

UNIVERSIDADE ESTADUAL "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA

João Marco Pádua Cunha

**Leathers comestíveis de taioba: aplicação da técnica de tape-casting para o
desenvolvimento de materiais funcionais**

Botucatu - SP
2026

João Marco Pádua Cunha

Leathers comestíveis de taioba: aplicação da técnica de tape-casting para o desenvolvimento de materiais funcionais

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biotecnologia da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” – UNESP, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Biotecnologia.

Orientador: Prof. Dr. Vitor Augusto dos Santos Garcia

Botucatu - SP
2026

C9721

Cunha, João Marco Pádua

Leathers comestíveis de taioba: aplicação da técnica de tape-casting para o desenvolvimento de materiais funcionais / João Marco Pádua Cunha. -- Botucatu, 2026

64 p. : il., tabs., fotos

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu
Orientadora: Vitor Augusto dos Santos Garcia

1. PANC, segurança alimentar, compostos fenólicos, proteínas.. I.
Título.

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: *Leathers* comestíveis de taioba: aplicação da técnica de *tape-casting* para o desenvolvimento de materiais funcionais

AUTOR: JOÃO MARCO PÁDUA CUNHA

ORIENTADOR: VITOR AUGUSTO DOS SANTOS GARCIA

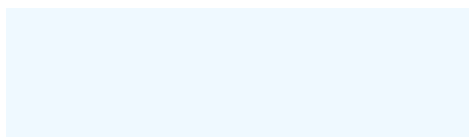
Aprovado como parte das exigências para obtenção do Título de Mestre em Biotecnologia, pela Comissão Examinadora:

Prof. Dr. VITOR AUGUSTO DOS SANTOS GARCIA (Participação Virtual)
Departamento de Produção Vegetal / UNESP / Câmpus de Botucatu - FCA

Profa. Dra. LÍVIA CIRINO DE CARVALHO (Participação Virtual)
Departamento de Tecnologia de Alimentos / Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Paraná (IFPR)

Prof. Dr. LUIS GUSTAVO SABOIA PONTE (Participação Virtual)
Departamento de Nutrição / Centro Universitário Senac

Botucatu, 30 de abril de 2026.



Renan Codeco da Silva
Assistente Técnico Administrativo I da Seção Técnica de Pós-Graduação
Instituto de Biociências de Botucatu

RESUMO

Este estudo objetivou-se a avaliar a caracterização físico-química, funcional e sensorial de leathers comestíveis, produzidos a partir de purê de folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), uma PANC (Plantas Alimentícias Não Convencionais), utilizando o ágar-ágar como agente estruturante. A matéria-prima vegetal foi obtida a partir de cultivo local na cidade de Botucatu, São Paulo. Os leathers foram desenvolvidos pela técnica de *tape-casting* e após testes preliminares, utilizou-se as concentrações de 30 e 40 g/100g de purê de massa formuladora para a etapa experimental. A concentração de ágar-ágar foi fixada em 1g/100g de massa formadora, com base em testes preliminares de estruturação. As amostras foram submetidas a análises físico-químicas, mecânicas e funcionais, bem como à análise sensorial de aceitação, avaliando atributos como aparência, cor, percepção de saudabilidade e aceitação global. Os dados foram obtidos por análise de variância (ANOVA), seguida do teste de Duncan ($p < 0,05$). Os resultados mostraram o purê de taioba com teores significativos de proteínas (5,3%) e fibras (10,25%), em base seca, além de compostos fenólicos totais (1,6 mg de ácido gálico equivalente – AGE/g) e com maiores resultados em: teor proteico (16,19%), teor de cinzas (16,43%) e capacidade antioxidante (7,02 $\mu\text{mol TE/g}$). Os leathers apresentaram baixa atividade de água e umidade, características favoráveis à estabilidade microbiológica. Com isso, a utilização da taioba na elaboração de leathers comestíveis constitui uma alternativa tecnicamente viável e promissora para a valorização de uma PANC subutilizada, resultando em um produto nutritivo, funcional, sensorialmente aceito e alinhado aos princípios de segurança alimentar e sustentabilidade.

Palavras-chave: PANC, segurança alimentar, compostos fenólicos, proteínas.

ABSTRACT

This study aimed to evaluate the physicochemical, functional, and sensory characterization of edible leathers produced from taro leaf puree (*Xanthosoma sagittifolium*), a non-conventional food plant (PANC), using agar-agar as a structuring agent. The plant raw material was obtained from local cultivation in the city of Botucatu, São Paulo. The leathers were developed using the tape-casting technique, and after preliminary tests, concentrations of 30 and 40 g/100g of formulating mass puree were used for the experimental stage. The agar-agar concentration was fixed at 1 g/100g of forming mass, based on preliminary structuring tests. The samples were subjected to physicochemical, mechanical, and functional analyses, as well as sensory acceptance analysis, evaluating attributes such as appearance, color, perception of healthiness, and overall acceptance. Data were obtained through analysis of variance (ANOVA), followed by Duncan's test ($p < 0.05$). The results showed that the taro puree had significant levels of protein (5.3%) and fiber (10.25%) on a dry basis, as well as total phenolic compounds (1.6 mg gallic acid equivalent – GAE/g), with higher results in: protein content (16.19%), ash content (16.43%), and antioxidant capacity (7.02 $\mu\text{mol TE/g}$). The leathers presented low water activity and moisture, characteristics favorable to microbiological stability. Therefore, the use of taro in the production of edible leathers constitutes a technically viable and promising alternative for the valorization of an underutilized PANC (non-conventional food plant), resulting in a nutritious, functional, sensorially acceptable product aligned with the principles of food safety and sustainability.

Keywords: UFP, food safety, phenolic compounds, proteins

REGISTRO DA CONTEXTUALIZAÇÃO BIOTECNOLÓGICA E SOCIAL

O avanço da biotecnologia alimentar tem aberto novas possibilidades para o desenvolvimento de produtos que aliam qualidade nutricional, funcionalidade e sustentabilidade. Nesse contexto, o aproveitamento de Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC), como a taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), destaca-se como uma estratégia promissora. Rica em proteínas, fibras, minerais e compostos bioativos, a taioba apresenta grande potencial como matéria-prima para formulações de alto valor agregado. Do ponto de vista tecnológico, a biotecnologia permite ultrapassar o consumo in natura, possibilitando novas formas de processamento e aplicação. Por meio de técnicas como o tape casting, o purê das folhas de taioba pode ser transformado em leathers comestíveis, produtos estáveis, nutritivos e inovadores. Essa abordagem representa um avanço importante, pois conecta a valorização de espécies vegetais muitas vezes negligenciadas com soluções tecnológicas voltadas à indústria de alimentos, atendendo à crescente demanda por produtos funcionais e ambientalmente sustentáveis. Além da dimensão tecnológica, o estudo possui forte relevância social. A inclusão de PANC na cadeia alimentar contribui para a diversificação da dieta e atua como um instrumento no combate à insegurança alimentar, ainda presente em diversas regiões. O incentivo ao cultivo e ao processamento da taioba fortalece a agricultura familiar, valoriza a biodiversidade local e amplia as oportunidades de geração de renda em comunidades rurais. Assim, a contextualização desta pesquisa evidencia que a inovação em alimentos vai além da criação de novos produtos: ela deve integrar ciência, sustentabilidade e responsabilidade social. O desenvolvimento de leathers comestíveis de taioba materializa essa visão, unindo tecnologia, saúde pública e valorização do patrimônio alimentar brasileiro.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Folhas de taioba.....	18
Figura 2 – Processo de produção do purê à base de folhas de taioba (imagem criada no aplicativo <i>Krea</i>)	22
Figura 3 – Produção dos <i>leathers</i> comestíveis de ágar-ágar com diferentes concentrações do purê das folhas de taioba: (A) e (B) purê das folhas de taioba; (C) béqueres contendo purê das folhas de taioba e solução de ágar-ágar; (D) solução formadora de <i>leathers</i> ; (E) <i>leathers</i> comestíveis dispostos em placa para secagem	26
Figura 4 – <i>Leathers</i> produzidos com diferentes concentrações de purê das folhas de taioba (PFT), sendo: 30PFT (30 g de purê das folhas de taioba / 100 g de massa formadora de <i>leathers</i>) e 40PFT (40 g de purê das folhas de taioba / 100 g de massa formadora de <i>leathers</i>)	35
Figura 5 – Nuvem de palavras da análise sensorial realizada online.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Exemplos de produtos desenvolvidos com diferentes polímeros e compostos ativos reportados na literatura.....	16
Tabela 2. Caracterização do purê das folhas de taioba (PFT).....	34
Tabela 3. Caracterização dos leathers produzidos com diferentes concentrações de purê das folhas de taioba (PFT).	41
Tabela 4. Avaliação sensorial dos leathers produzidos com diferentes concentrações de purê de folhas de taioba (PFT).	46

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	13
2.1 Leathers comestíveis.....	13
2.2 Plantas alimentícias não convencionais e objetivos do desenvolvimento sustentável.....	13
2.3 Taioba (<i>Xanthosoma sagittifolium</i>)	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 Materiais	20
3.2 Produção do purê das folhas de taioba	20
3.3 Caracterização do purê das folhas de taioba.....	22
3.3.1 Composição centesimal, atividade de água e pH	22
3.3.2 Parâmetros de cor	23
3.3.3 Determinação dos compostos fenólicos totais.....	23
3.4 Produção dos leathers comestíveis	24
3.5 Caracterização dos leathers comestíveis.....	27
3.5.1 Avaliação visual	27
3.5.2 Composição centesimal e valor energético	28
3.5.3 Atividade de água e pH.....	29
3.5.4 Parâmetros de cor e higroscopicidade	29
3.5.5 Determinação dos compostos fenólicos totais.....	29
3.5.6 Teor de minerais	30
3.5.7 Análise sensorial.....	31
3.6 Análise estatística	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	32
4.1 Caracterização do purê das folhas de taioba (PFT)	32
4.1.1 Composição centesimal e atividade de água	32
4.1.2 pH, Parâmetros de cor e teor de compostos fenólicos totais	34
4.2 Caracterização dos leathers comestíveis.....	37
4.2.1 Avaliação visual dos leather.....	37
4.2.2 Composição centesimal	38
4.2.3 Atividade de água, pH e parâmetros de cor	39
4.2.4 Compostos fenólicos totais e poder redutor de ferro (FRAP)	41
4.2.5 Teor de minerais	40

4.2.6 Avaliação sensorial dos <i>leathers</i> comestíveis.....	42
5. CONCLUSÃO.....	47
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
7. ANEXO I.....	55
8. ANEXO II.....	57

1. INTRODUÇÃO

A fome e a insegurança alimentar são preocupações atuais e de acordo com dados da Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), em 2022, cerca de 735 milhões de pessoas enfrentaram a fome em todo o mundo, com mais de 2,3 bilhões vivendo em situação de insegurança alimentar moderada ou grave (FAO, 2023). Apesar dos esforços internacionais, a meta de erradicar a fome até 2030, um dos pilares dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), ainda se mostra distante (ONU, 2015).

No Brasil, apesar do notável potencial agrícola, a insegurança alimentar gerou grande preocupação nos últimos anos. Em 2022, a Rede PENSSAN registrou que aproximadamente 33,1 milhões de brasileiros estavam em situação de fome (Rede PENSSAN, 2022). Porém os avanços recentes indicam uma reversão significativa: em 2025, o país reassumiu o patamar de fora do Mapa da Fome da ONU. Essa conquista, baseada na média trienal 2022-2024 de subalimentação abaixo de 2,5%, é creditada a políticas públicas robustas focadas no fortalecimento da agricultura familiar, na ampliação de programas de transferência de renda e na valorização da segurança alimentar e nutricional (MDS, 2025; FAO, 2025).

Diante desse panorama, iniciativas alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), especialmente o ODS 2 (Fome Zero e Agricultura Sustentável), tornam-se essenciais, uma vez que buscam ampliar o acesso a alimentos nutritivos, promover sistemas alimentares mais resilientes e incentivar práticas agrícolas sustentáveis (ONU, 2015). Nesse contexto, uma abordagem particularmente promissora consiste na diversificação da base alimentar por meio da recuperação e valorização de espécies vegetais subutilizadas, conhecidas como Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC). Essa estratégia contribui diretamente para a segurança alimentar

e nutricional, ao mesmo tempo em que valoriza a biodiversidade e fortalece cadeias produtivas regionais, sobretudo em contextos de agricultura local e familiar (Fioroto et al., 2024; Ferreira et al., 2024).

Entre as PANC, a taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) tem destaque, pois suas folhas são uma fonte notável de nutrientes, como proteínas, fibras e minerais, além de vitaminas (Santos et al., 2022; Viana et al., 2015; Borges-Machado et al., 2024). Além disso, trabalhos na literatura reportam propriedades antioxidantes e anti-inflamatórias (Ferreira et al., 2024; Nishanthini & Mohan, 2012). De fato, o consumo regular de dietas ricas em compostos fenólicos e carotenoides tem sido consistentemente associado à redução do risco de doenças crônicas não transmissíveis, como cardiopatias, diabetes tipo 2 e certos tipos de câncer, contribuindo ainda para a saúde intestinal e o reforço imunológico (Mariutti et al., 2021; Viana et al., 2015).

Paralelamente, a indústria alimentícia tem direcionado seus esforços ao desenvolvimento de produtos inovadores que conciliem valor nutricional, conveniência e sustentabilidade. Nesse contexto, os *vegetable leathers* despontam como uma alternativa promissora. Esses produtos consistem em alimentos desidratados e comestíveis, obtidos a partir de purês vegetais estruturados em formato laminar, distinguindo-se conceitualmente dos *fruit leathers*, que são elaborados exclusivamente a partir de frutas. Embora apresentem aparência semelhante à de filmes, os *vegetable leathers* são destinados ao consumo direto e não exercem função de material de embalagem. Sua matriz desidratada contribui para maior estabilidade físico-química do próprio produto, favorecendo a conservação e a praticidade de consumo. Ademais, esses alimentos constituem um veículo adequado para a incorporação de ingredientes funcionais, como compostos antioxidantes presentes na taioba, ampliando os benefícios nutricionais e à saúde do consumidor (Hashim et al., 2022; Franco et al., 2020; Mariutti et al., 2021).

O ágar-ágar, um polissacarídeo extraído de algas vermelhas, é um dos principais materiais formadores empregados nesses sistemas. Ele é valorizado por suas propriedades gelificantes, estabilidade térmica e pela capacidade de gerar filmes flexíveis e transparentes (Roy et al., 2023; Santos, 2011). Sua combinação com vegetais densamente nutritivos, como o purê de taioba, permite a criação de *leathers* que aliam boas propriedades mecânicas (Franco et al., 2020; Fioroto et al., 2024).

Dentro deste contexto, o presente trabalho tem como objetivo a produção e caracterização de *leathers* comestíveis à base de taioba, utilizando o ágar-ágar como agente formador, para o desenvolvimento de um produto inovador e com elevada aceitação sensorial.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Leathers comestíveis

Os filmes comestíveis são considerados um material de embalagem elaborado a partir de polímeros naturais, frequentemente associado ao uso de plastificantes, cuja finalidade principal é prolongar a vida útil de produtos alimentícios (Tyagi; Salem; Hubbe; Pal, 2021; Hashim; Al-Amrousi; Abd-Elsalm, 2022). Em contraste, os *leathers* comestíveis não são desenvolvidos como materiais de embalagem, mas sim como produtos alimentícios desidratados, obtidos a partir de purês de frutas ou vegetais, estruturados em formato laminar e destinados ao consumo direto (Andrade, R. R.T. et al, 2024).

Embora apresentem aparência semelhante à de filmes, os *leathers* não têm como função primária a atuação como barreira protetora para outros alimentos, nem requerem necessariamente a adição de plastificantes. No escopo de alimentos estruturados e funcionais estão presentes os *fruit leathers* e *vegetable leathers*. enquanto os filmes comestíveis integram o campo das embalagens alimentares, (Hannah L, 2011).

Polímeros naturais derivados de fontes vegetais e algas, como polissacarídeos e proteínas, têm ampla aplicação na estruturação de alimentos, atuando na formação de matrizes contínuas, coesas e homogêneas (Damodaran; Parkin; Fennema, 2010). No contexto de produtos desidratados estruturados, como os *leathers* comestíveis, esses polímeros desempenham papel fundamental ao conferir integridade física, resistência mecânica e estabilidade estrutural ao alimento, sem que este seja caracterizado como material de embalagem. Diferentemente da aplicação em embalagens sustentáveis, em que os polímeros são utilizados com função primária de barreira, na estruturação de alimentos sua principal contribuição está relacionada à organização da matriz alimentar e à manutenção das propriedades tecnológicas do produto final. A qualidade e a

aceitabilidade do alimento dependerão dos polímeros naturais escolhidos e sua combinação, que influenciará diretamente a textura, a coesão e a funcionalidade dos *leathers*.

No contexto de alimentos estruturados, esses polissacarídeos podem atuar como agentes de suporte matricial, contribuindo para a formação de sistemas contínuos e homogêneos. Contudo, no desenvolvimento de *leathers* comestíveis, a função principal da matriz polissacarídica não está associada à formação de barreiras ao vapor de água, mas sim à estruturação do alimento, influenciando sua coesão, integridade física e textura final. Assim, a aplicação de polissacarídeos nesse tipo de produto deve ser compreendida sob a ótica da tecnologia de alimentos, e não como material de filme ou revestimento.

Outro biopolímero amplamente utilizado na indústria de alimentos é o ágar-ágar, um polissacarídeo derivado de algas vermelhas, pertencente à classe dos poligalactanos, sendo as espécies *Gracilariales* e *Gelidiales* as mais exploradas mundialmente devido às suas propriedades gelificantes e estruturantes (Imeson, 2010; Phillips; Williams, 2009). Comumente utilizado como biomaterial na estruturação de matrizes alimentares, o ágar destaca-se por suas propriedades gelificantes e pela capacidade de formar sistemas contínuos e estáveis, sendo amplamente aplicado no desenvolvimento de alimentos estruturados e desidratados, como os *leathers* comestíveis. Esse composto apresenta em sua principal composição frações de agarose e agaropectina, sendo considerada uma mistura complexa de polissacarídeos.

O processamento do ágar envolve a lavagem de algas marinhas para erradicar componentes indesejados e indesejáveis. A extração do ágar não se limita a um único procedimento. Tradicionalmente, empregava-se água quente em meio ácido, com pH reduzido por agentes como vinagre ou saquê, em processos conduzidos sob condições convencionais de temperatura e tempo. Em abordagens mais recentes, esse meio ácido

passou a ser substituído por ácidos minerais, como o ácido sulfúrico, visando maior eficiência do processo.

Além disso, existem diferentes rotas de extração, incluindo métodos que envolvem altas temperaturas e pressão, bem como procedimentos mais próximos ao descrito neste estudo, que demandam etapas adicionais fundamentais, como moagem da biomassa, controle e redução da temperatura, seguida do processo de gelificação, essenciais para a obtenção do ágar com propriedades estruturantes adequadas. O ágar pode ser utilizado para produzir filmes transparentes, flexíveis e elásticos devido à sua estabilidade em pH baixo e propriedades termicamente reversíveis (Roy et al. 2023).

Na **tabela 1**, abaixo, é listado exemplos de produtos desenvolvidos com diferentes polímeros e compostos ativos reportados na literatura, evidenciando sua diversidade e biodisponibilidade.

Tabela 1. Produtos desenvolvidos, polímeros e compostos ativos biodisponível.

Produto	Polímero	Composto ativo	Autor
Hidrogel para liberação controlada de antioxidantes	Ágar-ágar	Curcumina	Roy et al. (2023)
<i>Leather</i> comestível de goiaba	Pectina	Pectina da própria fruta	Souza et al. (2021)
Embalagem inteligente com indicador de pH	Amido de milho	Antocianina de repolho roxo	Choi et al. (2017)
Filme ativo para conservação de morangos	Quitosana	Óleo essencial de orégano	Hafsa et al. (2016)
Revestimento comestível antifúngico para queijo	Caseína	Natamicina	Fajardo et al. (2010)
Filme antioxidante para carne	Gelatina	Extrato de alecrim	Gómez-Estaca et al. (2007)
<i>Coating</i> para prolongar vida útil de pêssego	Alginato de sódio	Ácido ascórbico (Vitamina C)	Mannozi et al. (2017)
Filme biodegradável antimicrobiano	Policaprolactona (PCL)	Nanopartículas de ZnO	Espitia et al. (2012)
Filme compósito para barreira a vapores	Proteína isolada de soja	Cera de carnaúba	Chick & Ustunol (1998)

Fonte: O próprio autor (2025)

2.2 Plantas alimentícias não convencionais e Objetivos do desenvolvimento sustentável

As Plantas Alimentícias Não Convencionais (PANC) são espécies vegetais comestíveis, muitas vezes nativas ou pouco exploradas comercialmente, que surpreendem

pelo seu elevado valor nutricional e pela vasta gama de compostos bioativos. A valorização dessas plantas tem crescido exponencialmente, impulsionada pela busca urgente por sistemas alimentares mais sustentáveis, pela necessidade de ampliar a biodiversidade alimentar e pela fundamental promoção da segurança nutricional em todos os níveis (Kinupp; Lorenzi, 2014; Ferreira et al., 2024).

A inserção das PANC nas cadeias produtivas de alimentos se alinha de forma intrínseca e direta com a Agenda 2030 da Organização das Nações Unidas, contribuindo para o alcance de diversos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): um exemplo, principal desses objetivos, é no que tange ao ODS 2 – Fome Zero e Agricultura Sustentável, as PANC são ferramentas poderosas para a segurança alimentar. Ao ampliarem a base de ingredientes, elas favorecem dietas mais nutritivas e diversificadas, essenciais para reduzir a insegurança alimentar em comunidades vulneráveis. Além disso, a sua alta adaptabilidade a distintas condições climáticas significa que muitas dessas espécies requerem menos insumos agrícolas, fortalecendo a produção local e familiar (Fao, 2023; Rede PENSSAN, 2022).

Em suma, integrar as PANC à alimentação cotidiana não deve ser vista apenas como uma simples diversificação de dietas. É, na verdade, uma ação estratégica e transversal, capaz de impulsionar o alcance de múltiplas metas da Agenda 2030. Nesse panorama, estudos focados no desenvolvimento tecnológico de produtos à base de PANC, como os *leathers* comestíveis de taioba, funcionam como ferramentas práticas para promover a segurança alimentar, a inovação em alimentos e a sustentabilidade socioambiental.

2.3 Taioba (*Xanthosoma sagittifolium*)

A taioba (*Xanthosoma* spp.), como pode ser vista na **Figura 1.**, é uma planta herbácea tuberosa perene, pertencente à família Araceae, amplamente cultivada em regiões tropicais da América Central e do Caribe, destacando-se por sua rusticidade e pela baixa exigência de tratos culturais para a produção de rizomas tuberosos comestíveis. Como também, um elevado valor energético, constituída majoritariamente por fécula (Avila; Ascheri, 2011). Essa espécie apresenta elevada adaptação a diferentes condições edafoclimáticas, o que favorece seu cultivo tradicional em sistemas agrícolas de pequena escala, especialmente em regiões tropicais e subtropicais (Kinupp; Lorenzi, 2014; Fao, 2013). A sua produção mundial, em 2019, foi de 481.000 toneladas com produtividade média de 12 t/ha (Fao, 2013). No entanto, ela pode atingir até 25 t/ha após 9 a 12 meses de cultivo (Mangan et al. 2007; Colombo et al. 2018; Aguiar e Benavante, 2021).



Figura 1. Folhas de Taioba. *Fonte: O próprio autor (2025)*

De acordo com a literatura, as folhas de espécies vegetais tendem a apresentar maiores teores de sólidos solúveis totais quando comparadas a outras estruturas, como

caule e rizoma, em razão de sua função fisiológica predominante na fotossíntese. Esse processo metabólico ocorre majoritariamente nos tecidos foliares e resulta na síntese de carboidratos, como glicose e outros monossacarídeos, que contribuem para o aumento da fração de sólidos solúveis nessas partes da planta (Taiz; Zeiger; Møller; Murphy, 2017).

A redução de perdas, manutenção da qualidade e aproveitamento tecnológico de espécies vegetais perecíveis, como a taioba (Souza, 2018), está associada à adoção de boas práticas no período pós-colheita, incluindo condições adequadas de armazenamento e a aplicação de processos tecnológicos voltados à conservação e ao processamento da matéria-prima.

Além disso, a partir das folhas de taioba, é possível identificar a presença de taninos, incluindo taninos hidrolisáveis, os quais apresentam reconhecido potencial tecnológico. De modo geral, os taninos hidrolisáveis são utilizados em diferentes setores industriais, como na estabilização da cerveja, no curtimento de peles (couro) e na produção de resinas. No entanto, tais aplicações referem-se ao uso desses compostos obtidos de fontes vegetais tradicionalmente exploradas, não implicando, necessariamente, que a folha de taioba seja atualmente empregada como fonte industrial direta desses taninos.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Materiais

Para a produção dos leathers comestíveis, utilizou-se como biopolímero o ágar-ágar (gelatina vegetal), importado pela Merc. e Comércio Towa Ltda. (São Paulo, São Paulo), e folhas de taioba (*Xanthosoma sagittifolium*), obtidas na região local do município de Botucatu, Estado de São Paulo, Brasil (22°53'09" S; 48°26'42" W).

As condições de variabilidade natural e estagio de maturação foram levados em consideração para produção dos leathers, porém as condições de cultivo foram respeitadas de acordo com a biodisponibilidade do laboratório utilizado na pesquisa. A exsicata da taioba foi depositada no Herbário “Irina Delanova De Gemtchujnicov” (BOTU), vinculado ao Departamento de Botânica do Instituto de Biociências da UNESP, Câmpus de Botucatu.

3.2 Produção do purê das folhas de taioba

Os purês foram produzidos a partir de folhas de taioba, conforme ilustrado na **Figura 2**. Após a coleta, as folhas foram selecionadas manualmente, sendo descartadas aquelas que apresentavam sinais de deterioração ou ataque de pragas. A higienização foi realizada inicialmente com lavagem em água corrente para remoção de impurezas superficiais, seguida de sanitização por imersão em solução de hipoclorito de sódio, (200 mg/L de cloro ativo), pelo período de 15 minutos. Posteriormente, as folhas foram enxaguadas em água corrente para remoção do sanitizante. Após a etapa de higienização, as folhas foram submetidas ao cozimento a vapor em forno combinado (98 °C, 100% de vapor, por 1 hora) e, posteriormente, trituradas em *cutter* (Sammic, CKE-5, Linda-a-Velha, Portugal) a 3.000 rpm por 5 minutos, obtendo-se o purê utilizado na formulação dos leathers comestíveis.

O ponto de cozimento a vapor (98 °C por 1 hora) foi adotada para promover o amaciamento do tecido vegetal e facilitar a obtenção de um purê homogêneo, facilitando a reduzir de compostos antinutricionais naturalmente presentes nas folhas de taioba como cristais de oxalato de cálcio, Pereira et al., 2025. O cozimento é necessário para obtenção de fatores nutricionais eficientes com a redução de teor de oxalato solúvel em folhas de taioba, sendo necessário 40 minutos para promover redução significativa desse composto, Katongole e Lumu, 2011.

Para manter o equilíbrio na redução de fatores antinutricionais e manter as propriedades nutricionais e funcionais da matéria-prima, optou-se pelo mecanismo de cozimento a vapor, pois o cozimento por imersão em água reduz a lixiviação de nutrientes hidrossolúveis. E, embora, o tratamento térmico possa ocasionar alguma redução de compostos bioativos sensíveis ao calor, ele contribui significativamente para a diminuição dos oxalatos e para a melhoria da segurança e aceitabilidade do produto final, Araújo, S. S. et al, 2019 e Jackix, E. A. et al, 2013.

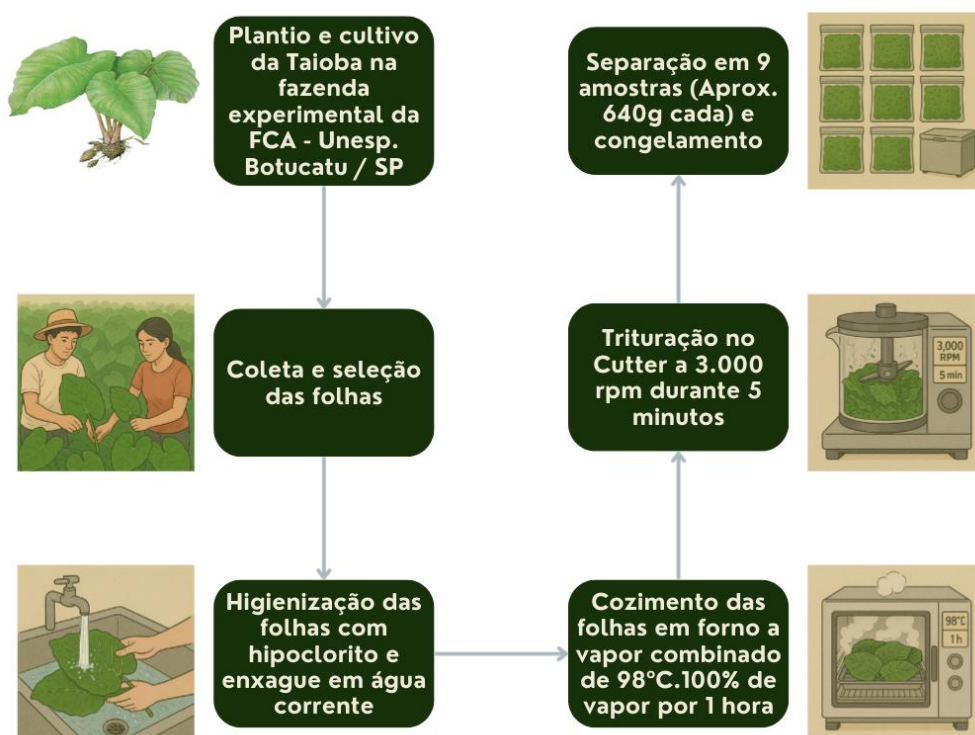


Figura 2. Processo de produção do purê a base de folhas de Taioba. (Imagem criada no aplicativo Krea). *Fonte: O próprio autor (2025)*

3.3 Caracterização do purê das folhas de taioba

3.3.1 Composição centesimal, atividade de água e pH

A composição centesimal foi realizada de acordo com os métodos oficiais da *Association of Official Analytical Chemists – AOAC* (1990). A determinação do teor de umidade foi realizada pelo método gravimétrico, por secagem em estufa (Marconi MA35) à 105 °C até peso constante. O teor de cinzas foi obtido por incineração em mufla (Quimis, Q318M24) a 550 °C. A quantificação de proteínas foi realizada pelo método de *Kjeldahl*, utilizando o fator de conversão de nitrogênio para proteína de 6,25. Os lipídeos totais foram determinados por extração em aparelho de *Soxhlet*, utilizando éter de petróleo como solvente. O teor de carboidratos foi estimado por diferença. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

A atividade de água (a_w) foi determinada utilizando um analisador *Aqualab* (*METER, AquaLab Series 3TE, Pullman, EUA*), calibrado previamente com soluções salinas padrão de 0,25; 0,76 e 0,92 de a_w , conforme instruções do fabricante. As leituras foram realizadas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$, com amostras de aproximadamente 2 g, acondicionadas diretamente no compartimento do equipamento até a estabilização do valor.

A avaliação do pH foi conduzida de acordo com a metodologia descrita por Ayalew e Emire (2020), com adaptações. Para isso, 2 g do purê de folhas de taioba foram dispersos em 20 mL de água destilada previamente aquecida a 100°C , de modo a favorecer a homogeneização da suspensão, sem que houvesse completa solubilização dos sólidos. Em seguida, a suspensão foi resfriada até temperatura ambiente ($25 \pm 2^\circ\text{C}$) e o pH foi mensurado utilizando pHmetro digital de bancada (*Hanna Instruments, modelo HI 2211*), previamente calibrado com soluções tampão padrão de pH 4,0 e 7,0. As análises foram realizadas em triplicata.

3.3.2 Parâmetros de cor

Para a determinação da cor instrumental, foi utilizado um colorímetro (*Minolta Chroma Meter CR-410*), e os resultados foram expressos no sistema CIELAB. Os parâmetros avaliados foram luminosidade (L^*), croma a^* e croma b^* . As medições foram realizadas utilizando iluminante D65 e ângulo do observador de 10° , conforme especificações do equipamento. As análises foram conduzidas em triplicata.

3.3.3 Determinação dos compostos fenólicos totais

Para a determinação dos compostos fenólicos totais, realizou-se uma extração hidrometanólica, baseada no método descrito por Kamiloglu e Copanoglu (2014). Para isso, amostras do purê (0,6 g) foram dispersas em 20 mL de solução metanol:água (30:70,

v/v) em tubos centrífugos, sendo a suspensão mantida sob agitação em incubadora tipo *shaker* (Marconi, MA 420) a 150 rpm por 24 horas, visando maximizar a extração dos compostos fenólicos ligados à matriz. Após esse período, as amostras foram filtradas, e a quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin–Ciocalteu, conforme descrito por Singleton et al. (1998). A absorbância foi determinada em espectrofotômetro UV–Vis (Shimadzu, modelo UV-1800) a 740 nm, e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE) por grama de purê de folhas de taioba.

3.4 Produção dos leathers comestíveis

Os leathers comestíveis foram produzidos pela técnica de *tape-casting*, utilizando duas formulações distintas, contendo 30 g e 40 g de purê de folhas de taioba por 100 g de massa formadora dos leathers, respectivamente. Em ambas as formulações, a concentração de ágar-ágar foi fixada em 1 g por 100 g de massa formadora, sendo o conteúdo restante completado com água destilada. Essas concentrações foram definidas com base em testes preliminares, nos quais se observou que proporções inferiores de purê resultaram em matrizes com baixa coesão estrutural, enquanto concentrações superiores comprometeram a flexibilidade e a integridade dos leathers.

Foi realizada uma avaliação qualitativa durante testes preliminares considerando critérios essenciais como: homogeneidade da massa formadora, facilidade de espalhamento durante a etapa de *tape-casting*, formação de uma estrutura contínua após a secagem, ausência de rachaduras ou descontinuidades, facilidade de remoção do suporte e a flexibilidade do produto final durante o manuseio para obtenção e viabilidade dos leathers.

As formulações selecionadas foram aquelas que apresentaram integridade estrutural adequada, sem fragilidade excessiva ou quebra durante a manipulação, além de manterem uma aparência uniforme e coesa após a secagem. Dessa forma, as concentrações de 30% e 40% de purê associadas a 1% de ágar mostraram o melhor equilíbrio entre incorporação da matéria-prima vegetal e propriedades tecnológicas do leather.

Inicialmente, o ágar-ágar foi solubilizado em água destilada a 98 °C sob agitação mecânica (IKA, Digital RW20) a 600 rpm por 3 minutos. Em seguida, o purê de folhas de taioba, previamente aquecido a 80 °C em banho-maria termostatizado (Marconi, MA 159), foi adicionado à solução de ágar-ágar, dando continuidade ao processo de homogeneização da matriz formadora. A mistura foi mantida sob agitação mecânica a 1.200 rpm por 2 minutos e, posteriormente, resfriada até atingir 50 °C. Em seguida, a dispersão foi espalhada sobre placas de teflon utilizando o espalhador ZAA 2300 (Zehntner Testing Instruments), com auxílio de aplicador ajustável de alta precisão (TKB Erichsen, APF 01/20), operando à velocidade constante de 10 mm/s e com espessura de 3.000 µm.

Os leathers foram secos em estufa com circulação de ar (Marconi, MA 037) a 50 °C por 8 horas (Figura 2). O tempo e a temperatura de secagem foram definidos a partir de testes preliminares, nos quais foram avaliadas combinações de temperaturas de 40, 50 e 60 °C e tempos de 6, 8 e 10 horas, sendo selecionada a condição de 50 °C por 8 horas por proporcionar melhor integridade estrutural, menor ocorrência de fissuras e facilidade de remoção do material das placas.

Durante o processo de produção, testes preliminares foram realizados para determinar visualmente as formulações com capacidade de formação de leathers

comestíveis com a maior concentração de purê das folhas de taioba e a menor concentração de ágar-ágar, para ser considerada uma opção clean label.

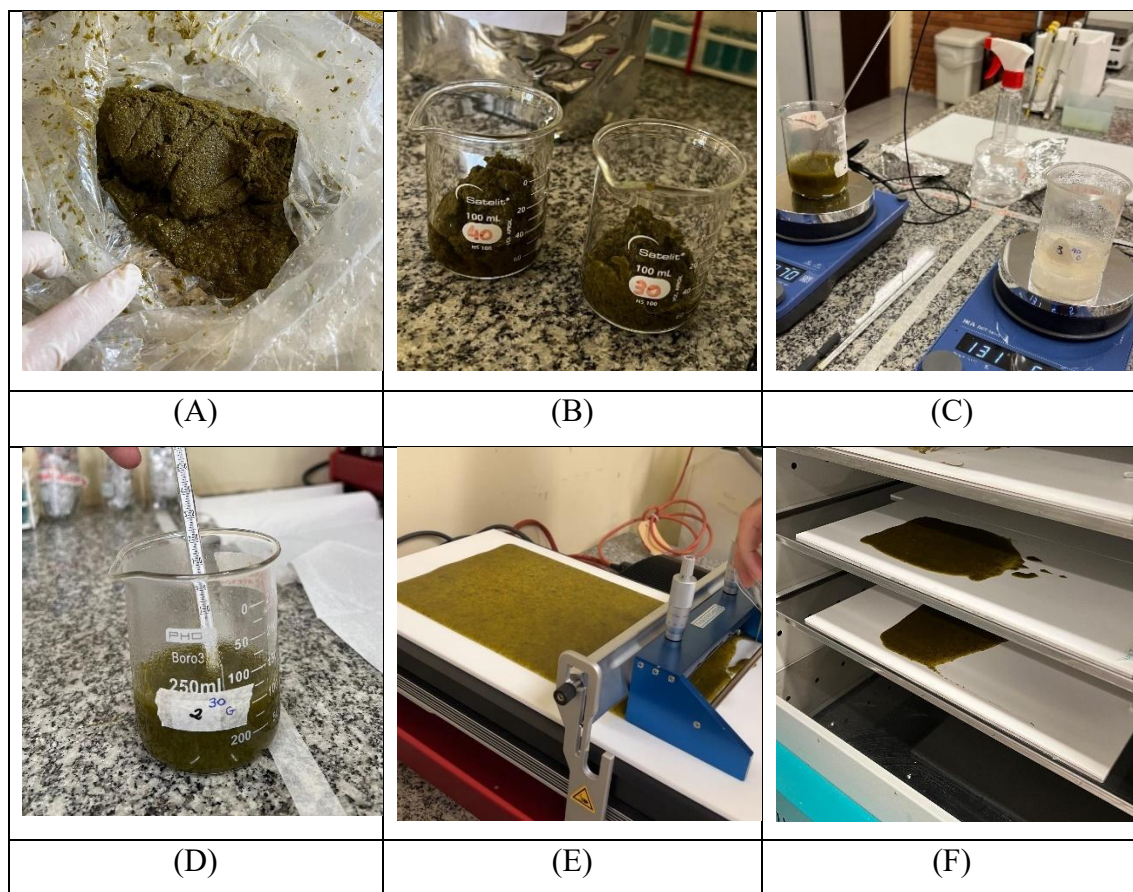


Figura 3. Produção dos leathers comestíveis de ágar-ágar com diferentes concentrações do purê das folhas de taioba, sendo: (A) e (B) purê das folhas de taioba; (C) Beckers com purê das folhas de taioba e solução de ágar-ágar; (D) Solução massa formadora de leathers; (E) Leathers comestíveis na placa para secagem. Fonte: O próprio autor (2025)

3.5 Caracterização dos leathers comestíveis

3.5.1 Avaliação visual

A avaliação visual dos leathers foram realizadas de forma preliminar e qualitativa, com objetivo de verificar sua capacidade de formação e identificação dos defeitos evidentes após a secagem. No entanto, sua abordagem possui limitações relacionadas à subjetividade da análise. Onde, poderia ter sido minimizada com a aplicação e estabelecimento de critérios objetivos e previamente definidos, como a utilização de escalas de pontuação para atributos específicos, incluindo uniformidade da superfície, presença de rachaduras, facilidade de remoção do suporte, integridade estrutural e flexibilidade. Além disso, a avaliação poderia ser realizada por múltiplos avaliadores

treinados, permitindo a análise da concordância entre observadores. Como também, a utilização de técnicas instrumentais, como análise de imagem digital para quantificação de defeitos superficiais, testes mecânicos de resistência e flexibilidade e microscopia para avaliação da microestrutura da matriz. Essas abordagens reduziriam a subjetividade e forneceriam dados quantitativos mais robustos sobre a qualidade dos leathers obtidos. No entanto, tornaria essa pesquisa mais onerosa e de difícil aplicabilidade.

3.5.2 Composição centesimal e valor energético

A composição centesimal dos *leathers*, foi realizada em triplicata, seguindo as metodologias oficiais da AOAC (1990). Para a determinação da umidade, os filmes foram submetidos ao método gravimétrico, permanecendo em estufa de circulação de ar forçada a $105 \pm 2^\circ\text{C}$ até que atingissem peso constante (AOAC 925.10). Já o teor de proteínas foi quantificado pelo método clássico de Kjeldahl (AOAC 920.87), que envolve as etapas de digestão com ácido sulfúrico, destilação e posterior titulação; o resultado final foi calculado utilizando o fator de conversão 6,25.

O teor de cinzas, representando o material mineral inorgânico, foi obtido por incineração em mufla a 550°C , também até a estabilização do peso (AOAC 923.03). Para os lipídeos, empregou-se o método de Soxhlet (AOAC 920.39), com o éter de petróleo atuando como solvente extrator para isolar a fração lipídica. Por fim, as fibras brutas foram avaliadas pelo método gravimétrico, que se baseia em uma digestão sucessiva com soluções ácida e alcalina para isolar o resíduo insolúvel (AOAC 962.09).

Com a composição centesimal estabelecida, procedeu-se ao cálculo do valor energético total. O teor de carboidratos foi obtido por diferença, subtraindo-se de 100% a soma dos teores de umidade, proteínas, lipídeos, cinzas e fibras. Em seguida, o valor energético total foi calculado com base nos fatores de conversão para determinação do

valor energético dos alimentos, conforme estabelecido na Instrução Normativa nº 75/2020 do Ministério da Saúde, que adota os fatores de Atwater: 4 kcal g⁻¹ para proteínas e carboidratos e 9 kcal g⁻¹ para lipídeos (Brasil, 2020; Merrill; Watt, 1973).

3.5.3 Atividade de água e pH

Para a determinação da atividade de água amostras (4 cm de diâmetro) foram colocadas no analisador Aqualab (METER, AquaLab Series 3TE) à 25 °C.

A avaliação do pH dos leathers foi realizada de acordo com Ayalew e Emire (2020). Os leathers (1 g) foram triturados em triturador doméstico e dispersos em 10 mL de água (100 °C) e após o resfriamento, foram realizadas medidas do pH diretamente na solução com auxílio do pHmetro.

3.5.4 Parâmetros de cor e higroscopicidade

Para a determinação da cor instrumental, foi utilizado um colorímetro (Minolta Chroma Meter CR 410) foram utilizadas para a determinação dos parâmetros de cor, L* (luminosidade), croma a* (+a*= vermelho e -a*= verde) e croma b* (+b*= amarelo e -b*= azul).

Para determinação da higroscopicidade, amostras foram armazenadas em placas dentro de dessecadores hermeticamente fechados com solução saturada de Na₂SO₄ (81% de umidade relativa) a 25 °C. Após 7 dias, a massa foi determinada e a higroscopicidade foi expressa em g de água absorvida/100 g de sólidos secos (Cai e Corke, 2000).

2.5.5 Determinação dos compostos fenólicos totais

Para a determinação dos compostos fenólicos totais, realizou-se uma extração hidrometanólica (30:70, v/v) baseada no método descrito por Kamiloglu e Copanoglu

(2014), com modificações. As adaptações foram necessárias em função da natureza do material analisado, uma vez que os *leathers* comestíveis apresentam matriz desidratada, concentrada e estruturada, distinta de matrizes vegetais frescas avaliadas no método original.

Dessa forma, utilizou-se 0,2 g de amostra em 10 mL de solvente, proporção definida a partir de testes preliminares, visando evitar saturação do extrato, facilitar a filtração e garantir adequada linearidade das respostas analíticas. Diferentemente do protocolo original, não foi empregada acidificação com ácido fórmico, uma vez que o objetivo do estudo foi a extração global de compostos fenólicos, sem direcionamento específico para frações acidamente estáveis.

As amostras de *leathers* (0,2 g) foram dispersas em 10 mL de solução metanol:água (30:70, v/v) em tubos centrífugos e mantidas sob agitação em incubadora tipo *shaker* (Marconi, MA 420) a 150 rpm por 24 horas, período estabelecido para maximizar a difusão e liberação dos compostos fenólicos ligados à matriz estruturada do alimento desidratado.

Após esse período, as amostras foram filtradas, e a quantificação dos compostos fenólicos totais foi realizada pelo método de Folin–Ciocalteu, conforme descrito por Singleton et al. (1998). A absorbância foi determinada em espectrofotômetro a 740 nm, e os resultados foram expressos em mg de ácido gálico equivalente (AGE) por grama de *leather*.

3.5.5 Determinação do poder redutor de ferro (FRAP)

A capacidade antioxidante pelo método de redução de íons de ferro (FRAP) foi determinada conforme metodologia proposta por Benzie & Strain (1999). Aliquotas (100 µL) do extrato diluído (2 mL de extrato para 10 mL de solvente) e 2,9 mL de reagente

FRAP (10:1:1, v/v/v, de tampão acetato de sódio 300 mM e pH 3,6, Êxodo Científica, Hortolândia- SP, Brasil, solução 2,4,6-Tri(2-pyridyl)-s-triazine 10 mM, Sigma-Aldrich, Buchs, Suíça e cloreto férrico 20 mM, Êxodo Científica, Hortolândia-SP, Brasil) foram homogeneizadas em vórtex (IKA, Vortex 1, V1, Alemanha) e acondicionadas em banho termostático (Marconi, MA159, Piracicaba-SP, Brasil) a 37 °C por 30 minutos. Após este período determinou-se a absorbância utilizando um espectrofotômetro (PerkinElmer, Lambda 35 UV-Vis, EUA) a 593 nm.

3.5.6 Teor de minerais

Os teores de minerais (K, Na, Ca, Mg, Fe, Mn, Cu e Zn) das amostras úmidas de *Syzygium cumini* e das amostras secas sob diferentes condições (80 °C e 10 m/s, 70 °C e 9 m/s, e 60 °C e 8 m/s) foram analisados de acordo com o Método 990.08 (AOAC, 1998), utilizando espectrômetro de emissão atômica com plasma acoplado indutivamente (ICPE-9000, Shimadzu).

3.5.7 Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada de acordo com os princípios éticos da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” e aprovada pelo Comitê de Ética CAAE: 83179824.6.0000.5411 (Número do Parecer: 7.648.879). A análise sensorial foi realizada no formato online para avaliar a percepção do produto pelos possíveis consumidores. Foi utilizada a escala hedônica (1 a 9 pontos) para avaliar os parâmetros de cor e aparência global. Além disso, os participantes atribuíram notas de 1 a 5 para a percepção de aparência saudável do produto. O formulário foi respondido por 84 voluntários de ambos os sexos (18 e 65 anos).

3.6 Análise estatística

Os dados foram avaliados estatisticamente utilizando a análise de variância (ANOVA) e em caso de diferença estatística foi realizado o teste de Duncan ($p < 0,05$) por meio do programa computacional InfoStat (Versão 2018d).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização do purê das folhas de taioba (PFT)

4.1.1 Composição centesimal e atividade de água

A composição centesimal do purê das folhas de taioba (Tabela 3) indica que, após o cozimento, o produto apresenta aproximadamente 5% de proteínas e 10% de fibras, permitindo classificá-lo como fonte desses nutrientes. Tal classificação fundamenta-se nos critérios adotados por órgãos reguladores e pela literatura nutricional, que consideram alimentos com teores superiores a 5% de proteínas e valores elevados de fibras alimentares como fontes relevantes desses componentes na dieta. Resultados semelhantes são descritos por Sepúlveda-Nieto et al. (2017), que avaliaram folhas de taioba e relataram concentrações expressivas de proteínas e fibras, destacando seu potencial nutricional. De modo complementar, Fioroto et al. (2024) evidenciaram que o consumo de folhas de taioba contribui significativamente para o aporte de fibras dietéticas, além de apresentar perfil proteico relevante quando comparado a outras hortaliças folhosas não convencionais.

A taioba, tradicionalmente utilizada na culinária regional brasileira, tem despertado crescente interesse científico e gastronômico, sendo incorporada em preparações contemporâneas devido ao seu valor nutricional e funcional. No que se refere ao teor de cinzas, Santos et al. (2022) apontam que esse parâmetro está diretamente relacionado à composição mineral do alimento, a qual pode variar em função de fatores

agronômicos e ambientais, como tipo e fertilidade do solo, condições de plantio, disponibilidade hídrica, incidência de luz solar e práticas de manejo agrícola.

Além disso, os métodos de processamento, como o cozimento, podem influenciar a concentração mineral final do produto. Nesse contexto, Botrel et al. (2022) e Moura et al. (2021) reportaram valores semelhantes de umidade para folhas de taioba in natura (86–90%), bem como menores teores de cinzas (1,5–1,7%), evidenciando que o processamento térmico pode alterar a composição centesimal quando comparada à matéria-prima fresca.

Tabela 2. Caracterização do purê das folhas de taioba (PFT) em relação a composição centesimal, atividade de água, pH, parâmetros de cor (L*, croma a* e croma b*) e teor de compostos fenólicos totais.

Análise	Purê de taioba
Lipídeos (%)	3,48±0,74
Proteínas (%)	5,3±0,07
Cinzas (%)	2,83±0,81
Fibras (%)	10,25±0,12
Umidade (%)	85,80±0,27
Atividade de água	0,89±0,01
pH	5,48±0,03
L*	34,31±0,82
a*	1,64±0,05
b*	7,39±0,35
Compostos fenólicos totais (mg de AGE/ g de PFT)	1,60±0,17

Fonte: O próprio autor (2025)

De acordo com a Tabela 2, observou-se que o purê das folhas de taioba apresentou elevada umidade (~85%) e atividade de água, geralmente, esses valores estão associados a um maior risco de crescimento microbiano. Para garantir a segurança alimentar a longo prazo, é necessária a utilização de embalagens adequadas e armazenamento sob refrigeração.

4.1.2 pH, Parâmetros de cor e teor de compostos fenólicos totais

Verificou-se uma característica mais ácida para o purê de taioba (5,48), similar aos resultados apresentados por Santos et al. (2022) para o pó liofilizado das folhas de taioba. O pH é uma medida importante da acidez ou alcalinidade de um alimento e pode afetar diretamente sua estabilidade microbiológica, bem como características sensoriais como sabor e textura (Fennema, 2010).

Em relação aos parâmetros de cor do PFT, observaram-se valores positivos para L^* e para o croma b^* (Tabela 2), indicando um produto com luminosidade moderada e predominância de tonalidades verde-amareladas, o que corrobora a avaliação visual do purê. O parâmetro L^* está associado à luminosidade do alimento, sendo influenciado pela concentração de pigmentos naturais e pela intensidade do processamento térmico, enquanto o croma b^* positivo indica tendência ao amarelo, frequentemente relacionada à presença de pigmentos vegetais como clorofilas e carotenoides.

Adicionalmente, a combinação dos valores de L^* e b^* sugere que o PFT mantém características cromáticas típicas de produtos folhosos, mesmo após o cozimento, o que pode ser atribuído à estabilidade parcial da clorofila sob determinadas condições de processamento. A clorofila é o principal pigmento responsável pela coloração verde das plantas e sua degradação ou conversão em feófitas pode alterar significativamente os parâmetros de cor, resultando em variações na luminosidade e no croma. Assim, os valores observados indicam que o processamento aplicado ao PFT foi capaz de preservar, ao menos parcialmente, os pigmentos naturais das folhas de taioba.

Além disso, fatores como pH, tempo de cozimento e exposição ao oxigênio exercem influência direta sobre os parâmetros colorimétricos, podendo intensificar ou reduzir a tonalidade verde-amarelada do produto final. Dessa forma, a manutenção de valores positivos de L^* e b^* no PFT pode ser considerada um indicativo favorável da qualidade visual do produto, aspecto relevante para a aceitação sensorial de alimentos de origem vegetal.

O teor de compostos fenólicos do purê de folhas de taioba foi de aproximadamente 1,60 mg AGE/g de purê (Tabela 3), demonstrando que o produto apresentou conteúdo mensurável desses compostos bioativos mesmo após o processamento térmico. Os

compostos fenólicos são reconhecidos por sua atividade antioxidante e contribuição para a qualidade funcional dos alimentos.

Entretanto, como não foi realizada a determinação do teor de compostos fenólicos nas folhas antes do cozimento, não é possível afirmar diretamente o grau de preservação desses compostos durante o processamento. Assim, os resultados obtidos apenas indicam que uma fração dos compostos fenólicos permaneceu presente no produto final. Além disso, deve-se considerar que alterações no teor de umidade decorrentes do processamento podem influenciar a concentração aparente desses compostos, dificultando a distinção entre preservação efetiva e efeito de concentração da matriz.

Nishanthini et al. (2012) reportaram teor de compostos fenólicos de 0,32 g AGE/100 g em extrato metanólico de taioba, corroborando o potencial da espécie como fonte de compostos bioativos. Contudo, comparações diretas entre os resultados devem ser realizadas com cautela devido às diferenças na forma de processamento da amostra, método de extração e base de expressão dos resultados.

Em relação à coloração, os valores positivos de L^* e b^* indicaram luminosidade moderada e presença de tonalidades verde-amareladas, características associadas aos pigmentos naturais das folhas. A manutenção dessa coloração após o processamento sugere a permanência parcial dos pigmentos vegetais, especialmente derivados da clorofila.

Do ponto de vista do consumidor, a coloração verde pode representar um atributo positivo por remeter à naturalidade, ao frescor e à origem vegetal do produto. Entretanto, sua influência sobre a aceitação sensorial depende do público-alvo, do hábito de consumo e da categoria do alimento. Como não foram realizadas análises sensoriais neste estudo, não é possível concluir se a coloração observada seria percebida como um fator de aceitação ou de rejeição pelos consumidores.

4.2 Caracterização dos leathers comestíveis

4.2.1 Avaliação visual

A Figura 4 apresenta as diferentes formulações produzidas dos leathers utilizando a técnica de *tape-casting*. Observou-se que as formulações com maior concentração de purê das folhas de taioba (40 e 60 g / 100 g de massa formadora de leathers) e de ágar-ágar (2 e 2,5 g / 100 g de massa formadora de leathers) não formaram leathers, tornando-se quebradiças, com deformações e perfurações após a secagem. A taioba é uma planta rica em celulose, hemicelulose, fibras, carboidratos e ligninas (Santos et al., 2022) e possivelmente quando utilizada nas maiores concentrações isso impediu a formação de uma matriz contínua para os leathers.

Desta forma, os leathers produzidos com 30 e 40 g de purê das folhas de taioba por 100 g de massa formadora e 1 g de ágar-ágar por 100 g de massa formadora foram selecionados para caracterização, uma vez que apresentaram melhor desempenho tecnológico. A definição dessas formulações foi baseada em testes preliminares de formulação, nos quais diferentes proporções de purê e de agente estruturante foram avaliadas quanto à formação de uma matriz contínua, homogênea e manuseável. Observou-se que concentrações de purê inferiores a 30 g/100 g resultaram em estruturas pouco coesas, enquanto concentrações superiores a 40 g/100 g originaram matrizes frágeis e com tendência à fissuração.

Da mesma forma, a concentração de ágar-ágar foi fixada em 1 g/100 g por representar a menor quantidade capaz de promover adequada estruturação do sistema, garantindo integridade mecânica, ausência de fissuras e boa flexibilidade do material, conforme evidenciado na Figura 4. Concentrações inferiores de ágar-ágar não foram suficientes para formar uma rede estrutural estável, enquanto concentrações superiores

aumentaram excessivamente a rigidez e a fragilidade dos leathers. Assim, a escolha dessas formulações visou conciliar estabilidade estrutural, desempenho tecnológico e redução do uso de hidrocolóide, favorecendo um produto com melhor aceitabilidade e menor custo de formulação.

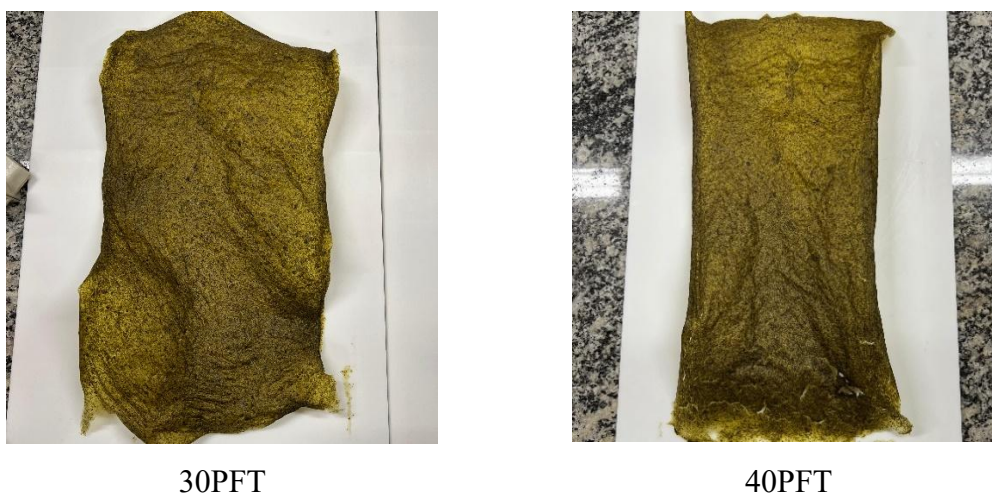


Figura 4. Leathers produzidos com diferentes concentrações de purê das folhas de taioba (PFT) sendo: 30PFT (30 g de purê das folhas de taioba / 100 g de massa formadora de leathers) e 40PFT (40 g de purê das folhas de taioba / 100 g de massa formadora de leathers). Fonte: O próprio autor (2025)

4.2.2 Composição centesimal

A Tabela 3 apresenta a composição centesimal dos leathers com diferentes concentrações de PFT, onde se observa que os leathers com 40PFT apresentaram uma maior concentração de proteínas. Em relação à concentração de fibras, não foram observadas diferenças significativas entre as concentrações. Adicionalmente, os leathers apresentaram um teor reduzido de lipídeos (<2%), independentemente da formulação. Desta forma, os leathers podem ser considerados um alimento com características proteica e fibras, e, principalmente, com baixo teor de lipídeos, sendo uma opção saudável e benéfica para uma alimentação equilibrada.

De acordo com a ANVISA (20020), RDC nº 259 um produto alimentício pode ser considerado rico em proteína quando o teor proteico é superior a 10% do valor energético total, o que se aplica no caso do leather em base seca com aproximadamente 16% de proteína. Dessa forma, os leathers apresentados na Tabela 5 atendem à legislação brasileira para alimentos ricos em proteínas. Além disso, os leathers com baixos teores de lipídeos e boas concentrações de fibras também podem ser destacados como alimentos saudáveis, conforme as diretrizes da RDC nº 54 (ANVISA, 2012), que estabelece critérios para alimentos que alegam ser diet ou light. Esses alimentos são regulamentados por terem baixo teor de lipídeos, o que é o caso dos leathers com menos de 2% de lipídeos, sendo uma alternativa favorável a dietas de controle de peso e redução de doenças crônicas.

Em relação aos valores de cinzas, observou-se um aumento no leathers com a maior concentração de purê das folhas de taioba (40PFT), o que era esperado, pois as folhas de taioba são consideradas uma fonte potencial de minerais (Santos et al., 2022).

4.2.3 Atividade de água, pH e parâmetros de cor

No geral, foram observadas diferenças significativas para a atividade de água ($\sim 0,7$), mas não para a umidade dos leathers ($\sim 8,0\%$), independentemente da concentração adicionada de purê de folhas de taioba. Dessa forma, os leathers podem ser considerados produtos com reduzida suscetibilidade ao crescimento microbiano, desde que armazenados em condições adequadas, uma vez que apresentam baixos valores de atividade de água. No entanto, a segurança microbiológica de alimentos não depende exclusivamente da atividade de água e da umidade, sendo também influenciada por fatores como pH, estrutura da matriz alimentar, condições de processamento, armazenamento e eventual presença de contaminantes.

Os leathers produzidos com 30 e 40 de purê das folhas de taioba / 100 g de massa formadora de leathers apresentaram pH de 6,52 e 6,16, respectivamente, não diferindo significativamente entre si, independente da concentração de purê. O pH de produtos alimentícios mais próximos do neutro (7,0) sugerem uma maior aceitação do produto por parte dos consumidores.

Em relação aos parâmetros de cor, observou-se um aumento da luminosidade (L^*) e do croma b^* nos leathers elaborados com 30% e 40% de PFT, respectivamente, indicando maior clareamento e intensificação da tonalidade amarelada com o aumento da concentração do purê de folhas de taioba. Esse comportamento pode ser diretamente associado às características cromáticas do próprio purê, que apresenta coloração verde intensa e elevada luminosidade em função da presença de clorofila e de outros pigmentos naturais.

À medida que a proporção de PFT na formulação aumenta, ocorre maior incorporação desses pigmentos ao sistema, refletindo-se nos parâmetros instrumentais de cor dos leathers. Apesar do incremento em L^* e b^* , os valores de a^* mantiveram-se negativos, evidenciando a predominância da coloração verde nos produtos finais. Esses resultados indicam que o purê atua como principal modulador da cor dos leathers, explicando a tendência visual observada (**Tabela 3**) e confirmando a forte correlação entre as propriedades cromáticas do purê e dos produtos obtidos.

Tabela 3. Caracterização dos leathers produzidos com diferentes concentrações de purê das folhas de taioba (PFT) em relação a atividade de água, umidade, cinzas, pH, parâmetros de cor (L*, croma a* e croma b*) e teor de compostos fenólicos totais. Sendo 30PFT (30 g de purê das folhas de taioba / 100 g de massa formadora de leathers) e 40PFT (40 g de purê das folhas de taioba / 100 g de massa formadora de leathers).

Análise	30PFT	40PFT
Lipídeos (%)	1,75±0,18 ^a	1,78±0,25 ^a
Proteínas (%)	15,04±0,41 ^b	16,19±0,06 ^a
Cinzas (%)	12,18±0,37 ^b	16,43±0,09 ^a
Fibras (%)	30,84±5,14 ^a	29,74±1,27 ^a
Umidade (%)	8,31±0,31 ^a	8,58±0,73 ^a
Atividade de água	0,74±0,01 ^a	0,74±0,00 ^a
pH	6,52±0,16 ^a	6,16±0,18 ^a
L*	25,90±0,80 ^b	28,59±0,24 ^a
a*	2,17±0,04 ^a	1,95±0,70 ^b
b*	1,2±0,04 ^b	2,04±0,24 ^a
Higroscopicidade (%)	27,67±0,16 ^a	19,31±0,64 ^b
Espessura (mm)	0,285±0,085 ^a	0,295±0,030 ^a
Compostos fenólicos totais ¹	3,47±0,15 ^b	4,02±0,22 ^a
FRAP ²	6,32±0,47 ^b	7,02±0,07 ^a

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha, indicam diferença significativa (p < 0,05).

¹mg de EAG/ g leathers seco, ²μmol TE/ g leathers seco

4.2.4 Compostos fenólicos totais e poder redutor de ferro (FRAP)

Os leathers produzidos com 40 g de PFT apresentaram um teor de compostos fenólicos totais significativamente maior (4,02±0,22 mg EAG/g de leathers seco) em comparação com aqueles produzidos com 30 g de PFT (3,47±0,15 mg EAG/g de leathers seco). O mesmo comportamento foi observado em relação ao poder redutor de ferro.

Esse aumento pode ser atribuído à maior disponibilidade de compostos fenólicos presentes no purê de taioba. Os compostos fenólicos são uma classe de compostos secundários encontrados em plantas que possuem propriedades antioxidantes. Dessa forma, a folha de taioba pode ser melhor aproveitada para a produção de leathers, para

isso é viável sugerir uma nova forma de consumo desta PANC. Diversos trabalhos na literatura reportam a elevada capacidade antioxidante para as folhas de taioba (Nishanthini et al., 2012; Ferreira et al., 2024).

O potencial funcional da taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) tem sido atribuído, principalmente, ao seu conteúdo de compostos fenólicos e à atividade antioxidante associada a esses constituintes. Sepúlveda-Nieto et al. (2017) avaliaram folhas de taioba e relataram concentrações expressivas de fenólicos totais, associadas a elevada capacidade antioxidante, destacando o papel desses compostos na neutralização de radicais livres.

De forma complementar, Fioroto et al. (2024) demonstraram que o processamento térmico das folhas pode alterar, mas não eliminar, o potencial antioxidante, mantendo níveis relevantes de compostos bioativos. Esses achados sustentam os resultados observados neste estudo, indicando que o purê de folhas de taioba e seus derivados apresentam características funcionais consistentes com a literatura, reforçando seu potencial de aplicação em produtos alimentícios com apelo nutricional e funcional.

Nishanthini e Mohan (2012) investigaram extratos metanólicos de folhas de *X. sagittifolium* e reportaram um teor de fenóis totais de 0,32 g de equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g de extrato. Os autores associaram esta concentração à significativa atividade antioxidante do extrato, verificada por meio dos métodos de sequestro do radical DPPH, concluindo que a planta possui compostos capazes de neutralizar radicais livres.

4.2.5 Teor de minerais

A caracterização mineral das amostras revelou variações nos teores de macro e micronutrientes em função dos tratamentos aplicados (filmes de 30g e 40g). Os teores de Nitrogênio (N) oscilaram entre 16 e 19 g.kg⁻¹, enquanto as concentrações de Fósforo (P)

mantiveram-se estáveis entre 0,8 e 0,9 g.kg⁻¹. No tratamento correspondente ao filme de 40g (amostras 3 e 4), observou-se uma tendência de elevação nos teores de Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg), atingindo valores máximos de 19 e 7,9 g.kg⁻¹, respectivamente, em comparação ao tratamento de 30g.

Em relação aos micronutrientes, o Manganês (Mn) foi o elemento que apresentou as maiores concentrações absolutas, com valores variando de 107 a 132 g.kg⁻¹. O Boro (B) apresentou uma amplitude entre 44 e 65 g.kg⁻¹, enquanto o Zinco (Zn) demonstrou maior acúmulo na amostra 1 (62 g.kg⁻¹) sob o tratamento de 30g, apresentando redução nas demais amostras. Os teores de Cobre (Cu) e Ferro (Fe) mantiveram-se relativamente constantes, com médias próximas a 11 e 47 g.kg⁻¹, respectivamente.

Tabela 4. Caracterização dos leathers produzidos com diferentes concentrações de purê das folhas de taioba (PFT) em relação ao teor de minerais. Sendo 30PFT (30 g de purê das folhas de taioba / 100 g de massa formadora de leathers) e 40PFT (40 g de purê das folhas de taioba / 100 g de massa formadora de leathers).

Análise	30PFT	40PFT
N – Nitrogênio (g kg ⁻¹)	17,12±1,16 ^a	18,03±0,81 ^a
P – Fósforo (g kg ⁻¹)	0,84±0,02 ^a	0,86±0,04 ^a
K – Potássio (g kg ⁻¹)	15,15±0,25 ^a	15,60±1,60 ^a
Ca – Cálcio (g kg ⁻¹)	14,75±0,95 ^b	18,95±0,35 ^a
Mg – Magnésio (g kg ⁻¹)	6,40±0,20 ^b	7,60±0,30 ^a
S – Enxofre (g kg ⁻¹)	1,37±0,04 ^a	1,20±0,01 ^a
B – Boro (mg kg ⁻¹)	54,26±10,26 ^a	51,91±4,09 ^a
Cu – Cobre (mg kg ⁻¹)	10,00±0,01 ^b	11,50±0,50 ^a
Fe – Ferro (mg kg ⁻¹)	47,50±4,50 ^a	46,00±1,00 ^a
Mn – Manganês (mg kg ⁻¹)	119,50±12,50 ^b	129,50±0,50 ^a
Zn – Zinco (mg kg ⁻¹)	45,50±16,50 ^a	34,00±1,00 ^b

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha, indicam diferença significativa (p < 0,05).

¹mg de EAG/ g leathers seco, ²μmol TE/ g leathers seco

4.2.6 Avaliação sensorial dos *leathers* comestíveis

A avaliação sensorial visual do produto (Figura 13) delineou um panorama claro e alinhado às macrotendências contemporâneas de consumo. Os participantes, a partir exclusivamente da observação visual das amostras, associaram o produto a atributos altamente valorizados, com predominância dos termos “natural”, “saúdável”, “sustentável”, “orgânico” e “vegano”. Essa recorrência lexical indica que, mesmo sem avaliação gustativa, os *leathers* foram percebidos visualmente como uma alternativa compatível com a crescente demanda por alimentos de origem vegetal, associados à sustentabilidade e ao consumo consciente.

A percepção visual de qualidade e leveza foi reforçada pela seleção de adjetivos como “nutritivo”, “leve” e “fresco”, sugerindo que a aparência do produto remete a ingredientes naturais e a um processamento minimamente agressivo. Adicionalmente, termos como “artesanal”, “rústico” e “interessante” evidenciam que a estética dos *leathers* transmitiu autenticidade e diferenciação, características frequentemente associadas a produtos inovadores de base vegetal.

Sob a perspectiva de posicionamento mercadológico, os resultados indicam que o produto foi reconhecido como uma proposta inovadora, conforme demonstrado pela escolha dos termos “inovador”, “criativo”, “diferente” e “promissor”. Esses achados sugerem que, mesmo em uma avaliação restrita à percepção visual, os *leathers* de taioba apresentaram elevado potencial de aceitação inicial, despertando interesse e curiosidade no contexto do mercado emergente de snacks saudáveis e sustentáveis.



Figura 5. Nuvem de palavras da análise sensorial realizada online. Fonte: O próprio autor (2025)

A Tabela 6 apresenta os resultados médios obtidos na avaliação sensorial dos leathers produzidos com diferentes concentrações de purê das folhas de taioba (PFT), 30% e 40%. De modo geral, ambos os tratamentos apresentaram boa aceitação visual, com notas médias superiores a 5 para os atributos de cor e aparência global, indicando que os produtos exibiram coloração e aspecto visual agradáveis aos avaliadores.

O atributo cor apresentou valores médios muito próximos ($5,82 \pm 1,64$ para 30PFT e $5,81 \pm 1,87$ para 40PFT), demonstrando que o aumento da concentração de purê não causou alterações perceptíveis na coloração final do produto. Esse resultado sugere que o pigmento natural das folhas de taioba foi incorporado de forma homogênea à matriz do leathers, mantendo uma tonalidade estável e atrativa.

A aparência saudável, avaliada em escala de 1 a 5, apresentou médias de $3,68 \pm 1,08$ e $3,55 \pm 1,33$ para 30PFT e 40PFT, respectivamente, valores considerados positivos. Esse resultado indica que os avaliadores associaram o produto a uma aparência

natural e benéfica, possivelmente relacionada à coloração verde e à menção da taioba como ingrediente principal — características frequentemente ligadas a produtos vegetais e funcionais.

Tabela 4. Avaliação sensorial dos leathers produzidos com diferentes concentrações de purê de folhas de taioba (PFT).

Atributos	30PFT	40PFT
Cor	5,82±1,64 ^a	5,81±1,87 ^a
Aparência Saudável	3,68±1,08 ^a	3,55±1,33 ^a
Aparência Global	5,83±1,55 ^a	5,67±1,74 ^a

* Letras minúsculas diferentes na mesma linha, indicam diferença significativa ($p < 0,05$).

Assim, a combinação das análises quantitativa e qualitativa evidencia que os leathers à base de purê de taioba apresentaram boa aceitação visual e potencial de mercado, especialmente entre consumidores abertos a produtos naturais e sustentáveis. O uso da taioba como ingrediente principal mostrou-se promissor, sem comprometer a aparência geral do produto, reforçando o potencial das PANC no desenvolvimento de snacks saudáveis e inovadores.

5. CONCLUSÃO

Os resultados obtidos permitem concluir que o objetivo proposto neste estudo foi alcançado parcialmente, uma vez que foi possível desenvolver leathers comestíveis à base de taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) com propriedades tecnológicas e físico-químicas adequadas dentro das condições experimentais avaliadas. A taioba mostrou-se uma matéria-prima promissora do ponto de vista tecnológico, reforçando seu potencial como Planta Alimentícia Não Convencional (PANC) para aplicação em produtos alimentícios.

O processo de produção adotado permitiu a formação de uma matriz estrutural coesa apenas em faixas específicas de formulação, evidenciando que o equilíbrio entre a fração vegetal e o agente estruturante é determinante para a integridade do produto final. Assim, os resultados reforçam a relevância do controle de formulação no desenvolvimento de filmes e leathers à base de matrizes vegetais ricas em fibras.

Em relação às propriedades físico-químicas, os leathers apresentaram baixos valores de atividade de água e umidade, o que indica reduzida suscetibilidade ao crescimento microbiano sob as condições analisadas. No entanto, não é possível inferir estabilidade microbiológica ou segurança para armazenamento prolongado em temperatura ambiente, uma vez que não foram realizados estudos de vida de prateleira, análises microbiológicas ou avaliações de sistemas de embalagem.

Quanto aos compostos bioativos, observou-se a presença de compostos fenólicos no produto final. Entretanto, não é possível afirmar se houve preservação ou concentração desses compostos em relação à matéria-prima in natura, devido à ausência de quantificação comparativa antes e após o processamento e à não padronização em base seca.

Dessa forma, o processamento aplicado mostrou-se adequado para a obtenção do produto proposto nas condições avaliadas, porém suas propriedades funcionais, de

estabilidade e de aplicabilidade devem ser interpretadas como potenciais, necessitando de estudos complementares para validação.

Como perspectivas futuras, recomenda-se a realização de estudos de vida de prateleira, análises microbiológicas, avaliação sensorial com consumidores, investigação de sistemas de embalagem, determinação de biodisponibilidade dos compostos bioativos e análise de viabilidade tecnológica e econômica em escala ampliada. Essas abordagens poderão contribuir para uma avaliação mais abrangente do produto, considerando também aspectos sensoriais, culturais, de custo e de escalabilidade produtiva.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 259/2002 - Normas gerais sobre rotulagem nutricional de alimentos**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em: 25 jan. 2026.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC nº 54/2012 - Regulamenta alimentos dietéticos e light**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em: 25 jan. 2026.

AGUIAR, A. V. M.; BENAVENTE, C. A. **Caracterização de genótipos de taioba (*Xanthosoma* spp.) na várzea da Amazônia Central**. Programa de iniciação científica do INPA (2020-2021).

ANDRADE, R. R.T. et al. **Ciência dos Alimentos: Pesquisa e Aplicações**. V.4. Belo Horizonte - MG: Editora Poisson., 2024.

AOAC. Official Methods of Analysis. **Association of Official Analytical Chemists**, 15 ed., 1990.

Araújo, S. S. et al. *Bromatology, food chemistry and antioxidant activity of *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott*. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, 2019.

AVILA, R.; ASCHERI, D. P. R. **Caracterização dos rizomas filhos e da fécula do mangarito (*Xanthosoma mafaffa* Schott) e elaboração de filmes biodegradáveis**. Dissertação (Mestrado) – UEG, 2011.

AYALEW, G. M.; EMIRE, S. A. Formulation and characterization of fruit leather based on *Annona muricata* L. fruit and *Avena sativa* flour. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 44, n. 1, 15 nov. 2019.

BANERJEE, A.; KUNWAR, A.; MISHRA, B.; PRIYADARSINI, K. I. Concentration dependent antioxidant/pro-oxidant activity of curcumin studies from AAPH induced hemolysis of red blood cells. **Chemico-Biological Interactions**, v. 172, n. 2, p. 134-139, 2008.

BOAKYE, A. A.; GUDJÓNSDÓTTIR, M.; SKYTTE, J. L.; CHRONAKIS, I. S.; WIREKO-MANU, F. D.; ODURO, I. Characteristics of *Xanthosoma sagittifolium* roots during cooking, using physicochemical analysis, uniaxial compression, multispectral imaging and low field NMR spectroscopy. **Journal of Food Science and Technology**, v. 54, n. 9, p. 2670-2683, 2017.

BORGES-MACHADO, A. L. et al. Desorption properties of taioba (*Xanthosoma taioba* E. G. Gonç.) leaves: A non-conventional edible plant. **Food Bioscience**, v. 59, 2024.
CAI, Y. Z.; CORKE, H. Production and Properties of Spray-dried. **Journal of Food Science**, v. 65, p. 1248-1252, 2000.

COLOMBO, J. N.; PUIATTI, M.; ALTOÉ, L. M.; HADDADE, I.; VIEIRA, J. C. B. Desempenho da taioba cultivada sob diferentes materiais de cobertura. **Brazilian Journal of Agricultural Sciences**, v. 13, p. 1-8, 2018.

CUQ, B.; GONTARD, N.; GUILBERT, S. **Edible film and coating as active layers**. In: ROONEY, M. L. (Ed.) *Active Food Packaging*. London: Blackie Academic & Professional, p. 111-142, 1995.

DAMODARAN, S.; PARKIN, K. L.; FENNEMA, O. R. *Fennema's Food Chemistry*. 4. ed. Boca Raton: CRC Press, 2010.

FAKHOURI, F. M. et al. Filmes e coberturas comestíveis compostas à base de amidos nativos e gelatina na conservação e aceitação sensorial de uvas Crimson. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, v. 27, n. 2, p. 369-375, 2007.

FAMUREWA, J. A. V.; OLATUJOYE, J. B.; AJIBODE, A. Drying phenomenon and influence on the anti-nutritional and pasting properties of cocoyam (*Taro*). *Journal of Scientific Research*, v. 3, n. 2, p. 275–283, 2014.

FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. *The State of Food Security and Nutrition in the World 2023*. Rome: FAO, 2023.

FENNEMA, Owen R. **Química de alimentos**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2010.

FERREIRA, C. P.; DE LIMA, M. D. C.; DA SILVA, J. G.; ARAUJO, N. M. P. Nutritional composition, phenolic compounds and biological activities of selected unconventional food plants. *Food Research International*, 2024.

FIOROTO, A. M. et al. Mineral nutrients and protein composition of non-conventional food plants (*Pereskia aculeata* Miller, *Sonchus oleraceus* L. and *Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). *Journal of Food Composition and Analysis*, v. 136, 2024.

FRANCO, G. T. et al. Escalating the technical bounds for the production of cellulose-aided peach leathers: From the benchtop to the pilot plant. *Carbohydrate Polymers*, v. 245, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.116437>

GARCIA, M. A. et al. Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptake in fried products. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, v. 3, p. 391-397, 2002.

GARCIA, V. A. S.; et al. Gelatin/starch orally disintegrating films as a promising system for vitamin C delivery. *Food Hydrocolloids*, v. 79, p. 127-135, 2018. DOI: 10.1016/j.foodhyd.2017.12.027.

GONTARD, N.; GUILBERT, S. Prolongation of the shelf-life of perishable food products using biodegradable films and coatings. *Lebensm. Wiss. Technol.*, v. 29, n. 1-2, p. 10-17, 1995.

GUPTA, R. K.; GUHA, P.; SRIVASTAV, P. P. Natural polymers in biodegradable/edible film: A review on environmental concerns, cold plasma technology and nanotechnology application on food packaging – A recent trends. *Food Chemistry Advances*, v. 1, 2022. doi:10.1016/j.focha.2022.100135

- HAN, J. H. Antimicrobial Food Packaging. *Food Technology*, v. 54, n. 3, p. 3-65, 2000.
- Hannah L., **Food as exposure: Nutritional epigenetics and the new metabolismo.** BioSocieties Vol. 6, 2, 167–194, 2011.
- HASHIM, A. F.; AL-AMROUSI, E. F.; ABD-ELSALM, K. A. Filmes comestíveis à base de nanolipídeos para melhorar a vida útil dos alimentos. *Nanoemulsões de base biológica para aplicações agroalimentares*, C:24, p. 399-412, 2022.
- HOFFMANN, F. H.; SIGUEL, F. **Produção de filmes biodegradáveis à base de lignina, ágar e nanocelulose.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Química) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2018.
- IMESON, A. **Food stabilisers, thickeners and gelling agents.** Oxford: Wiley-Blackwell, 2010.
- Jackix, E. A. et al. *Taioba (Xanthosoma sagittifolium) Leaves: Nutrient Composition and Physiological Effects on Healthy Rats.* **Journal of Food Science**, 2013.
- KAMILOGLU, S.; CAPANOGLU, E. *In vitro* gastrointestinal digestion of polyphenols from different molasses (pekmez) and leather (pestil) varieties. *International Journal of Food Science & Technology*, v. 49, n. 4, p. 1027–1039, 2013.
- Katongole, C. B.; Lumu, R. *Comparative reduction of oxalates from New Cocoyam (Xanthosoma sagittifolium) leaves by four processing methods.* **Livestock Research for Rural Development**, v. 23, n. 1, 2011.
- KLAHORST, S. J. **Applications: Credible Edible Films.** *Food Product Design*, p. 1-6, 1999.
- KROCHTA, J. M.; MULDER-JOHNSTON, C. Edible and biodegradable polymer films: challenges and opportunities. *Food Technol.*, v. 51, n. 2, p. 61-74, 1997.
- LEONEL, M. Análise da forma e tamanho de grânulos de amidos de diferentes fontes botânicas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 27, n. 3, p. 579-588, 2007.
- MANGAN, F. X. et al. Production and marketing of vegetables for the ethnic markets in the United States. *Horticultura Brasileira*, v. 26, p. 6–14, 2008.
- MARKUSSE, D.; MARCEL, N. R.; ABOUBAKAR, X.; NICOLAS, N. Y.; MOSES, F. C. Production, physicochemical and sensory characterization of cocoyam mixed flours and pastes (achu). *Journal of Food Measurement and Characterization*, p. 1-11, 2018.
- MEDEIROS, R. R. F. et al. **Obtenção de biofilmes de carragena kappa, incorporados com farinha de arroz e aditivados com hidrolato de essências naturais.** TCC, UFRSA, 2023. Disponível em: <https://repositorio.ufrsa.edu.br/handle/prefix/10403> Acesso em: 06 maio 2025.

MELO, E. A.; GUERRA, N. B. **Ação antioxidante de compostos fenólicos naturalmente presentes em alimentos.** *Bol. SBCTA*, Campinas, v. 36, n. 1, p. 1-11, 2002.

NEPA – NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO. **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO)**, 1ª ed. Campinas: NEPA – UNICAMP, 42 p., 2004.

NISHANTHINI, A.; MOHAN, V. R. Antioxidant activities of *Xanthosoma sagittifolium* Schott using various *in vitro* assay models. *Asian Pacific Journal of Tropical Biomedicine*, v. 2, n. 3, Supplement, p. S1701–S1706, 2012.

NJINTANG, N. Y.; MBOFUNG, C. M. F.; KESTELO, R. Análise multivariada do efeito do método de secagem e do tamanho de partícula da farinha nas características de textura instrumental da pasta feita a partir de duas variedades de farinha de taro (*Colocasia esculenta* L. Schott). *Journal of Food Engineering*, v. 81, p. 250–256, 2007.

NJINTANG, Y. N.; MBOFUNG, C. M. F. Efeito do tempo de pré-cozimento e da temperatura de secagem nas características físico-químicas e na digestibilidade *in vitro* de carboidratos da farinha de taro. *LWT - Food Science and Technology*, v. 39, p. 684–691, 2006.

NJINTANG, N. Y.; MBOFUNG, C. M. F.; FACHO, B.; PIERRE, K.; SCHER, J. Efeito da adição de farinha de taro (*Colocasia esculenta*) sobre as propriedades funcionais e alveográficas da farinha de trigo e massa. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v. 88, p. 273–279, 2008.

NOGUEIRA, T. B. B.; SILVA, T. P. M.; LUIZ, D. A.; ANDRADE, C. J.; ANDRADE, L. M.; FERREIRA, M. S. L.; FAI, A. E. C. Fruits and vegetable-processing waste: a case study in two markets at Rio de Janeiro, RJ, Brazil. *Environmental Science and Pollution Research*, v. 27, n. 15, p. 18530–18540, 2020. Disponível em : <https://doi.org/10.1007/s11356-020-08244-y>. Acesso em : 24 jan. 2026.

OLIVEIRA, A. P. de; NAOZUKA, J. Iron species and proteins distribution in unconventional food plants. *Brazilian Journal of Food Technology*, v. 24, 2021.

Pereira, F. O.; Joele, M. R. S. P.; Suzuki, J. C. Efeito do tratamento térmico no teor de oxalato nas folhas da taioba (*Xanthosoma taioba* E. G.). *Caderno Pedagógico*, 2025.

PINTO, N. A. V. D.; CARVALHO, V. D.; CORRÊA, A. D. Avaliação de fatores antinutricionais das folhas da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* Schott). *Ciência e Agrotecnologia*, v. 25, n. 3, p. 601-604, 2001.

PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. **Handbook of hydrocolloids**. 2. ed. Cambridge: Woodhead Publishing, 2009.

QUINTAVALLA, S.; VICINI, L. Antimicrobial food packaging in meat industry. *Meat Science*, v. 62, p. 373-380, 2002.

ROY, S. et al. Filmes comestíveis à base de ágar e aplicação em embalagens de alimentos: uma revisão abrangente. *Tendências em Ciências e Tecnologias de Alimentos*, v. 141, 2023.

RYDZ, J. et al. Present and Future of Biodegradable Polymers for Food Packaging Applications. *Biopolymers for Food Design*, 2018. doi:10.1016/B978-0-12-811449-0.00014-1.

SANTOS, M. F. R. F. **Elaboração do Technology Roadmap para biorrefinaria de produtos da lignina no Brasil**. 2011. Tese (Doutorado em Tecnologia de Processos Químicos e Bioquímicos) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, Rio de Janeiro, 2011.

SANTOS, O. V. dos et al. Determination of bioactive compounds obtained by the green extraction of taioba leaves (*Xanthosoma taioba*) on hydrothermal processing. *Food Science and Technology*, v. 42, 2022.

SEPÚLVEDA-NIETO, M. D. P.; BONIFACIO-ANACLETO, F.; FALEIROS DE FIGUEIREDO, C.; DE MORAES-FILHO, R. M.; ALZATE-MARIN, A. L. Accessible morphological and genetic markers for identification of taioba and taro, two forgotten human foods. *Horticulturae*, v. 3, n. 4, p. 49, 2017.

SHIH, F. F. Edible films from rice protein concentrate and pullulan. *Cereal Chemistry*, v. 73, n. 3, p. 406-409, 1996.

SINGLETON, V. L.; ORTHOFER, R.; LAMUELA-RAVENTÓS, R. M. Analysis of total phenols and other oxidation substrates and antioxidants by means of Folin-Ciocalteu reagent. *Methods in Enzymology*, v. 299, p. 152–178, 1998.

SOUZA, J. S. S.; MIGUEL, O. G.; FERREIRA, S. M. R. **Caracterização nutricional, fitoquímica e biológica da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Shott)**. Dissertação (Mestrado) – UFPR, 2018.

SOUZA, et al. **Projeto: Feira com Ciência - Produção, Consumo e Comercialização de Alimentos e Produtos da Tradição Popular**. EPAMIG, 2023.

SOUZA, Jaqueline Silva dos Santos de. **Caracterização nutricional, fitoquímica e biológica da taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott)**. 2018. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2018. Disponível em: <https://hdl.handle.net/1884/65624>. Acesso em: 30 jan. 2026.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. *Plant Physiology and Development*. 6th edition. Sinauer Associates / Oxford University Press, 2017.

TEIXEIRA-COSTA, B. E.; ANDRADE, C. T. Natural Polymers Used in Edible Food Packaging—History, Function and Application Trends as a Sustainable Alternative to Synthetic Plastic. *Polysaccharides*, v. 3, n. 1, p. 32–58, 2021. doi:10.3390/polysaccharides3010002.

VIANA, M. M. S.; CARLOS, L. A.; SILVA, E. C.; PEREIRA, S. M. F.; OLIVEIRA, D. B.; ASSIS, M. L. V. Composição fitoquímica e potencial antioxidante em hortaliças não convencionais. **Horticultura Brasileira**, v. 33, p. 504-509, 2015.

VILLADIEGO, D. et al. Filmes e revestimentos comestíveis na conservação de produtos alimentícios. **Revista Ceres**, v. 52, n. 300, 2005.

7. ANEXO I

Parecer consubstanciado da CEP

FACULDADE DE MEDICINA DE
BOTUCATU (FMB)



PARECER CONSUBSTANCIADO DO CEP

DADOS DO PROJETO DE PESQUISA

Título da Pesquisa: Avaliação sensorial Online de Filmes comestíveis (Leathers) de PANC

Pesquisador: Vitor Augusto dos Santos Garcia

Área Temática:

Versão: 2

CAAE: 88008125.4.0000.5411

Instituição Proponente: Departamento de Proteção Vegetal

Patrocinador Principal: Financiamento Próprio

DADOS DO PARECER

Número do Parecer: 7.648.879

FACULDADE DE MEDICINA DE
BOTUCATU (FMB)



Continuação do Parecer: 7.648.879

Atenciosamente,

Comitê de Ética em Pesquisa FMB/UNESP

Este parecer foi elaborado baseado nos documentos abaixo relacionados:

Tipo Documento	Arquivo	Postagem	Autor	Situação
Informações Básicas do Projeto	PB_INFORMAÇÕES_BÁSICAS_DO_PROJETO_2535782.pdf	27/05/2025 10:45:12		Aceito
Outros	CartaResposta.pdf	27/05/2025 10:44:52	Vitor Augusto dos Santos Garcia	Aceito
TCLE / Termos de Assentimento / Justificativa de Ausência	TCLE2.pdf	27/05/2025 10:43:35	Vitor Augusto dos Santos Garcia	Aceito
Projeto Detalhado / Brochura Investigador	ProjetoComiteEtica2.pdf	27/05/2025 10:43:14	Vitor Augusto dos Santos Garcia	Aceito
Outros	FormularioGoogle.pdf	16/04/2025 09:04:04	Vitor Augusto dos Santos Garcia	Aceito
Folha de Rosto	FolhaRosto.pdf	16/04/2025 08:56:56	Vitor Augusto dos Santos Garcia	Aceito

Situação do Parecer:

Aprovado

Necessita Apreciação da CONEP:

Não

BOTUCATU, 17 de Junho de 2025

Assinado por:
EMÍLIO CARLOS CURCELLI
(Coordenador(a))

Endereço: Chácara Butignolli, s/n

Bairro: Rubião Junior

CEP: 18.618-970

UF: SP

Município: BOTUCATU

Telefone: (14)3880-1609

E-mail: cep.fmb@unesp.br

Página 06 de 06

8. ANEXO II

QUESTIONÁRIO - ANÁLISE SENSORIAL

16/10/25, 14:10

Análise sensorial de produtos vegetais inovadores: Estudo de aceitação de produtos à base de purê de Taioba

Análise sensorial de produtos vegetais inovadores: Estudo de aceitação de produtos à base de purê de Taioba

O formulário em questão tem como objetivo avaliar sensorialmente produtos desenvolvidos à base de

Ora-pro-nóbis (

Pereskia Aculata Mill.) e faz parte de um projeto de pesquisa conduzido pela aluna de mestrado em Ciência e tecnologia de alimentos, João Marco Pádua Cunha. A análise sensorial foi APROVADA pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (CAAE: 831.798/24.6.0000.5411 - Número do Parecer: 7.231.533).

* Indica uma pergunta obrigatória

<https://docs.google.com/forms/d/1GKQOus3QVnCXUyVO7KtaCHW50tR-ctJGtaUQ7e8/edit?pli=1>

1/14

16/10/25, 14:10

Análise sensorial de produtos vegetais inovadores: Estudo de aceitação de produtos à base de purê de Taioba

Termo de Consentimento Livre e Esclarecido

Você está sendo **CONVIDADO** a participar da pesquisa "Produção e caracterização de snack-filmes (filmes comestíveis) de Taioba (*Xanthosoma sagittifolium*) a partir de polímeros naturais: agar-agar e goma carragena", de responsabilidade do grupo de pesquisa "Inovações tecnológicas no desenvolvimento de produtos de origem vegetal" (Instagram: @gitpv_unesp), composto pelo Prof. Dr. Vitor Augusto dos Santos Garcia (UNESP / FCA - vitor.as.garcia@unesp.br) e pelo aluno de Mestrado, João Marco Pádua Cunha (UNESP / FCA - joao.padua@unesp.br).

O objetivo desta pesquisa é avaliar as características visuais dos Snack-filmes de Taioba para a obtenção de um novo produto alimentício à base de PANC (Plantas Alimentícias Não Convencionais).

- Snacks-filmes, por definição na literatura, são produtos de fácil consumo, práticos, heterogêneos, e que poderão auxiliar nas refeições diárias.
- Os Snacks-filmes são prontos para consumo, sem a necessidade de outros ingredientes.

Assim, gostaríamos de consultá-lo(a) sobre seu(sua) interesse/disponibilidade em **PARTICIPAR** de forma voluntária da pesquisa:

Você poderá obter esclarecimentos a qualquer momento da pesquisa (início, durante ou após a finalização) por meio do e-mail pesquisa.gitpv@gmail.com.

É assegurado que o seu nome não será divulgado (você sequer precisará informá-lo), sendo mantido o mais rigoroso sigilo, com a omissão total de informações que permitam identificá-lo(a). Os dados provenientes de sua participação na pesquisa, como suas respostas aos questionários, ficarão sob responsabilidade do grupo de pesquisa.

A coleta de dados será realizada por meio de questionários eletrônicos nesta plataforma online. Os questionários contêm questões sobre os aspectos dos snacks-filmes, e gostaríamos que você os respondesse de forma honesta e sincera. É para este procedimento que você está sendo convidado(a) a participar.

O tempo estimado para concluir a pesquisa é de aproximadamente 5 minutos.

Os resultados do estudo serão publicados na comunidade científica.

Este projeto foi aprovado pelo Comitê de Ética da Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (CAAE: 831.798/24.6.0000.5411 / Número do Parecer: 7.231.533.)

Agradecemos a sua colaboração.

<https://docs.google.com/forms/d/1GKQOus3QVnCXUyVO7KtaCHW50tR-ctJGtaUQ7e8/edit?pli=1>

2/14

1. Aceita participar de forma **VOLUNTÁRIA** desta pesquisa? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
☐ Não

Informações do participante:

2. Idade: *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ 18-25
☐ 25-35
☐ 35-45
☐ 45-55
☐ 55-65
☐ 65+

3. Gênero: *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Feminino
☐ Masculino
☐ Prefiro não responder
☐ Outro: _____

Avaliação dos leathers - **FORMULAÇÃO 1**

FORMULAÇÃO 1



4. Qual nota você daria para a **COR** deste produto, utilizando uma escala de 9 pontos, sendo: *
- 9 - Gosto muitíssimo
 - 8 - Gosto bastante
 - 7 - Gosto moderadamente
 - 6 - Gosto ligeiramente
 - 5 - Neutro (nem gosto nem desgosto)
 - 4 - Desgosto ligeiramente
 - 3 - Desgosto moderadamente
 - 2 - Desgosto bastante
 - 1 - Desgosto muitíssimo

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆

5. Qual nota você daria para a **APARÊNCIA GLOBAL** deste produto, utilizando uma escala de 9 pontos, sendo: *
- 9 - Gosto muitíssimo
 - 8 - Gosto bastante
 - 7 - Gosto moderadamente
 - 6 - Gosto ligeiramente
 - 5 - Neutro (nem gosto nem desgosto)
 - 4 - Desgosto ligeiramente
 - 3 - Desgosto moderadamente
 - 2 - Desgosto bastante
 - 1 - Desgosto muitíssimo

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆

6. Utilizando a escala abaixo, o produto **APARENTA** ser saudável? *

- 5 - Muito saudável
- 4 - Saudável
- 3 - Neutro
- 2 - Pouco saudável
- 1 - Nada saudável

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

Avaliação dos leathers - **FORMULAÇÃO 2**

FORMULAÇÃO 2



7. Qual nota você daria para a **COR** deste produto, utilizando uma escala de 9 pontos, sendo: *
- 9 - Gosto muitíssimo
 - 8 - Gosto bastante
 - 7 - Gosto moderadamente
 - 6 - Gosto ligeiramente
 - 5 - Neutro (nem gosto nem desgosto)
 - 4 - Desgosto ligeiramente
 - 3 - Desgosto moderadamente
 - 2 - Desgosto bastante
 - 1 - Desgosto muitíssimo

1	2	3	4	5	6	7	8	9
☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆

8. Qual nota você daria para a **APARÊNCIA GLOBAL** deste produto, utilizando uma escala de 9 pontos, sendo: *
- 9 - Gosto muitíssimo
 - 8 - Gosto bastante
 - 7 - Gosto moderadamente
 - 6 - Gosto ligeiramente
 - 5 - Neutro (nem gosto nem desgosto)
 - 4 - Desgosto ligeiramente
 - 3 - Desgosto moderadamente
 - 2 - Desgosto bastante
 - 1 - Desgosto muitíssimo

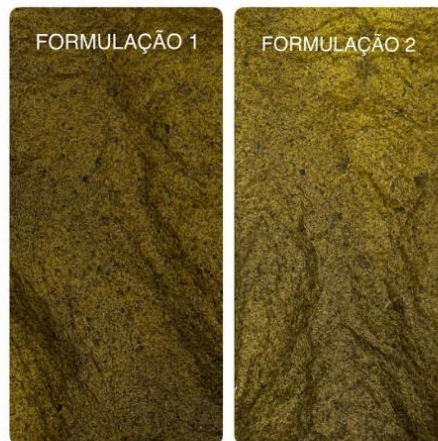
1	2	3	4	5	6	7	8	9
☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆	☆

9. Utilizando a escala abaixo, o produto **APARENTA** ser saudável? *

- 5 - Muito saudável
- 4 - Saudável
- 3 - Neutro
- 2 - Pouco saudável
- 1 - Nada saudável

1	2	3	4	5
☆	☆	☆	☆	☆

Avaliação GERAL dos leathers



Seção sem título

10. De forma geral, o que você acha destes produtos? *

11. Você compraria estes produtos? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não
- ☐ Talvez

12. Estes produtos atendem às suas expectativas em relação a praticidade de lanches saudáveis? *

Marcar apenas uma oval.

- ☐ Sim
- ☐ Não

13. Com base na lista de palavras abaixo, quais você acha que melhor **DESCREVEM VISUALMENTE** os leathers de peixinho da horta? (Você pode selecionar quantas palavras achar necessário) *

Marque todas que se aplicam.

- ☐ Natural
- ☐ Fresco
- ☐ Verde
- ☐ Crocante
- ☐ Seco
- ☐ Brilhante
- ☐ Orgânico
- ☐ Rústico
- ☐ Quebradiço
- ☐ Leve
- ☐ Delicioso
- ☐ Aroma fresco
- ☐ Sabor leve
- ☐ Saudável
- ☐ Nutritivo
- ☐ Vegano
- ☐ Sustentável
- ☐ Energético
- ☐ Inovador
- ☐ Artesanal
- ☐ Gourmet
- ☐ Original
- ☐ Exótico
- ☐ Interessante
- ☐ Diferente
- ☐ Criativo
- ☐ Promissor
- ☐ Desconhecido
- ☐ Outro: _____

Agradecemos pela participação!

Instagram: [@gilpv_unesp](https://www.instagram.com/gilpv_unesp)



Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

