutraceutico (gomas de gelatina) à base do fruto do cubiu.

Público alvo

Alunas e servidoras da **UFAM** (mulheres) com idades entre 18 e 50 anos, acostumadas a consumir gomas de gelatina.

Duração do teste será 15min

MeSES: Setembro e outubro de 2024

2ª,4ª,6ª das 8 às 12h 

Local

Laboratório NECTA no subsolo da Faculdade de Ciências Farmacêuticas

Equipe de pesquisa

Zania Regina Pereira - Doutoranda PPGBIOTEC - (92)98819-4008

Prof.Dr. Emersom Silva Lima - PPGCF - (92)99177-1263

Prof. Drª Rosany Piccolotto Carvalho - PPGBIOTEC - (92) 99987-4139

5 CONCLUSÃO

- O processo de secagem por liofilização obteve-se resultados melhores na dinâmica de secagem.
- Os dois métodos de secagem apresentaram teores superiores de proteínas, lipídios, carboidratos e fibras, quando comparados aos relatados na literatura.
- Não foram encontradas diferenças significativas entre os dois métodos em relação o conteúdo mineral;
- Nos ensaios de vitamina C, naringenina, e à atividade antioxidante medida pelo ensaio DPPH, o processo por liofilização manteve níveis mais elevados de compostos desses quando comparada à secagem em estufa;
- Não ocorreu citotoxicidade nas células tratadas com amostras dos dois métodos de secagem.
- Os resultados para fenólicos totais foram baixos para ambos os métodos;
- Na caracterização físico-química das gomas, mostrou que elas apresentaram teores significantes de proteínas, carboidratos, fibras e valor energético quando compardo com a literatura.
- Na análise microbiológica das gomas não foram observadas contaminação por coliformes termotolerantes a 37° C e *Samonella sp*, o período de 90 dias.
- Não houve alteração da cor e textura das gomas em temperatura de refrigeração a 8°C. Porém, na avaliação organoléptica em relação a cor e textura, as gomas em temperatura ambiente 25°C e 40°C em câmara controlada, tiveram alteração na cor textura.
- As temperaturas influenciaram na estabilidade e degradação do teor de naringenina nas gomas no período de 90 dias.
- A goma sabor morango foi mais aceita sensorialmente em comparação à goma natural.
- A média de aceitabilidade superior a 70%. Mostra que as gomas têm potencial para serem introduzidas no mercado como um nutracêutico. Ademais, a aceitação das gomas foi positiva em 50% para intenção de compra.
- Essa pesquisa demonstra a viabilidade e a aceitação do cubiu como um ingrediente funcional, destacando seu potencial como nutracêutico. Além disso, os resultados contribuem para a valorização dos recursos da Amazônia, enfatizando a importância do cubiu no contexto da saúde

6

REFERENCIAS

ALAM, S.; SARKER, M. M. R.; SULTANA, T. N.; CHOWDHURY, M. N. R.; RASHID, M. A. Antidiabetic phytochemicals from medicinal plants: prospective candidates for new drug discovery and development. *Frontiers in Endocrinology*, v. 13, p. 800714, 2022. DOI: 10.3389/fendo.2022.800714. PMID: 35282429; PMCID: PMC8907382. Acesso em: 26 nov. 2024.

ANVISA. **Resolução RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002**. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Anvisa. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 12 set. 2023.

ARANA, V. G.; MERINO, Z. C.; RIQUELME, P. M.; NONATO, R. L.; DELGADO, W. H. Antihyperlipidemic and antioxidant capacities, nutritional analysis and UHPLC-PDA-MS characterization of cocona fruits (*Solanum sessiliflorum* Dunal) from the Peruvian Amazon. *Antioxidants*, v. 10, n. 1566, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/antiox10101566>. Acesso em: 26 nov. 2024.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of AOAC International**. 18. ed. Washington: AOAC, 2005.

ATWATER, W. O.; WOODS, C. D. **The chemical composition of American food materials**. Farmers' Bulletin No. 28. U.S. Department of Agriculture, Washington, 1990.

BERTUCCIOLI, A.; CARDINALI, M.; BIAGI, M.; MORICOLI, S.; MORGANTI, I.; ZONZINI, G. B. Nutraceuticals and herbal food supplements for weight loss: is there a prebiotic role in the mechanism of action? *Microorganisms*, v. 9, n. 12, p. 2427, 2021. DOI: 10.3390/microorganisms9122427. PMID: 34946029; PMCID: PMC8703584. Acesso em: 27 out. 2024.

BINDU, J.; NARENDHIRAKANNAN, R. T. Role of medicinal plants in the management of diabetes mellitus: a review. *3 Biotech*, v. 9, n. 1, p. 4, jan. 2019. DOI: 10.1007/s13205-018-1528-0. Epub 2018 Dec 12. PMID: 30555770; PMCID: PMC6291410. Acesso em: 27 out. 2024.

BRASIL. Farmacopeia Brasileira. **6. ed**. Brasília: Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2019. v. 1, p. 1-1504. Disponível em: <http://portal.anvisa.gov.br/documents/33832/259143>. Acesso em: 29 set. 2023.

BRASIL. Ministério da Saúde - MS. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – ANVISA. **Instrução Normativa - IN nº 75**, de 8 de outubro de 2020. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br>. Acesso em: 10 out. 2023.

CAI, J.; WEN, H.; ZHOU, H.; ZHANG, D.; LAN, D. D. Naringenin: a flavanone with anti-inflammatory and anti-infective properties. *Biomedicine & Pharmacotherapy*, v. 164, 2023. DOI: 10.1016/j.biopha.2023.114990. Acesso em: 27 out. 2024.

CHARRO, S. G.; FILADELFO, C. T.; ARANHA, H.; SCAPIN, M. A.; DE AQUINO, R. R. Análise de minerais essenciais em polpa de butiá (*Butia eriospatha*) por EDXRF. XVIII Encontro Nacional e VI Congresso Latino Americano de Analistas de Alimento, **ENAAL 2013**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/282294083>.

COLODEL, C.; PETKOWICZ, C. Acid extraction and physicochemical characterization of pectin from cubiu (*Solanum sessiliflorum* D.) fruit peel. **Food Hydrocolloids**, v. 86, 2018. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2018.06.013. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/325660901>. Acesso em: 27 out. 2024.

DA CRUZ, J. F.; QUITÉRIO, T. da C.; FRANCO, P. V. M.; DE CASTRO, A. P. Cubiu (*Solanum sessiliflorum*): uma fruta alimentar, medicinal e cultural. **Revista Brasileira de Desenvolvimento**, v. 1, p. 93–107, 2023. DOI: <https://doi.org/10.34117/bjdv9n1-007>. Acesso em: 12 jul. 2023.

DALENOGARE, F. J.; DE SOUZA, V. M.; MONTAGNE, F. F. S. G.; DUARTE, T. Toxicity, anti-inflammatory, and antioxidant activities of cubiu (*Solanum sessiliflorum*) and its interaction with magnetic field in the skin wound healing. **Evidence-Based Complementary and Alternative Medicine**, v. 2022, p. 7562569, 2022. DOI: 10.1155/2022/7562569. PMID: 35310021; PMCID: PMC8930208. Acesso em: 01 dez. 2024.

DE ALMEIDA, L. M.; CHEHTER, E. Z. Obesity and gut microbiota: what do we know so far? **Brazilian Journal of Health Review**, v. 5, n. 5, p. 21218–21243, 2022. DOI: 10.34119/bjhrv5n5-272. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BJHR/article/view/53347>. Acesso em: 07 dez. 2024.

DE CARVALHO, N. M.; OLIVEIRA, D. L.; COSTA, C. M.; PINTADO, M. E.; MADUREIRA, A. R. Strategies to assess the impact of sustainable functional food ingredients on gut microbiota. **Foods**, v. 12, p. 2209, 2023. DOI: 10.3390/foods12112209. Acesso em: 4 dez. 2024.

DUTCOSKY, S. D. **Análise sensorial de alimentos**. 5. ed. Curitiba: Champagnat, 2019. 540 p.

FERREIRA, V. L. P. et al. **Análise sensorial: testes discriminativos e afetivos**. Campinas, SP: SBCTA, 2000. 127 p. (Manual: Série Qualidade).

FINEGOLD, S. M.; LI, Z.; SUMMANEN, P. H.; DOWNES, J.; THAMES, G.; CORBETT, K.; DOWD, S.; KRAKDE, M.; HEBERDE, D. Xylooligosaccharide increases Bifidobacteria but not Lactobacilli in human gut microbiota. **Food Function**, v. 5, p. 436–445, 2014. Acesso em: 12 set. 2023

GOÑI, I.; GARCIA-DIAZ, L.; MAÑAS, E.; SAURA-CAIXTO, F. Analysis of resistant starch: A method for foods and food products. **Food Chemistry**, v. 56, n. 4, p. 445–449, 1996. Acesso em: 12 set. 2023

GRANATO, D.; NUNES, D. S. **Análises químicas, propriedades funcionais e controle de qualidade de alimentos e bebidas: uma abordagem teórico-prática.** Rio de Janeiro: Elsevier Brasil, 2016.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ – IAL. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos físico-químicos para análises de alimentos.** 4. ed. (1ª edição digital), 2008. 1020 p. Acesso em: 12 set. 2023

MENDES, K. D. S.; SILVEIRA, R. C. C. P.; GALVÃO, C. M. Revisão integrativa: método de pesquisa para a incorporação de evidências na saúde e na enfermagem. **Texto & Contexto - Enfermagem**, v. 17, n. 4, p. 758–764, out. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-07072008000400018>. Disponível em: Acesso em: 17 dez. 2023.

MOLYNEUX, P. The use of the stable free radical diphenylpicrylhydrazyl (DPPH) for estimating antioxidant activity. **Songklanakarin Journal of Science and Technology**, v. 26, n. 2, p. 211-219, 2004. Acesso em: 06 jan. 2024

MONTAGNER, G. F. F. S.; BARBISAN, F.; LEDUR, P. C.; BOLIGNON, A. et al. In vitro biological properties of Solanum sessiliflorum (Dunal), an Amazonian fruit. **Journal of Medicinal Food**, v. 23, n. 9, p. 978-987, 2020. DOI: 10.1089/jmf.2019.0193. Acesso em: 4 dez. 2024.

NAGAKURA, K. **General analysis.** In: OKADA, M.; HIRAO, S.; NOGUCHI, E.; SUZUKI, T.; YOKOSUKI, M. (Eds.). Utilization of marine products. Overseas Technical Cooperation Agency, 1972. p. 159-169.

PAHLEN, A. V. Cubiu (Solanum tojiro): uma fruteira da Amazônia. **Acta Amazonica**, v. 7, n. 3, p. 301-307, 1977. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-43921977073301>. Acesso em: 4 dez. 2024.

PRESATO, A. E. F.; ALMEIDA-MURADIAN, L. B. Validação de métodos cromatográficos por CLAE para análise das vitaminas. **Química Nova**, v. 31, n. 3, p. 498-502, 2008. Acesso em: 17 dez. 2023

R, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 26, p. 1231-1237, 1999. DOI: [https://doi.org/10.1016/s0891-5849\(98\)00315-3](https://doi.org/10.1016/s0891-5849(98)00315-3). Acesso em: 06 jan. 2024

REIS, R. C.; DEVILLA, I. A.; ASCHERI, D. P. R.; SERVULO, A. C. O.; SOUZA, A. B. M. Cinética de secagem de folhas de manjeriço (Ocimum basilicum L.) via infravermelho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, n. 12, p. 1346-1352, 2012. Acesso em 20 de jun.2024.

ROUDBARI, M.; BARZEGAR, M.; SAHARI, M. A.; GAVLIGHI, H. A. Formulation of functional gummy candies containing natural antioxidants and stevia. **Heliyon**, v. 10, n. 11, e31581, 2024. Publicado em: 22 maio 2024. DOI: 10.1016/j.heliyon.2024.e31581. Acesso em: 07 dez. 2024.

SAFRAID, G. F. et al. Perfil do consumidor de alimentos funcionais: identidade e hábitos de vida. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 25, p. e2021072, 2022.

SHANTY, A.; MOHANAN, P. Heterocyclic Schiff bases as non-toxic antioxidants: Solvent effect, structure activity relationship and mechanism of action. *Spectrochimica Acta Part A: Molecular and Biomolecular Spectroscopy*, v. 192, p. 181-187, 2017. Acesso em: 06 jan. 2024

SILVA FILHO, D. F.; MACHADO, F. M.; NODA, H.; YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SOUZA, V. G. **Cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): aspectos agrônômicos e nutricionais**. INPA, Manaus, AM, 2012. 39 p. Acesso em: 07 dez. 2024.

SILVA, A. S. **Maná-cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal): extração e caracterização da polpa, efeito na viabilidade de bactérias acidoláticas e aplicação em leites fermentados**. 2019. 110 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, São José do Rio Preto, 2019. Acesso em: 01 dez. 2024.

SUBRAMANIAN, P. Mucoadhesive delivery system: a smart way to improve bioavailability of nutraceuticals. *Foods*, v. 10, n. 6, p. 1362, 2021. DOI: 10.3390/foods10061362. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2304-8158/10/6/1362>. Acesso em: 07 dez. 2024.

WOLFE, K. L.; LIU, R. H. Cellular Antioxidant Activity (CAA) Assay for Assessing Antioxidants, Foods and Dietary Supplements. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, v. 55, p. 8896-8907, 2007.

ANEXO

1- Aceite da revista FAMINAS

[RCFaminas] Decisão editorial Externa Caixa de entrada x

Dr Alexandre Horácio Couto Bittencourt via Portal Científico FAMINAS <periodicos@faminas.edu.br>
para mim, Joao, Rosany, Emerson ▾

qui., 17 de out., 07:43

Zania Regina Ferreira Pereira, Joao Lucas da Silva Rufino, Rosany Piccolotto Carvalho, Emerson Lima,

Foi tomada uma decisão sobre o artigo submetido à revista REVISTA CIENTÍFICA DA FAMINAS,
"PERFIL QUÍMICO E BIOLÓGICO DO CUBIU (*Solanum sessiliflorum* Dunal): UMA REVISÃO BASEADA NUMA ABORDAGEM INTEGRADA".

A decisão é: Aceito para publicação

Obrigado por nos enviar este valioso trabalho. Seu trabalho será publicado em nosso próximo numero. Em breve entraremos em contato para a prova editorial

Revista Científica da FAMINAS ISSN Impresso: 1807-6912 ISSN Eletrônico: 2763-941X <http://periodicos.faminas.edu.br/index.php/RCFaminas>

2- Parecer do Comitê de Ética em Pesquisa da UFAM

UNIVERSIDADE FEDERAL DO
AMAZONAS - UFAM



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: ELABORAÇÃO E ANÁLISE SENSORIAL DE UM NUTRACÊUTICO À BASE DE
CUBIU (*Solanum sessiliflorum* Dunal)

Pesquisador: ZANIA REGINA FERREIRA PEREIRA

Área Temática:

Versão: 1

CAAE: 82220224.9.0000.5020

Instituição Proponente: FUNDACAO UNIVERSIDADE DO AMAZONAS

Patrocinador Principal: Fundação Universidade do Amazonas
Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas - FAPEAM

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.009.092

Recomendações:

Não se Aplica

Conclusões ou Pendências e Lista de Inadequações:

Diante do exposto o parecer, é pela Aprovação, SMJ.

Considerações Finais a critério do CEP:

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2371082.pdf	03/07/2024 16:33:37		Aceito
Outros	PortariaProresp.pdf	03/07/2024 16:32:29	ZANIA REGINA FERREIRA	Aceito
Folha de Rosto	folhaDeRosto.pdf	03/07/2024 16:30:11	ZANIA REGINA FERREIRA	Aceito
Declaração de Instituição e Infraestrutura	Anuencia.pdf	03/07/2024 16:28:50	ZANIA REGINA FERREIRA PEREIRA	Aceito
Cronograma	Cronograma.pdf	03/07/2024 16:16:24	ZANIA REGINA FERREIRA	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	Projeto.pdf	03/07/2024 16:16:10	ZANIA REGINA FERREIRA PEREIRA	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	Termo_Concentimento_Livre_Esclarecido.pdf	26/06/2024 17:32:05	ZANIA REGINA FERREIRA PEREIRA	Aceito
Orçamento	orcamento.pdf	26/06/2024 17:18:58	ZANIA REGINA FERREIRA	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

Endereço: Rua Teresina, 4950

Bairro: Adrianópolis

CEP: 69.057-070

UF: AM

Município: MANAUS

Telefone: (92)3305-1181

E-mail: cep.ufam@gmail.com

3-Termo de Consentimento Livre e Esclarecido –TCLE



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TCLE

Você está sendo convidada a participar do projeto intitulado "Elaboração e análise sensorial de um nutracêutico à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)", um projeto de doutorado conduzido pela pesquisadora Zania Regina Ferreira Pereira, sob orientação da Prof. Dr^a Rosany Piccolotto Carvalho e Prof^o Dr^o Emersom Silva Lima, do Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Federal do Amazonas. Neste estudo, pretendemos avaliar as reações geradas pela análise sensorial de gomas mastigáveis de cubiu, bem como sua percepção visual, olfativa, gustativa, tátil e auditiva.

Antes e durante o teste, todas as informações necessárias serão fornecidas, garantindo que seu nome seja mantido em total sigilo. Você terá a oportunidade de refletir sobre sua participação, consultando familiares ou outras pessoas, se desejar.

Sua participação nos testes do produto, com duração de 15 minutos em uma única sessão, ocorrerá na Faculdade de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas, no Mini Campus, 3º andar, laboratório de Fisiologia Humana. Serão avaliados textura, sabor, cor, aroma e intenção de compra do nutracêutico, apresentado no formato de goma de gelatina mastigável à base de cubiu, um fruto regional da Amazônia muito estudado e comercializado em diversas formas. O cubiu é um fruto conhecido pelas suas propriedades funcionais e valor nutricional para a saúde. Os nutracêuticos fornecidos no estudo, são elaborados com produto natural de qualidade a partir de matéria prima de boa procedência, a partir do fruto do cubiu, seguindo toda segurança e o rigor exigido para a manipulação de alimentos conforme as recomendações da Agência Nacional de Vigilância Sanitária-ANVISA.

Para participar, é necessário possuir paladar normal, boa saúde, disponibilidade e interesse, além de não apresentar infecções bucais ou outros impedimentos que afetem a análise sensorial. **Não é preciso ingerir o produto, apenas mastigá-lo e expelir (cuspir)**

Você receberá três unidades de gomas mastigáveis dos sabores natural, morango e chocolate, ou seja, uma goma de cada sabor. Após cada teste, será oferecido água mineral e biscoito de água e sal para limpar o paladar. A análise sensorial será realizada por meio de um formulário fornecido no momento do teste.

Em caso de desconforto, como dor de cabeça ou enjoo, mesmo que raros, você deve informar imediatamente o pesquisador principal para receber assistência e, se necessário, retirar-se do estudo. Os principais riscos envolvem preferências pessoais em relação à textura, cor, sabor e doçura do produto.

Ao participar, você estará contribuindo para o desenvolvimento de um produto regional à base de cubiu, com potencial impacto positivo na saúde humana. Todas as despesas relacionadas serão ressarcidas, e você terá direito a indenização em caso de danos, conforme a Lei.

Sua participação é voluntária, e você tem o direito de recusar ou retirar seu consentimento a qualquer momento, sem penalidades. Os resultados da pesquisa estarão disponíveis para você quando concluídos, e sua identidade será mantida em sigilo em todas as publicações resultantes do estudo.

Os pesquisadores tratarão a sua identidade com padrões profissionais de sigilo e confidencialidade, utilizarão as informações somente para fins acadêmicos e científicos atendendo a legislação brasileira, em especial, à Resolução 466/2012 de 12/ 06/2012, do Conselho Nacional de Saúde, que trata dos preceitos éticos e da proteção dos participantes da pesquisa. Solicitamos que guarde cuidadosamente a sua via, pois é um documento que



UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO- TCLE

traz informações importantes de contato e garante os seus direitos como participante da pesquisa.

Este termo de consentimento será assinado por você e pelo pesquisador, com uma cópia arquivada no Laboratório de Fisiologia Humana (ICB-Ufam) e outra fornecida a você. Os dados serão mantidos em sigilo e em conformidade com a legislação brasileira por cinco anos após o término da pesquisa, sendo posteriormente destruídos.

Você também pode contatar o Comitê de Ética em Pesquisa com Seres Humanos da Universidade Federal do Amazonas (CEP/UFAM) e a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP), se necessário, para esclarecimentos adicionais. O CEP/UFAM fica na Escola de Enfermagem de Manaus (EEM/UFAM) - Sala 07, Rua Teresina, 495-Adrianópolis - Manaus - AM, Fone: (92) 3305-1181 Ramal 2004, E-mail: cep@ufam.edu.br. O CEP/UFAM é um colegiado multi e transdisciplinar, independente, criado para defender os interesses dos participantes da pesquisa em sua integridade e dignidade e para contribuir no desenvolvimento da pesquisa dentro de padrões éticos.

Ao concordar em participar, você reconhece estar ciente e de acordo com os termos aqui descritos.

Diante dos esclarecimentos prestados, concordo em participar, como voluntária, do estudo "Elaboração e análise sensorial de um nutracêutico à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)"

CONSENTIMENTO PÓS-INFORMAÇÃO

Eu, _____ fui informado(a) dos objetivos da pesquisa "Elaboração e análise sensorial de um nutracêutico à base de cubiu (*Solanum sessiliflorum* Dunal)", para o teste de textura, sabor, cor, aroma, e intenção de compra do produto que será realizado em um dia de sessão com tempo de vinte minutos, de maneira clara e detalhada, esclarecendo as minhas dúvidas. Sei que a qualquer momento poderei solicitar novas informações e modificar a minha decisão de participar se assim o desejar. Declaro que concordo em participar. Recebi uma via original deste termo de consentimento livre e esclarecido e me foi dada a oportunidade de ler e esclarecer as minhas dúvidas.

Manaus, _____ de _____ de _____

Assinatura do Participante

Assinatura do Pesquisador Principal

Assinatura Datiloscópica