

DESENVOLVIMENTO E AVALIAÇÃO DE GELEIA MISTA DE PITAYA E ABACAXI ENRIQUECIDA COM FARINHA DA CASCA DE PITAYA

Leandro Alves de Souza¹, Leticia Nunes dos Santos¹, Jhessyca Dantas Manary¹, Adriana Crispim de Freitas², Leonardo Hunaldo dos Santos², Virlane Kelly Lima Hunaldo²

RESUMO:

A pitaya (*Hylocereus undatus*) e o abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) apresentam elevado potencial tecnológico para o desenvolvimento de produtos inovadores, como geleias mistas. Assim, o presente estudo teve como objetivo formular e caracterizar físico-quimicamente e sensorialmente diferentes formulações de geleia mista de pitaya e abacaxi elaboradas a partir do aproveitamento integral da pitaya, incluindo a utilização da farinha da casca. Foram elaboradas duas formulações de geleia contendo polpa de abacaxi e pitaya, açúcar, pectina e ácido cítrico. A formulação controle (F1), não foi adicionado farinha da casca de pitaya, enquanto a formulação F2 foi adicionado farinha da casca de pitaya. Determinou-se pH, sólidos solúveis totais (°Brix), acidez titulável, cor, análises microbiológicas e avaliação sensorial com provadores não treinados, utilizando escalas hedônicas e de intenção de compra. Os resultados físico-químicos indicaram que ambas as formulações apresentaram valores de pH, °Brix e acidez dentro dos padrões normativos para geleias de frutas, evidenciando adequada estabilidade e conservação. As análises microbiológicas confirmaram a inocuidade dos produtos. A avaliação colorimétrica revelou que a adição da farinha de casca de pitaya influenciou significativamente os parâmetros de cor, promovendo maior intensidade cromática. Sensorialmente, ambas as formulações apresentaram elevada aceitação. Conclui-se que o aproveitamento da casca de pitaya na forma de farinha é tecnicamente viável e sustentável, embora ajustes formulativos sejam necessários para otimizar a aceitação sensorial e a viabilidade comercial do produto.

Palavras-chave: Análise sensorial; *Ananas comosus* L. Merrill; *Hylocereus undatus*; produto inovador.

DEVELOPMENT AND EVALUATION OF A MIXED PITAYA AND PINEAPPLE JELLY ENRICHED WITH PITAYA PEEL FLOUR

ABSTRACT:

Pitaya (*Hylocereus undatus*) and pineapple (*Ananas comosus* L. Merrill) show high technological potential for the development of innovative products, such as mixed jams. Thus, the present study aimed to formulate and characterize, from a physicochemical and sensory perspective, different formulations of mixed pitaya and pineapple jam produced using the whole pitaya, including the use of peel flour. Two jam formulations were prepared containing pineapple and pitaya pulp, sugar, pectin, and citric acid. In the control formulation (F1), pitaya peel flour was not added, whereas in formulation F2, pitaya peel flour was included. The following parameters were determined: pH, total soluble solids (°Brix), titratable acidity, color, microbiological analyses, and sensory evaluation with untrained panelists using hedonic scales and purchase intention tests. The physicochemical results indicated that both formulations presented pH, °Brix, and acidity values within the regulatory standards for fruit jams, demonstrating adequate stability and preservation. Microbiological analyses confirmed the safety of the products. Colorimetric evaluation revealed that the addition of pitaya peel flour significantly influenced color parameters, promoting greater chromatic intensity. Sensory analysis showed high acceptance for both formulations. It is concluded that the use of pitaya peel in flour form is

¹Bacharel em Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão, Imperatriz-MA; leandroalves2410@gmail.com, <https://orcid.org/0000-0001-7007-7618>; leticia_nunes021@outlook.com, <https://orcid.org/0000-0001-7007-7618>; jhessyca.manary@discente.ufma.br, <https://orcid.org/0000-0002-1018-4507>. ²Professor (a) Adjunto (a) na Universidade Federal do Maranhão. Imperatriz-MA, adriana.crispim@ufma.br, <https://orcid.org/0000-0001-6310-0015>; leonardo.hunaldo@ufma.br, <https://orcid.org/0000-0003-2280-4643>; virlane.kelly@ufma.br, <https://orcid.org/0000-0002-5827-2987>.

technically feasible and sustainable, although formulation adjustments are necessary to optimize sensory acceptance and the commercial viability of the product.

Keywords: Sensory analysis; *Ananas comosus* L. Merrill; *Hylocereus undatus*; Innovative product.

INTRODUÇÃO

A fruticultura brasileira ocupa posição de destaque no cenário agroalimentar nacional e internacional, dados recentes indicam que, no primeiro semestre de 2025, o Brasil exportou mais de 546 mil toneladas de frutas frescas e processadas, registrando um crescimento de 27,17% em volume e 12,58% em valor em comparação com o mesmo período de 2024, segundo informações do sistema AgroStat/Mapa e da Abrafrutas (2025). Independentemente de se tratar de frutas tropicais ou temperadas, amplamente reconhecidas ou consumidas regionalmente, a fruticultura nacional compartilha valores essenciais, como o respeito à terra, a conservação dos recursos naturais e a produção de alimentos saudáveis e sensorialmente atrativos (Fonseca, 2022).

Apesar da elevada capacidade produtiva agrícola mundial, observa-se um cenário paradoxal em relação ao acesso aos alimentos. Estima-se que a quantidade de alimentos produzidos globalmente seja suficiente para atender toda a população; entretanto, cerca de dois bilhões de pessoas não possuem acesso regular a alimentos adequados, enquanto mais de 690 milhões enfrentam a fome (Fao, 2021).

Nesse contexto, o desperdício de alimentos assume proporções alarmantes, uma vez que aproximadamente um terço de tudo o que é produzido acaba sendo descartado. Dados indicam que cerca de 17% da produção mundial de alimentos é desperdiçada, o que corresponde a aproximadamente 931 milhões de toneladas por ano. Destaca-se ainda que a maior parcela desse desperdício ocorre nos domicílios, representando cerca de 11% do total, o que agrava seus impactos econômicos, sociais e ambientais (Pnuma, 2021).

Essa abordagem está diretamente alinhada à Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável, adotada pelos Estados-membros das Nações Unidas. Entre os 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável, destaca-se o ODS 12, que propõe o consumo e a produção responsáveis, incluindo metas como a redução do desperdício de alimentos per capita, a diminuição da geração de resíduos por meio da prevenção e do reuso e a promoção da conscientização da população para estilos de vida sustentáveis (United Nations, 2015).

No âmbito da fruticultura tropical, o abacaxi (*Ananas comosus* L. Merrill) destaca-se como uma das frutas mais produzidas e consumidas no Brasil, com

produção anual estimada em 12,3 milhões de toneladas, correspondendo a cerca de 8,6% da produção nacional de frutas. Além de sua relevância econômica e social, o abacaxi apresenta características sensoriais marcantes; contudo, seu elevado teor de água contribui para alta perecibilidade, favorecendo reações químicas e microbiológicas que resultam em perdas significativas no período pós-colheita (Barros et al., 2019).

A pitaya (*Hylocereus undatus*), por sua vez, é um fruto do tipo baga que tem despertado crescente interesse devido às suas características físicas, sensoriais e nutricionais. Apresenta coloração externa variável e polpa que pode oscilar do branco ao vermelho-púrpura, com sementes comestíveis distribuídas por toda a matriz. Além do consumo in natura, a pitaya possui ampla aplicabilidade industrial, sendo utilizada na produção de alimentos, medicamentos, cosméticos e corantes naturais. Apesar desse potencial, Oliveira et al. (2023) relataram ou observaram uma escassez de estudos voltados à caracterização físico-química e tecnológica do fruto, limitando sua exploração industrial.

A produção de geleias surge como alternativa tecnológica eficiente para o aproveitamento de frutas, agregação de valor e extensão da vida de prateleira, conforme estabelecido pela legislação vigente (Brasil, 2005). Além de atender à demanda por novos produtos, as geleias possibilitam o uso integral dos frutos, promovendo inovação, sustentabilidade e geração de renda, especialmente para pequenos produtores. Nesse sentido, a incorporação da farinha da casca de pitaya em geleia mista de pitaya e abacaxi representa uma estratégia promissora, ao aliar redução de desperdício, valorização de subprodutos e desenvolvimento de alimentos com potencial funcional.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo formular e caracterizar físico-quimicamente e sensorialmente diferentes formulações de geleia mista de pitaya e abacaxi elaboradas a partir do aproveitamento integral da pitaya, incluindo a utilização da farinha da casca. Busca-se, ainda, avaliar a viabilidade tecnológica do produto, contribuir para o avanço científico na área de ciência e tecnologia de alimentos e incentivar práticas sustentáveis alinhadas às demandas contemporâneas por inovação, segurança dos alimentos e responsabilidade ambiental.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Laboratório de Processamento de Vegetais do curso de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), campus Bom Jesus. As matérias-primas utilizadas foram adquiridas no comércio local do município de Imperatriz-MA, sendo selecionadas quanto à integridade física, ausência de danos mecânicos e adequado estágio de maturação.

Para a elaboração das geleias mistas, foram utilizados os seguintes materiais: polpa de abacaxi, polpa de pitaya, açúcar, pectina e ácido cítrico. Como diferencial tecnológico do estudo, empregou-se a farinha da casca de pitaya, obtida a partir do processamento da casca do fruto, conforme metodologia descrita no tópico subsequente.

Higienização das matérias-primas e utensílios

Inicialmente, no processamento do abacaxi, realizou-se a retirada da coroa, visando facilitar a higienização e reduzir a presença de sujidades. Em seguida, procedeu-se à sanitização das frutas (Abacaxi e pitaya) por meio da imersão em solução clorada na concentração de 200 ppm, preparada a partir da diluição de 10 mL de solução clorada para cada 1 L de água. As frutas permaneceram submersas por um período de 15 minutos, assegurando a completa sanitização da superfície.

Após esse tempo, as frutas foram retiradas da solução sanitizante e submetidas à enxágue em água corrente, com o objetivo de remover completamente os resíduos do sanitizante. A secagem foi realizada com auxílio de papel toalha descartável, proporcionando suporte adequado à etapa subsequente de processamento.

Com o intuito de garantir a higienização do ambiente de processamento, incluindo mesa de manuseio em aço inoxidável, tábuas, bacias plásticas,

facas, peneiras e demais utensílios, preparou-se igualmente uma solução clorada a 200 ppm, utilizando-se 10 mL de solução clorada para cada litro de água. Os utensílios foram submersos nessa solução por 15 minutos, seguidos de enxágue em água corrente, assegurando condições sanitárias adequadas durante todo o processamento.

Preparação das polpas e obtenção da farinha da casca de pitaya

Para o abacaxi, procedeu-se à separação da casca, sendo a polpa cortada em cubos de aproximadamente 1×1 cm e posteriormente triturada em liquidificador industrial por 3 minutos. De forma semelhante, a pitaya foi submetida à separação da polpa triturada em liquidificador industrial e a casca, sendo esta última destinada ao processo de secagem e posterior obtenção da farinha utilizada na elaboração das geleias.

A obtenção da farinha da casca de pitaya foi realizada conforme metodologia descrita por Ferreira et al., (2013), com adaptações. Inicialmente, as cascas foram cortadas em fragmentos de aproximadamente 2×2 cm e dispostas em bandejas antiaderentes. Em seguida, foram submetidas à secagem em estufa com circulação de ar (Marconi, Brasil), à temperatura de 65°C por 24 horas. Após a secagem, as cascas foram trituradas em moinho, obtendo-se uma farinha de granulometria média.

Posteriormente, a farinha obtida foi submetida a uma etapa adicional de secagem em estufa, a 90°C por 1 hora, com o objetivo de assegurar maior controle microbiológico e estabilidade do produto.

Formulações e processamento das geleias mistas

Foram desenvolvidas duas formulações de geleia mista de pitaya e abacaxi, diferenciadas pela adição da farinha da casca de pitaya e pela proporção de açúcar, conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Formulações de geleia mista de frutas

Materiais	F1 (g)	F2 com farinha (g)
Polpa de abacaxi	300	300
Polpa de pitaya	200	200
Açúcar	480	470
Farinha da casca de pitaya	0	10
Pectina	10	10
Ácido cítrico	10	10

F1: formulação controle; F2: formulação enriquecida com a farinha da casca de pitaya.

O processamento das geleias iniciou-se com a pesagem dos ingredientes correspondentes a cada formulação, seguida da adição deles em tacho aberto. O processo de cocção ocorreu sob pressão atmosférica, com agitação manual contínua, visando homogeneização adequada da mistura.

Durante a cocção, a pectina foi previamente misturada a uma fração do açúcar, sendo adicionada à formulação de forma gradual. Posteriormente, o restante do açúcar foi incorporado até que a mistura atingisse a concentração final entre 60 e 65 °Brix, determinada como ponto ideal de geleificação.

Após atingir a concentração desejada, as geleias foram acondicionadas ainda quentes em embalagens de vidro previamente esterilizadas. Em seguida, realizou-se o resfriamento à temperatura ambiente e o armazenamento adequado, com o objetivo de preservar a qualidade físico-químicas, sensorial e microbiológica das geleias produzidas.

Análises físico-químicas

Considerando a legislação vigente para compotas de frutas, especificamente a Resolução nº 12, de 30 de março de 1978, que estabelece teores mínimos de sólidos solúveis para geleias comuns (62 °Brix) e tipo extra (65 °Brix), bem como o limite máximo de 2% para pectina como parâmetro de qualidade físico-químicas, observa-se a ausência de exigências normativas para outros parâmetros relevantes. Diante dessa lacuna regulatória, adotaram-se como referência legislações correlatas e metodologias técnicas reconhecidas, com o objetivo de ampliar a avaliação da qualidade das geleias produzidas.

As análises físico-químicas realizadas incluíram a determinação de pH, acidez titulável e sólidos solúveis totais (Brix°), seguindo as metodologias descritas pelo Instituto Adolfo Lutz (2008). O pH foi determinado utilizando pHmetro de bancada da marca Instrutherm, modelo RS-232, devidamente calibrado antes das análises. O teor de

sólidos solúveis totais foi determinado por refratometria, utilizando refratômetro de bancada, com os resultados expressos em °Brix.

A acidez titulável foi determinada por titulação volumétrica, empregando-se solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,01 N e fenolftaleína a 1% como indicador, sendo os resultados expressos em porcentagem de ácido cítrico.

A análise de cor das geleias foi realizada por meio de colorímetro (Delta Color – Colorímetro 2), utilizando o sistema CIELAB. Os parâmetros avaliados foram L* (luminosidade, variando do preto ao branco), a* (variação do verde ao vermelho) e b* (variação do azul ao amarelo), conforme as coordenadas estabelecidas pela Commission Internationale de l'Éclairage (Cie, 2018).

Análises microbiológicas

Previamente à realização da análise sensorial, as formulações de geleia foram submetidas às análises microbiológicas, em conformidade com os critérios estabelecidos pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) nº 331/2019 e pela Instrução Normativa nº 60/2019, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (Anvisa). Segundo a legislação, os padrões microbiológicos aplicáveis às geleias incluem ausência de *Salmonella* spp. em 25 g e contagem máxima de bolores e leveduras de 10⁴ UFC g⁻¹.

As análises microbiológicas seguiram a metodologia preconizada pela American Public Health Association (Apha, 2001), sendo avaliados os seguintes microrganismos: coliformes totais, coliformes termotolerantes, bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras, além da pesquisa de *Salmonella* spp., garantindo a conformidade das amostras com os padrões legais vigentes.

Análise sensorial

O presente estudo foi submetido à apreciação do Comitê de Ética em Pesquisa, em conformidade

com os preceitos éticos estabelecidos pela Resolução nº 466/2012 do Conselho Nacional de Saúde, que regulamenta pesquisas envolvendo seres humanos. A pesquisa foi devidamente analisada e aprovada, estando registrada sob o Certificado de Apresentação de Apreciação Ética (CAAE) nº 78712524.6.0000.5087, garantindo o respeito aos princípios éticos de autonomia, beneficência, não maleficência e justiça, bem como a confidencialidade e o anonimato dos participantes envolvidos.

A análise sensorial foi realizada no Laboratório de Análise Sensorial da Universidade Federal do Maranhão (UFMA), campus Imperatriz. O teste contou com a participação de 80 provadores não treinados com faixa etária entre 19-32 anos, integrantes da comunidade acadêmica da UFMA-Imperatriz. Todos os participantes assinaram previamente o Termo de Consentimento Livre e Esclarecido (TCLE), concordando com sua participação na pesquisa.

As avaliações foram conduzidas em cabines individuais, sob iluminação artificial de luz branca, assegurando condições adequadas para a percepção sensorial. A aceitação sensorial das formulações foi avaliada por meio de escala hedônica estruturada mista de nove pontos, variando de 9 (“gostei muitíssimo”) a 1 (“desgostei muitíssimo”), considerando os atributos impressão global, cor, aparência, aroma, sabor e textura, conforme metodologia proposta por Peryam e Pilgrim (1957).

Adicionalmente, aplicou-se a escala do ideal estruturada de nove pontos, variando de + 4 (“extremamente mais forte que o ideal”) a - 4 (“extremamente menos forte que o ideal”), sendo o ponto zero considerado ideal. Essa avaliação foi utilizada para os atributos doçura, sabor de abacaxi e sabor de pitaya, conforme descrito por Stone, Sidel e Schutz, (2004).

A intenção de compra foi avaliada por meio da escala de atitude de compra estruturada mista de cinco pontos, variando de 5 (“certamente compraria”) a 1 (“certamente não compraria”), baseada na

impressão geral dos consumidores, conforme metodologia de Meilgaard et al., (1991).

Análise estatística

As análises físico-químicas foram realizadas em triplicata, sendo os resultados expressos como média \pm desvio padrão. Inicialmente, os dados foram submetidos à análise de normalidade por meio dos testes de Shapiro Wilk e Lognormality Test. As comparações entre as formulações foram realizadas utilizando teste t pareado para dados com distribuição normal e teste t não paramétrico para dados não paramétricos. Em situações envolvendo múltiplas comparações com duas variáveis, aplicou-se análise de variância (ANOVA). As análises estatísticas foram conduzidas utilizando o software GraphPad Prism, versão 10.5.0 (GraphPad Software Inc., San Diego, CA, EUA), adotando-se nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Os dados sensoriais foram tabulados em planilha eletrônica no Microsoft Excel®. Os resultados da escala hedônica foram agrupados em três regiões: aceitação (frequência das notas de 6 a 9), indiferença (nota 5) e rejeição (notas de 1 a 4). Para a intenção de compra, as categorias “certamente compraria” e “provavelmente compraria” foram agrupadas na região de compra; a categoria “tenho dúvidas se compraria” foi classificada como região de dúvida; e as categorias “provavelmente não compraria” e “certamente não compraria” foram agrupadas como região de não compra.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos neste estudo evidenciam que as formulações de geleia mista de pitaya e abacaxi apresentaram comportamento adequado sob os aspectos físico-químicos, atendendo aos parâmetros normativos vigentes quanto ao pH, teor de sólidos solúveis e acidez titulável conforme destacado na (Figura 1), o que indica estabilidade e conformidade tecnológica do produto.

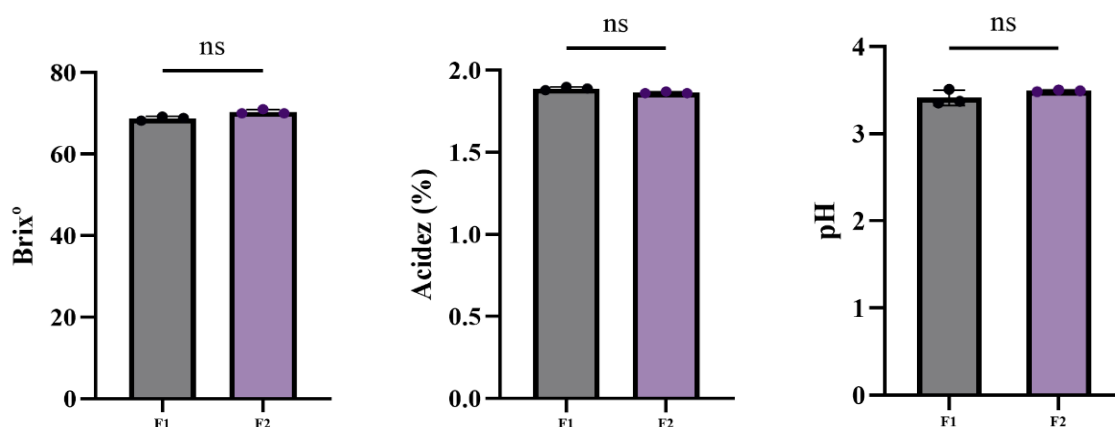


Figura 1. Comparação das propriedades físico-químicas das formulações F1 (controle) e F2 (com adição da farinha). Os valores são expressos como média \pm desvio padrão (DP). ns (não significativo).

Os resultados da caracterização físico-químicas das geleias formuladas a partir da polpa de abacaxi e do aproveitamento integral da pitaya evidenciou que ambas as formulações apresentaram parâmetros adequados para produtos do tipo geleia, atendendo aos padrões normativos e tecnológicos esperados. Os valores de pH (Figura 1) obtidos para as formulações F1 ($3,37 \pm 0,005$) e F2 ($3,50 \pm 0,005$) indicam um meio moderadamente ácido, condição fundamental para a estabilidade microbiológica, formação adequada do gel e conservação do produto.

Esses resultados corroboram os achados de Correia et al., (2023), que ao avaliarem geleias de pitaya observaram valores de pH variando entre 3,09 e 3,38, faixa considerada ideal para produtos gelificados à base de frutas. De modo semelhante, Vieira et al., (2017), ao estudarem geleia mista elaborada com casca de abacaxi e polpa de pêssego, relataram pH próximo de 3,50, valor praticamente idêntico ao observado na formulação F2, indicando que o aproveitamento de subprodutos vegetais não compromete a acidez adequada do produto final.

No que se refere ao teor de sólidos solúveis totais, expresso em °Brix (Figura 1), as formulações F1 e F2 apresentaram valores elevados, variando de $68,20 \pm 3,01$ a $70,06 \pm 0,98$ °Brix, característicos de geleias do tipo “extra”. A diferença de aproximadamente 1,86 °Brix entre as formulações sugere que a adição da farinha da casca de pitaya na F2 exerceu influência mínima sobre o conteúdo de açúcares solúveis, não comprometendo a concentração do produto. Esses resultados estão em consonância com os relatados por Gomes et al.,

(2020), que encontraram valores semelhantes de °Brix em geleias formuladas com pitaya. Entretanto, ao comparar com geleias elaboradas a partir de carambola e de bagaço de carambola com adição de casca de goiaba, os autores observaram variações mais expressivas, especialmente nos parâmetros de acidez, evidenciando que a composição da matéria-prima e a proporção dos ingredientes exercem influência direta sobre as propriedades físico-químicas das geleias (Gomes et al., 2020).

A acidez titulável, expressa em porcentagem, apresentou valores próximos entre as formulações avaliadas (Figura 1), sendo de $1,90\% \pm 0,001$ para F1 e $1,86\% \pm 0,001$ para F2, o que reforça a uniformidade das formulações quanto a esse parâmetro. Esses valores são compatíveis com a presença de frutas naturalmente ácidas, como o abacaxi e a pitaya, contribuindo para um perfil sensorial equilibrado e para a conservação do produto. Correia et al., (2023) relataram valores de acidez em torno de 1,60% para geleias de pitaya, ligeiramente inferiores aos observados neste estudo, possivelmente em função das diferenças na formulação e na combinação das frutas utilizadas.

Estudos que exploram o aproveitamento de resíduos também apresentam resultados semelhantes; Santos et al., (2020), ao avaliarem geleia de abacaxi com adição de casca da própria fruta, observaram aumento da acidez e de outros parâmetros físico-químicos, enquanto os valores de °Brix variaram entre 63 e 65 °Brix, inferiores aos encontrados no presente estudo.

Tabela 2. Parâmetros de cor obtidos, L* para luminosidade, a* indica variação do verde ao vermelho e b* do azul ao amarelo, para as amostras de geleias obtidas a partir da polpa de abacaxi e aproveitamento integral de pitaya.

Formulações	L*	a*	b*
F1	35,97 ± 0,42 ^a	6,45 ± 0,25 ^a	2,48 ± 1,11 ^a
F2	26,88 ± 0,77 ^b	16,45 ± 1,04 ^b	19,71 ± 0,85 ^b

L* representa a luminosidade (0 = preto; 100 = branco), a* indica variação do verde (-) ao vermelho (+) e b* do azul (-) ao amarelo (+); F1: formulação controle; F2: formulação enriquecida com a farinha da casca de pitaya. Médias compartilhando a mesma letra na mesma coluna não exibem diferenças significativas de acordo com teste t pareado ($p < 0,05$).

De forma geral, a incorporação da farinha de subproduto da pitaya na formulação F2 demonstrou impacto reduzido sobre pH, sólidos solúveis e acidez, indicando viabilidade tecnológica do aproveitamento integral da fruta sem prejuízos significativos às características físico-químicas da geleia, a tabela 2 expõe a influência da adição da farinha de subprodutos da pitaya sobre a coloração da geleia.

A adição da farinha proveniente da casca de pitaya exerceu influência significativa sobre os parâmetros colorimétricos (L*, a* e b*) das geleias, evidenciando o impacto direto da composição dos subprodutos vegetais na tonalidade, intensidade e matiz do produto. Observou-se que a formulação F2 apresentou valor de luminosidade (L*) significativamente inferior ao da F1, indicando uma coloração mais escura, característica frequentemente associada à incorporação de ingredientes ricos em pigmentos naturais. Ademais, as coordenadas cromáticas a* (eixo vermelho-verde) e b* (eixo amarelo-azul) apresentaram valores superiores na F2, sugerindo intensificação das tonalidades avermelhadas e amareladas, o que contribui para uma

coloração mais intensa e visualmente marcante da geleia.

Esse comportamento pode ser atribuído à presença de compostos bioativos oriundos da casca de pitaya, tais como pigmentos naturais, especialmente betalaínas, além de compostos fenólicos, os quais são reconhecidos por sua capacidade de alterar significativamente as propriedades ópticas dos alimentos. Resultados semelhantes foram reportados por Santos et al., (2017), ao investigarem a cinética de secagem da casca de pitaya, os quais observaram variações expressivas nos parâmetros de cor em função da concentração desses compostos na farinha obtida.

Dessa forma, os resultados do presente estudo reforçam a relevância da utilização de subprodutos da pitaya não apenas sob a perspectiva do aproveitamento integral e da sustentabilidade, mas também no que se refere à modulação das características visuais do produto, aspecto determinante para a aceitação sensorial pelo consumidor. A tabela 3 representa os resultados das análises microbiológicas realizadas.

Tabela 3. Parâmetros microbiológicos obtidos para as amostras de geleias obtidas a partir da polpa de abacaxi e aproveitamento integral de pitaya.

Parâmetros microbiológicos	F1	F2	Legislação*
Coliformes totais (NMP g ⁻¹)	Ausente	Ausente	NE
Coliformes fecais (NMP g ⁻¹)	Ausente	Ausente	NE
Bolores e leveduras (UFC g ⁻¹)	< 10 ¹	< 10 ¹	1 x 10 ⁴ UFC/g
Bactérias aeróbias mesófilas	< 3,0 x 10	< 1,0 x 10	NE
<i>Salmonella</i> sp.	Ausente	Ausente	Ausência

*Resolução RDC n° 12, de 22 de setembro de 2001 - Ministério da Saúde. NE - Não existe. F1: formulação controle; F2: formulação enriquecida com a farinha da casca de pitaya.

As formulações avaliadas apresentaram conformidade com os padrões legais estabelecidos para geleias de frutas, os quais preconizam, entre outros critérios, o limite máximo de 10 UFC g⁻¹ para bolores e leveduras. Além dos microrganismos contemplados pela Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) n° 12, procedeu-se a uma avaliação microbiológica ampliada, incluindo a determinação de bactérias aeróbias mesófilas, coliformes totais, coliformes fecais e a pesquisa de *Salmonella* sp. Essa abordagem mais abrangente teve como objetivo assegurar a qualidade e a inocuidade dos produtos finais, considerando que a presença de microrganismos patogênicos, como *Salmonella*, pode indicar falhas nas etapas de processamento, higienização ou conservação.

Os resultados das análises microbiológicas das formulações F1 e F2 evidenciaram elevados padrões de qualidade higiênico-sanitária. A ausência de coliformes totais e fecais (NMP g⁻¹) indica a adoção rigorosa de boas práticas de fabricação ao longo do processo produtivo. As baixas contagens de bolores e leveduras (< 10¹ UFC g⁻¹) demonstram a eficiência dos métodos de conservação empregados, enquanto as contagens reduzidas de bactérias aeróbias mesófilas (< 3,0 × 10¹ UFC g⁻¹ para F1 e < 1,0 × 10¹

UFC g⁻¹ para F2) refletem condições controladas de processamento e adequada manipulação da matéria-prima. Ademais, a ausência de *Salmonella* sp. em ambas as formulações reforça a segurança microbiológica dos produtos, atestando a eficácia dos protocolos de prevenção adotados. Esses achados corroboram os resultados reportados por Lemos et al., (2018), que também observaram ausência de *Salmonella* em geleias de cenoura, evidenciando a consistência e confiabilidade das práticas de processamento e controle de qualidade aplicadas.

A avaliação sensorial das formulações teve predominância dos avaliadores composta majoritariamente por indivíduos do sexo feminino (71,43%), situados na faixa etária de 18 a 25 anos (80,65%). Todos os participantes indicaram uma preferência pelas frutas abacaxi e pitaya, sendo que o abacaxi se destacou como a variedade mais consumida. Este padrão de consumo pode ser explicado pela percepção teórica de que o custo dessas frutas é mais acessível ao consumidor, devido à sua ampla disponibilidade, considerando sua representatividade em termos de área plantada e volume colhido no país

Tabela 4. Parâmetros sensoriais obtidos para as amostras de geleias obtidas a partir da polpa de abacaxi e aproveitamento integral de pitaya.

Formulação	Cor	Aparência	Aroma	Sabor	Textura
F1	8,07 ± 1,31 ^a	7,80 ± 1,26 ^a	7,65 ± 1,51 ^a	7,77 ± 1,58 ^a	7,44 ± 1,76 ^a
F2	7,82 ± 1,31 ^a	7,74 ± 1,27 ^a	7,30 ± 1,51 ^a	7,61 ± 1,59 ^a	7,42 ± 1,76 ^a

F1: formulação controle; F2: formulação enriquecida com a farinha da casca de pitaya. Os valores de médias e desvio padrão compartilhando a mesma letra na mesma coluna não exibem diferenças significativas de acordo com o teste t pareado (p < 0,05).

A análise sensorial das formulações F1 e F2 evidenciou uniformidade nos atributos de cor, aparência, aroma, sabor e textura (Tabela 4), não sendo observadas diferenças estatisticamente significativas entre as amostras (p > 0,05). Esses resultados indicam que a adição da farinha da casca de pitaya não promoveu alterações substanciais na

percepção sensorial das geleias. A manutenção de elevados escores hedônicos para ambas as formulações sugere que a incorporação desse subproduto teve impacto limitado sobre a aceitabilidade sensorial, configurando-se como um indicativo positivo da viabilidade tecnológica e sensorial do aproveitamento integral da pitaya.

Tabela 5. Parâmetros sensoriais obtidos para as amostras de geleias obtidas a partir da polpa de abacaxi e aproveitamento integral de pitaya.

Formulação	Impressão global	Atitude de compra
F1	7,87 ± 1,22 ^a	4,15 ± 1,00 ^a
F2	7,55 ± 1,22 ^a	3,87 ± 1,01 ^b

F1: formulação controle; F2: formulação enriquecida com a farinha da casca de pitaya. Os valores de médias e desvio padrão compartilhando a mesma letra na mesma coluna não exibem diferenças significativas de acordo com teste t pareado ($p < 0,05$).

Conforme observado por Fernandes et al., (2017), o impacto visual exercido pela cor sobressai-se em relação aos demais atributos sensoriais, assumindo papel determinante na aceitação e comercialização de produtos alimentícios. Nesse contexto, a cor configura-se como um dos principais critérios de aceitação ou rejeição por parte do consumidor. De maneira semelhante, Sarmente e Ferrari (2016) constataram maior aceitação da geleia elaborada com pitaya de polpa vermelha quando comparada à de polpa branca, atribuindo esse resultado predominantemente ao apelo visual proporcionado pela coloração mais intensa do produto. Dessa forma, o uso da farinha da casca apresenta-se como uma alternativa promissora para agregação de valor e sustentabilidade, sem prejuízos significativos à aceitação do consumidor.

Os resultados da avaliação sensorial referentes à impressão global e à intenção de compra das geleias mistas de abacaxi e pitaya F1 e F2 (Tabela 5) evidenciaram uma preferência mais pronunciada pela formulação F1 em relação à F2. Essa tendência foi observada tanto nas maiores médias atribuídas à impressão global quanto na maior predisposição dos provadores à intenção de compra da F1. A diferença observada, mesmo considerando o limite máximo da escala utilizada, sugere que a adição da farinha proveniente da casca de pitaya na formulação F2 pode ter influenciado negativamente a decisão de aquisição dos consumidores. Esse efeito possivelmente está relacionado a alterações nos atributos sensoriais percebidos, especialmente textura, cor e sabor, decorrentes da presença de compostos característicos da farinha de casca de pitaya. Os resultados ressaltam a importância de ajustes formulativos criteriosos ao empregar subprodutos vegetais, de modo a equilibrar os benefícios nutricionais e ambientais com a aceitação sensorial e a viabilidade comercial das geleias.

CONCLUSÃO

Conclui-se que a geleia mista de abacaxi e pitaya, com e sem adição de farinha da casca de pitaya, apresentou parâmetros físico-químicos e microbiológicos dentro dos padrões normativos, evidenciando estabilidade, qualidade e segurança do produto. A adição da farinha influenciou significativamente a cor, intensificando as tonalidades, sem comprometer a aceitação sensorial, embora a formulação controle tenha apresentado maior preferência e intenção de compra. Assim, o aproveitamento da casca de pitaya mostra-se tecnicamente viável e sustentável, sendo recomendados ajustes na formulação para otimizar a aceitação e ampliar a viabilidade comercial.

FINANCIAMENTO

Os autores agradecem à Universidade Federal do Maranhão (UFMA) pelo apoio institucional e pela infraestrutura disponibilizada para a realização deste estudo. Agradecem, ainda, ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio e incentivo à pesquisa científica.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Andrade, P.F. de S. (2017). **Análise da conjuntura agropecuária safra 2016/17**. Secretaria da Agricultura e do Abastecimento. p. 1-9.
- Barros, S.L.; Silva, W.P. da; Figueirêdo, R.M.F. de; Araújo, T.J. de; Santos, N.C. & Gomes, J.P. (2019). Efeito da adição de diferentes tipos de açúcar sobre a qualidade físico-química de geleias elaboradas com abacaxi e canela. **Revista Princípios** (45).
- Comissão Internacional de Iluminación. (2018). **CIE 015:2018** — Colorimetry. Viena: CIE.
- Correa, R.C.; De T Sartori, T.C.F.; Izidoro, M. & De Oliveira, G. (2023). Caracterização físico-química de

- geleia de pitaya (*Hylocereus polyrhizus*). **17º Jornada Científica e Tecnológica e 14º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS** 15(1).
- Fernandes da Silva, J.H.; Laranjeira Soares, S.J.; Santana Gomes, G.M.; Barbosa de Souza, Í. & Moura da Silva, M. (2017). Caracterização físico-química e avaliação sensorial de pitaya (*Hylocereus undatus*) cultivada no agreste meridional Pernambucano. **Revista Brasileira De Agrotecnologia** 7(2): 260–265.
- Ferreira, M.S.; Santos, M.C.; Moro, T.M.; Basto, G.J.; Andrade, R.M. & Gonçalves, É.C. (2015). Formulation and characterization of functional foods based on fruit and vegetable residue flour. **Journal of Food Science and Technology** 52: 822-830.
- Fonseca, L.A.B.V. (2022). **Fruticultura Brasileira: Diversidade e sustentabilidade para alimentar o Brasil e o Mundo**. CNA. Disponível em: <https://cnabrazil.org.br/noticias/fruticultura-brasileira-diversidade-e-sustentabilidade-para-alimentar-o-brasil-e-o-mundo>.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). (2021). **The state of food security and nutrition in the world 2020**. Roma: FAO. Disponível em: <https://openknowledge.fao.org/items/08c592f2-1962-4e1a-a541-695f9404b26d>.
- Gomes, T.D.S.N.; Emiliano, A.; Tiemi, J.; Agostinis-Silva, N.; Souza, A.K.; Caram, A.L.A. & De Oliveira, D.S. (2020). Aproveitamento integral de frutas para produção de geleias. **Nutrição em Foco**. p. 144.
- IBM Corp. (2016). **IBM SPSS Statistics for Windows**, versão 24.0. Armonk, NY: IBM Corp.
- Instituto Adolfo Lutz (IAL). (2008). **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz.
- Lemos, C.P.S.T.; Pereira, L.N.; Da Silva, J.S.A.; De Souza Paiva, E. & Pereira, M.C.P.C. (2018). Desenvolvimento e caracterização microbiológica da geleia de cenoura crescida de limão tahiti e da casca da laranja pera. **Semioses** 12(3): 103-114.
- Meilgaard, M.C. (1991). Testing for sensory threshold of added substances. **Journal of the American Society of Brewing Chemists** 49(3): 128–135.
- Oliveira, G.; Izidoro, M.; De Toledo Sartori, T.C.F.; Correa, R.C.; Mendes, K.N. & Arantes, P.V.C. (2023). Aspectos microbiológicos e centesimais de geleia de pitaya. **17º Jornada Científica e Tecnológica e 14º Simpósio de Pós-Graduação do IFSULDEMINAS** 15(1).
- Peryam, D.R. & Pilgrim, F.J. (1957). Hedonic scale method of measuring food preferences. **Food Technology** 11(supl.): 9–14.
- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). (2021). **Food waste index report 2021**. Nairobi: UNEP. Disponível em: <https://www.unep.org/resources/report/unep-food-waste-index-report-2021>.
- Santos, B.A.; Teixeira, F.; Soares, J.M.; Do Amaral, L.A.; De Souza, G.H.O.; De Almeida, T. da S.F.; Schiessel, D.L.; Dos Santos, E.F. & Novello, D. (2020). Pineapple jam physicochemical and sensory evaluation with added pineapple peel. **International Journal of Research - GRANTHAALAYAH** 8(7): 374–383.
- Santos, F.S.D.; De Figueirêdo, R.M.; Queiroz, A.J.D.M. & Santos, D.D.C. (2017). Drying kinetics and physical and chemical characterization of white-fleshed ‘pitaya’ peels. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** 21(12): 872-877.
- Sarmente, N. & Ferrari, J.V. (2016). **Avaliação do processamento e consumo de geleia utilizando duas variedades de pitaya no município de Jales-SP** (Trabalho de Conclusão de Curso). Faculdade de Tecnologia de Jales Professor José Camargo. Jales, SP, Brasil.
- Souza, A.V.; Rodrigues, R.J.; Gomes, E.P.; Gomes, G.P. & Vieites, R.L. (2015). Caracterização bromatológica de frutos e geleias de amora-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura** 37(1): 013-019.
- Souza, R.; Oliveira, E. & Feitosa, B. (2018). Tecnologia e processamento de frutas: doces, geleias e compotas. **Memoria.ifrn.edu.br** 1(1): 132-168.

United Nations. (2015). **Transforming our world: the 2030 agenda for sustainable development**. New York: United Nations. Disponível em: <https://sdgs.un.org/2030agenda>.

Vieira, E.C.S.; Silva, E.P.; Amorim, C.C.M.; Sousa, G.D.; Becker, F.S. & Damiani, C. (2017). Aceitabilidade e características físico-químicas de geleia mista de casca de abacaxi e polpa de pêsego. **Científica** 45(2): 115-122.