

Estudo das pectinas provenientes dos diferentes coprodutos da produção de suco de laranja pera (*Citrus sinensis* L.)

*Study of pectins from different co-products from the production of pear orange juice (*Citrus sinensis* L.)*

Engenharia de Alimentos

Marco Antonio Conti Carlotti Filho (pro5429@cefsa.edu.br)

Mestre em Engenharia de Processos Químicos e Bioquímicos pelo Instituto Mauá de Tecnologia e professor na Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Fernanda Silvestri Pires (fernandasilvestri21@gmail.com)

Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Maria Luíza Pequeno Cláudio (malufaculdade24@gmail.com)

Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Mariana Pinheiro da Silva (mariana.psilva2604@gmail.com)

Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena

Tamires Feitosa de Abreu Silva (feitosa.tamiris00@gmail.com)

Bacharel em Engenharia de Alimentos pela Faculdade Engenheiro Salvador Arena

FTT Journal of Engineering and Business

• SÃO BERNARDO DO CAMPO, SP JUN. 2025

• ISSN 2525-8729

Submissão: 10 dez. 2024 Aceitação: 28 mai..2025

Sistema de avaliação: às cegas dupla (double blind review)

FACULDADE ENGENHEIRO SALVADOR ARENA, p. 22 - 38

FTT JOURNAL
of Engineering and Business



Resumo

A laranjeira é amplamente cultivada, sendo o Brasil o seu maior produtor. Após a extração de suco, 50 % do peso da fruta torna-se coproduto, indicando oportunidades de aproveitamento. Este estudo avaliou o rendimento e a textura de géis preparados com pectina extraída de partes da laranja pera (*Citrus sinensis* L.): albedo, casca e bagaço. As extrações ácidas foram seguidas de secagem, formação de gel e produção de geleia de maçã. Realizou-se análise de textura (TPA) nos géis formados e teste sensorial de comparação múltipla nas geleias elaboradas. O bagaço destacou-se como fonte promissora, com rendimento superior ao albedo (cerca de duas vezes superior) e ligeiras diferenças nos atributos de textura e sabor.

Palavras-chave: Bagaço. Geleia. Otimização. Texturômetro. Sustentabilidade.

Abstract

The orange tree is widely cultivated, being Brazil its largest producer. After juice extraction, 50 % of the fruit weight becomes waste, indicating opportunities for its use. This study evaluated the yield and texture of gels prepared with pectin extracted from parts of the pear orange (*Citrus sinensis* L.): albedo, peel and pulp. Acid extractions were followed by drying, gel formation and production of apple jelly. Texture analysis (TPA) was performed on the gels formed and multiple comparison sensory testing was performed on the jellies produced. Pulp stood was highlighted as a promising source, with a higher yield than albedo (about twice higher) and slight differences in texture and flavor attributes.

Keywords: Orange Pulp. Jelly. Optimization. Texturometer. Sustainability.

Introdução

O Brasil é o maior produtor e exportador de laranjas do mundo, com uma produção estimada em 17.615.667 toneladas no ano de 2023, sendo o estado de São Paulo o de maior destaque (IBGE, 2025). Aproximadamente 34% das laranjas são destinadas à produção de sucos, gerando uma grande quantidade de coprodutos, que correspondem a cerca de 50% de massa da fruta. Esses coprodutos são normalmente encaminhados para compostagem ou utilizados em rações animais (Zanella, 2013; Campos, 2012).

Composta por várias partes, a laranja apresenta o albedo (parte esbranquiçada), o flavedo (casca externa) e o bagaço (membranas e vesículas) (Fernandes, 2024). O albedo é o de maior interesse científico devido à possibilidade de extração de pectina, molécula usada em alimentos por suas propriedades gelificantes, emulsificantes, espessantes e estabilizantes (Zanella, 2013; Fuchs, 2020). Estudos indicam que a extração de pectina do albedo tem rendimento de 25,2%, e que a casca e o bagaço também são fontes viáveis para a obtenção da pectina, contribuindo para uma gestão mais eficiente dos coprodutos da laranja (Zanella, 2013; Fuchs, 2020).

Pode-se realizar a extração de pectina por meio de métodos físicos, químicos, enzimáticos ou combinados, sendo o método químico o mais utilizado, envolvendo ácidos como o cítrico, o láctico e o nítrico (Fuchs, 2020; Campos *et al.*, 2022). A pectina extraída pode ser classificada em dois tipos: ATM (Alta Metoxilação), com mais de 50% de metoxilação, que gelifica rapidamente em soluções com 65 °Brix e pH 3, e BTM (Baixa Metoxilação), com menos de 50% de metoxilação, que gelifica lentamente na presença de cálcio e é obtida por desesterificação em meios alcoólicos ou por via enzimática (Silva *et al.*, 2020; Calliari, 2004).

As geleias de frutas são produzidas por geleificação, processo em que a pectina, ao ser combinada com o açúcar, forma uma rede de fibrilas não solúveis que aglutinam o açúcar, criando a textura desejada. A quantidade de pectina, o açúcar e o pH são fatores determinantes para a geleificação (Gonzalez *et al.*, 2022; Sakamoto *et al.*, 2015). De acordo com a Resolução nº 12, de 1978, do Ministério da Saúde, a geleia pode ser caracterizada como um produto "extra", que contém 50% de polpa de fruta e 50% de açúcar, ou "comum", com 40% de polpa e 60% de açúcar, devendo ser firme ao cortar, não pegajosa ou viscosa (Berte, 2024; Embrapa, 1998).

Análise sensorial é uma ciência relativamente recente, que se desenvolveu a partir de uma necessidade da indústria alimentícia de atender às exigências do consumidor (Palermo, 2015; Sá,

2021). A pectina comercial, nesse contexto, é encontrada como um pó fino de cor branco-amarelada, quase inodora (Nutrição, 2024).

Diante desse cenário, este estudo foi realizado para avaliar o rendimento de extração, a textura e o sabor do gel proveniente da pectina extraída de diferentes partes da laranja pera (*Citrus sinensis* L.), sendo elas: o bagaço, o albedo e a casca (albedo junto com o flavedo).

Metodologia

As etapas experimentais incluíram caracterização do suco de laranja, extração das pectinas utilizando um método ácido adaptado de protocolos consolidados na literatura, determinação dos rendimentos de extração e secagem, análise de umidade, produção de géis pécticos para avaliação de textura por meio de Análise de Perfil de Textura (TPA) e elaboração de geleias para análise sensorial por teste de comparação múltipla. Todas as análises foram realizadas nos laboratórios da Faculdade Engenheiro Salvador Arena (FESA), empregando metodologias baseadas, majoritariamente, nas normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), além de referências complementares pertinentes. A seguir, são descritos os procedimentos metodológicos adotados em cada etapa do trabalho.

Caracterização das matérias-primas

As análises para caracterização dos frutos foram realizadas em triplicata a partir do suco de laranja, a fim de se obter aspectos técnicos do lote utilizado. A análise de acidez total da fruta foi realizada seguindo a metodologia 016/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), e a análise de sólidos solúveis totais de acordo com a metodologia 315/IV, também do Instituto Adolfo Lutz (2008), usando-se um refratômetro digital portátil DR201-95 da marca Krüss.

O Ratio (relação do teor de sólidos solúveis total (°Brix)/acidez total) foi determinado conforme metodologia 316/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008) através da Equação 1.

$$\text{Ratio} = \frac{\text{°Brix}}{\text{Acidez Total}} \times 100 \quad \text{Eq. 1}$$

A determinação do potencial de hidrogênio iônico (pH) foi realizada seguindo a metodologia 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), e o equipamento utilizado foi o pHmetro de bancada da marca Logen.

Extração da pectina

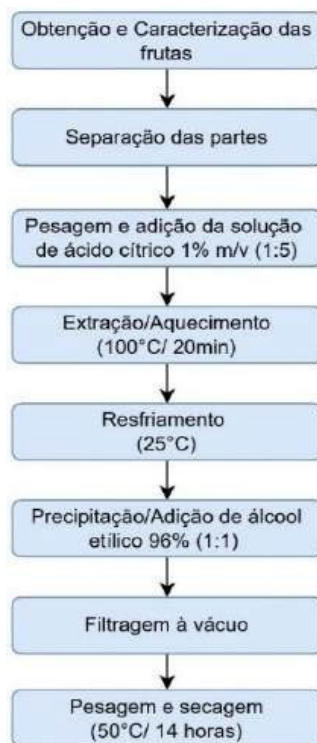
As laranjas pera da espécie *Citrus sinensis* (L.), utilizadas para extração de pectina, foram adquiridas em loja de hortifruti, na cidade de Diadema (SP). As frutas foram sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio a 0,02% por 15 minutos (Monteiro, 2022), seguidas de enxágue. A extração seguiu as combinações: pectina padrão (albedo - PP), pectina A (casca, albedo e flavedo - PA) e pectina B (bagaço e restos de membranas - PB).

Para PP, a casca foi retirada com descascador manual e o albedo com facas inox. Para PA e PB, as laranjas foram partidas, as sementes retiradas e o suco extraído, separando-se casca para PA e bagaço para PB. Os materiais foram cortados em pedaços pequenos, de aproximadamente 1 cm de aresta, para facilitar a extração, aumentando a área de contato com a solução ácida (Zanella, 2013).

As extrações ocorreram nos laboratórios da Faculdade Engenheiro Salvador Arena (FESA), em São Bernardo do Campo (SP), com reagentes e equipamentos fornecidos pela instituição. Foram realizadas em triplicata para cada parte da laranja (albedo, casca e bagaço), utilizando-se o método de extração ácida adaptado de Liew *et al.* (2014), USP (2019) e Zanella (2013), com solução de ácido

cítrico 1% (m/v). O processo aplicado foi igual para as três partes estudadas (albedo, casca e bagaço) e pode ser visualizado na Figura 1.

Figura 1 – Fluxograma de extração da pectina da laranja pera *Citrus sinensis* (L.).



Fonte: elaboração dos autores (2024).

As partes foram pesadas (50 g) e cobertas com a solução de ácido cítrico na proporção 1:5 (m/m). Os béqueres foram aquecidos em bico de Bunsen e mantidos em ebulição, a 98 °C, por 20 minutos. Após o aquecimento, as amostras foram filtradas, resfriadas em banho de gelo a 25°C, pesadas e nelas foi adicionado álcool etílico 96%, na proporção 1:1. Após 10 minutos, para separação da pectina, as amostras foram filtradas a vácuo, e o precipitado obtido foi transferido para placas de Petri, secas a 50°C por 14 horas. As pectinas foram pesadas e trituradas, para a redução de granulometria, e armazenadas em béqueres de 200 mL cobertos com papel alumínio, dentro de sacos plásticos de polietileno e mantidos em temperatura ambiente.

Rendimento da secagem da pectina

O rendimento (η_{sec}) da secagem da pectina foi realizada seguindo a Equação 2, de acordo com Costa *et al.* (2023), analisando-se a quantidade de pectina obtida após a retirada da água e do álcool residual em comparação com a massa inicial de suspensão de pectina.

$$\eta_{sec}(\%) = \frac{m_{pectina\ seca}}{m_{inicial\ da\ suspensão\ de\ pectina}} \times 100 \quad \text{Eq. 2}$$

Rendimento global da extração da pectina

O rendimento global da extração da pectina (η_{ext}) das partes analisadas foi realizado com base na massa obtida na etapa de secagem em comparação com a quantidade de matéria-prima utilizada, conforme a Equação 3 (COSTA *et al.*, 2023).

$$\eta_{ext} (\%) = \frac{m_{pectina\ seca}}{m_{parte\ utilizada}} \times 100 \quad \text{Eq. 3}$$

Análise de umidade

A análise de umidade das pectinas extraídas das diferentes partes da laranja foi realizada de acordo com a metodologia 012/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). As amostras utilizadas foram as pectinas secas das partes da laranja, juntamente com uma pectina comercial em pó ATM da marca Êxodo Científica. As análises foram realizadas para se verificar o comportamento das pectinas extraídas em comparação com uma pectina comercial e consagrada no mercado.

Obtenção dos géis de pectina

Para caracterizar os géis obtidos com as pectinas extraídas das diferentes partes da laranja, foram produzidos géis pécticos com base na metodologia adaptada de Bobbio *et al.* (1995) e analisado o perfil de textura utilizando um texturômetro (TPA). Para otimizar o tempo, os géis foram elaborados com a suspensão de pectina obtida após a filtração, e o teor em massa foi calculado a partir do rendimento teórico de secagem, a fim de se obter a quantidade desejada de 4,5 g de pectina em cada parte. A quantidade das suspensões de pectina utilizadas para a produção dos géis foram: 143,56 g para o bagaço (PB); 202,15 g, para o albedo (PP) e 213,58 g, para a casca (PA). Esses valores foram obtidos a partir dos rendimentos obtidos de secagem.

Foram adicionadas às suspensões de pectina 12g de sacarose: em seguida, foram colocadas em chapa de aquecimento. Numa etapa seguinte, foram acrescentados mais 78g de sacarose, mantendo-se agitação (o volume resultante em agitação) até a dissolução (Bobbio *et al.*, 1995). A solução foi fervida até atingir 65° Brix e, finalmente, foi resfriada por 5 minutos e então foi adicionado 1,5 g de ácido cítrico PA. Após a homogeneização, deixou-se em repouso para a geleificação.

Foram produzidos 3 géis por amostra, que foram armazenados em béqueres de 250 mL cobertos com papel alumínio e analisados no texturômetro 14 dias após o preparo, à temperatura ambiente. O processo foi o mesmo para todas as amostras.

Análise do perfil de textura

Para a obtenção dos parâmetros do perfil de textura das pectinas, foi realizado o teste TPA (*Texture Profile Analysis*) utilizando-se o texturômetro desenvolvido por alunos do curso de Engenharia de Controle e Automação da Faculdade Engenheiro Salvador Arena.

O teste foi realizado com amostras dos géis de pectina correspondentes a cada uma das partes da laranja e o instrumento foi parametrizado com célula de carga máxima de 15 kg, utilizando-se uma probe cilíndrica de 18,8 mm de altura e 36 mm de diâmetro. As condições de teste utilizadas para o ensaio de TPA foram as seguintes: velocidade pré-teste = 2 mm/s; velocidade de teste = 5 mm/s; velocidade pós-teste = 2 mm/s; tempo entre intervalo = 5 s; compressão alvo = 40 % de deformação; valor de detecção = 2 g (Guiné *et al.*, 2020; Soares *et al.*, 2003; Yusof *et al.*, 2019). Os testes foram realizados em triplicata. Com base no gráfico gerado a partir do perfil de textura, foi possível obter os parâmetros calculados pelo *software* do texturômetro.

Produção de geleias: etapas

As geleias de maçã foram produzidas na Faculdade Engenheiro Salvador Arena, utilizando-se maçãs Fuji, por terem sabor neutro, capazes de contribuir para a identificação de aromas e sabores provenientes das partes da laranja, como no caso do óleo essencial, presente no flavedo, que pode migrar para a pectina durante o processo de extração (PIRES *et al.*, 2014). As maçãs foram adquiridas em uma loja de hortifruti local em São Bernardo do Campo (SP), e pesadas em balança semi-analítica. A composição consistiu em 46,7% de maçã, 46,7% de açúcar, 6,2% de ácido cítrico 5% (m/m), (para ajustar o pH entre 3,0 e 3,2) e 0,5% de pectina.

As maçãs foram selecionadas manualmente, lavadas e sanitizadas em solução de hipoclorito (0,02 % por 15 minutos). Após a remoção da casca e das partes não comestíveis, uma amostra foi usada para medir os sólidos solúveis (°Brix), e o restante foi, em béquer de 2 L, cozido em bico de Bunsen até chegar à ebulição durante 20 minutos. A polpa foi homogeneizada e os sólidos solúveis foram medidos novamente para se calcular a quantidade de açúcar e pectina neles existentes.

Para a elaboração da geleia, em um béquer de 1 L foram adicionados a massa de fruta e parte do açúcar. Essa mistura foi levada à cocção em bico de Bunsen com agitação constante até atingir 60 °Brix, cuja leitura foi realizada por meio de um refratômetro digital portátil. Após atingir o teor de sólidos solúveis desejado, a solução de pectina foi adicionada, sendo previamente dosificada de acordo com os resultados de rendimento teórico da secagem, obtidos anteriormente para cada uma das partes da laranja, e então a mistura foi homogeneizada. A solução de pectina foi formada pela suspensão de pectina e por dosagem de açúcar correspondente a 4 vezes a quantidade de pectina presente na solução, a qual teve de ser acrescentada ao final do processo para que não seja degradada devido ao aquecimento excessivo (Aguiar et al., 2016).

Após homogeneização, solução de ácido cítrico 5% foi adicionada para ajustar o pH a 3, facilitando a geleificação e evitando a cristalização do açúcar (Krolow, 2013). O aquecimento continuou até atingir 65-68 °Brix (Lemos *et al.*, 2019), e a geleia foi armazenada sob refrigeração (5°C), para análise sensorial.

Análise sensorial: teste de comparação múltipla

O teste de comparação múltipla avaliou diferenças de sabor entre três amostras de geleia obtidas das pectinas extraídas de partes da laranja, utilizando a metodologia 159/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008).

Participaram do processo 50 avaliadores não treinados, compostos por alunos e professores da Faculdade Engenheiro Salvador Arena. Eles receberam quatro amostras: uma de controle, feita com albedo PP, outra de controle codificado, também de albedo, e duas amostras-teste codificadas, da casca PA e do bagaço PB. A escala usada foi de cinco pontos, variando de 1 (nenhuma diferença significativa) a 5 (extrema diferença). O balanceamento simplificado foi aplicado para evitar vieses e garantir a confiabilidade, replicando a sequência de amostras até atingir o total de avaliadores.

Análises estatísticas

Para a análise dos resultados de rendimento de extração e secagem da pectina, do perfil de textura (TPA) e da sensorial, foi utilizado o método de ANOVA (Análise de Variância). Para os casos em que as médias apresentadas foram estatisticamente diferentes entre si, aplicou-se o teste de Tukey (Airton, 2024) e de Dunnett, sendo este último para a análise sensorial. Todos os testes foram realizados em um nível de significância de 5% ($p < 0,05$).

Resultados e discussão

Avaliação das características físico-químicas dos frutos

Os testes foram realizados em triplicata com o suco produzido de 20% das laranjas do lote de trabalho. O resultado para acidez total titulável foi de $0,54 \pm 0,01\%$ de ácido cítrico (m/v) e o de sólidos solúveis foi de $9,6 \pm 0,2$ °Brix.

O ratio é um parâmetro que avalia o nível de maturação das frutas. Valores entre 8,8 e 15,4 indicam um grau de maturação aceitável para o consumo de frutas *in natura*, enquanto para a produção de sucos é preferível entre 12 e 19,5 (Danieli *et al.*, 2009). O resultado médio encontrado foi de $17,8 \pm 0,2$, indicando um grau de maturação ótimo para a extração de pectina, pois segundo Zanella (2013) e Campos (2012), durante o processo de amadurecimento, a protopectina é convertida em pectina coloidal. Esse fenômeno faz com que frutas, em grau de maturação mais avançado, proporcionem maior rendimento de extração da pectina.

O pH da polpa apresentou um valor médio de $4,35 \pm 0,01$, valor um pouco acima dos níveis encontrados em literaturas para frutas cítricas, com valores entre 3,4 e 4,0 (Danieli *et al.*, 2009). Esse aumento pode indicar uma maturação acentuada, uma vez que as reações químicas dessa fase diminuem a quantidade de ácido e, conseqüentemente, aumentam o pH.

Avaliação das pectinas

Umidade das pectinas

Os resultados da análise de umidade das pectinas extraídas e secas em estufa foram comparados com a pectina comercial em pó da empresa Êxodo Científica, utilizada como padrão para correção dos rendimentos. A pectina comercial apresentou umidade de $4,7 \pm 0,2\%$, enquanto a pectina extraída do albedo (PP) teve $37 \pm 5\%$, da casca (PA) $24 \pm 2\%$ e do bagaço (PB) $26 \pm 1\%$. Esses resultados indicam que as pectinas extraídas apresentaram teores de umidade significativamente mais elevados que a comercial, com uma diferença média de 24,2%; também sugerem que, sem a correção para o teor de umidade, os rendimentos de extração poderiam ser superestimados, pois a umidade contribui para o aumento da massa final.

A pectina comercial, com baixa umidade e pequeno desvio padrão, evidencia a eficiência do processo de secagem por spray-dryer, que remove rapidamente a água, transformando a pectina

em um pó seco e estável. Já as pectinas extraídas em laboratório, secas em estufa, apresentaram níveis mais altos de umidade, explicando a diferença observada.

Rendimentos teórico e real de extração global e secagem

Os rendimentos real e teórico de extração global e de secagem, obtidos para as diferentes partes estudadas (albedo, bagaço e casca) estão representados na Tabela 1. O rendimento global real foi calculado a partir da massa de amostra utilizada para extração, 50 g, e da massa final de pectina, obtida após a secagem, sendo que o rendimento real da secagem foi mensurado a partir da relação mássica entre a suspensão de pectina filtrada e a obtida após a secagem. O rendimento da secagem real foi determinado, porque na elaboração dos géis e geleias optou-se por utilizar as suspensões de pectina, por efeito prático, e a dosificação adequada foi estabelecida a partir desses valores.

Diante da diferença encontrada entre os níveis de umidade das pectinas após a secagem, os rendimentos teóricos foram obtidos por meio de cálculo da massa final, baseado no teor de umidade semelhante ao da amostra comercial, através do balanço de massa. Os resultados dos rendimentos teóricos foram utilizados para cálculos posteriores.

Tabela 1 – Rendimentos teórico e real da extração global e da secagem obtidos para as diferentes partes de laranja. O Rendimento Global estabelece a relação mássica entre as massas das amostras iniciais e as obtidas após o processo de secagem. O Rendimento de Secagem estabelece a relação mássica entre as massas das suspensões de pectina e as obtidas após o processo de secagem. O rendimento teórico leva em consideração as hipotéticas massas finais, calculadas a partir da umidade da amostra comercial.

Rendimento (%) *	Pectina Padrão	Pectina	Pectina
	Albedo (PP)	Casca (PA)	bagaço (PB)
Rendimento Global Real	3,4 ± 0,3a	2,3 ± 0,4a	6,9 ± 0,7b
Rendimento Global Teórico	2,3 ± 0,2a	1,9 ± 0,4a	5,3 ± 0,5b
Rendimento de Secagem Real	3,4 ± 0,3ab	2,64 ± 0,04a	4,10 ± 0,5b
Rendimento de Secagem Teórico	2,2 ± 0,2a	2,11 ± 0,03a	3,1 ± 0,4b

*Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os resultados ao nível de significância de 5%.

Fonte: elaboração dos autores (2024).

Os resultados globais de extração indicaram que o bagaço apresentou o maior rendimento, significativamente superior ao da casca e do albedo e com média acima de 5 %, o que torna viável sua utilização como matéria-prima para a extração de pectina por ter o rendimento duas vezes maior ao do albedo. As amostras de casca (PA) e albedo (PP) tiveram rendimentos semelhantes,

com médias superiores a 2%, sendo estatisticamente iguais. Nenhuma das partes estudadas apresentou rendimento inferior ao do albedo ($p < 0,05$), que é a fonte convencional para a extração industrial de pectina.

De forma semelhante, o rendimento teórico na secagem evidenciou maior rendimento nas amostras de bagaço (PB), enquanto as amostras de casca (PA) e de albedo (PP) apresentaram valores iguais, em nível de significância de 5%. A única exceção foi observada no rendimento real de secagem, segundo o qual o bagaço (PB) não diferiu significativamente do albedo (PP) nos testes realizados. Esses resultados reforçam a importância e o potencial do bagaço como uma matéria-prima promissora para a extração de pectina.

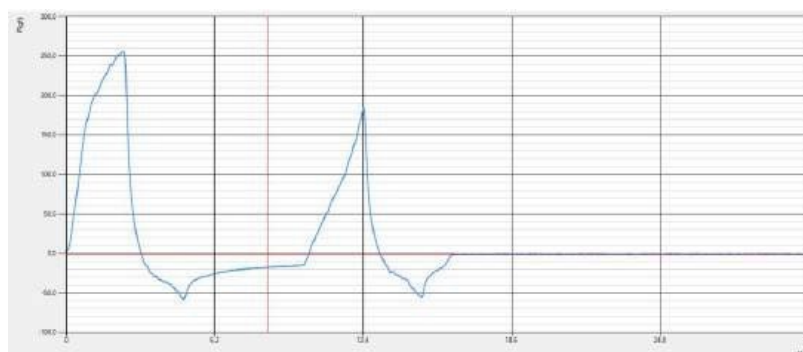
Avaliação dos parâmetros da análise do perfil de textura (TPA)

Rendimentos teórico e real de extração global e secagem

A Análise do Perfil de Textura (TPA) é um teste de compressão dupla, utilizado para determinar as propriedades de textura dos alimentos, simulando as duas primeiras mordidas humanas na mastigação do alimento. Ela gera um gráfico força-tempo, sendo possível a caracterização de alimentos e seu controle de qualidade. (Texture Technologies, 2024; Yusof *et al.*, 2019).

O teste foi realizado em triplicata, a partir dos géis elaborados com as pectinas extraídas das 3 diferentes partes da laranja. Um exemplo de gráfico gerado no teste encontra-se na Figura 2, sendo a primeira amostra analisada do gel de albedo. Os resultados obtidos no TPA para cada parâmetro estão representados na Tabela 2.

Figura 2 – Curva do perfil de textura (TPA) de uma amostra do gel de albedo obtida através do texturômetro.



Fonte: elaboração dos autores (2024).

Tabela 2 – Resultados dos parâmetros de textura obtidos no texturômetro para cada parte da laranja.

Parâmetros*	Gel Albedo (PP)	Gel Casca (PA)	Gel bagaço (PB)
Dureza (gf)	287 ± 45a	707 ± 53b	567 ± 31b
Elasticidade (%)	98 ± 3a	96 ± 4a	94 ± 3a
Coesividade (%)	54 ± 5a	43,8 ± 0,6a	53 ± 5a
Resiliência (%)	15 ± 3a	23 ± 1b	18 ± 3ab
Adesividade (gf.s)	-277 ± 18a	-102 ± 30b	-357 ± 32a
Gomosidade (gf)	155 ± 31a	309 ± 19b	243 ± 21b

*Resultados expressos como média ± desvio padrão. Letras diferentes na mesma linha indicam diferença significativa entre os resultados em nível de significância de 5%.

Fonte: elaboração dos autores (2024).

A análise de textura das pectinas extraídas das partes da laranja apresentou os resultados a seguir. Em relação à dureza, o gel do albedo (PP) exigiu menor força máxima na primeira compressão, sendo significativamente diferente dos géis da casca (PA) e do bagaço (PB), que mostraram valores mais altos e iguais estatisticamente (Texture Technologies, 2024).

Todas as amostras apresentaram alta elasticidade, iguais estatisticamente, recuperando entre 94% e 98% de sua forma original após a compressão, semelhante a produtos como balas de goma, também de textura gelatinosa (Guiné *et al.*, 2020). Sobre a coesividade, as amostras exibiram valores baixos, iguais estatisticamente, entre 43,8% e 54%, facilitando a mastigação e indicando boa aceitação por parte dos consumidores (Yusof *et al.*, 2019).

A resiliência variou de 15% a 23%, com diferença significativa entre as amostras, refletindo a capacidade de recuperação da altura após a compressão inicial (Guiné *et al.*, 2020). O gel da casca teve menor adesividade, atribuída ao óleo essencial residual, reduzindo sua aderência à boca e aos dentes (Souza *et al.*, 2024).

A gomosidade, produto de dureza e coesividade, apresentou diferenças significativas, com(endo) o gel do albedo distinto e menor que os outros, devido à energia gasta para desintegrar uma amostra semissólida até alcançar um estado em que ela está pronta para ser ingerida (Texture Technologies, 2024; Yusof *et al.*, 2019).

Considerando a coesividade como principal parâmetro associado à aceitação de geleias, tanto a pectina do bagaço, que atendeu a 4 dos 6 padrões de textura, quanto a pectina da casca podem ser utilizadas como fontes viáveis no quesito textura de gel (Yusof *et al.*, 2019).

Avaliação sensorial: teste de comparação múltipla

A análise sensorial, realizada com 50 avaliadores, utilizou o teste de comparação múltipla para avaliar o sabor de geleias feitas com pectinas extraídas de diferentes partes da laranja. Após exclusão de respostas inconsistentes, 36 avaliações válidas foram analisadas. A ANOVA indicou diferenças significativas ($p < 0,05$), e o teste de Dunnett revelou que a geleia de maçã, obtida através da pectina da casca (204), era moderadamente diferente do controle, enquanto a produzida com a pectina do bagaço (712) apresentou leve diferença.

As pontuações médias, atribuídas para as geleias de maçã, foram: a produzida com a pectina da casca (204) $3,1 \pm 0,7$, a com pectina do bagaço (712) $2,4 \pm 0,7$, e a com pectina proveniente do albedo (856) $1,7 \pm 0,4$. A geleia produzida com o coproduto casca foi descrita como amarga, com gosto de laranja cozida e mais ácida, enquanto a geleia com pectina do bagaço foi percebida como mais doce, menos firme e com sabor ácido. A amostra de albedo (856) não recebeu comentários. Os resultados indicam que a pectina da casca pode ter uso limitado devido ao amargor, enquanto a pectina do bagaço apresentou menor impacto sensorial, sendo viável para aplicações alimentícias no quesito sensorial por apresentar valores próximos ao do albedo em que a pectina comercial é extraída.

Considerações finais

O estudo teve como objetivo avaliar a viabilidade da extração de pectina de partes não convencionais da laranja e verificar a textura e o sabor da geleia produzida a partir dessas partes. Os resultados mostraram que o albedo, o bagaço e a casca contêm pectina, sugerindo uma alternativa para o reaproveitamento desses coprodutos, agregando valor. A pectina extraída da casca apresentou diferenças significativas em quatro itens de textura e teve uma influência marcante no sabor, provavelmente devido aos óleos essenciais presentes. A pectina do bagaço mostrou-se uma fonte promissora, com rendimento duas vezes maior que o do albedo, e características de textura similares, exceto em dureza e gomosidade. Em termos de sabor, o sabor da pectina realçou-se e aguçou ligeiramente a percepção do grupo de degustadores, efeito que pode ser reduzido ao se utilizar frutas com sabores mais intensos do que a maçã.

Referências

AGUIAR, Viviane França *et al.* Desenvolvimento de geleia mista de maçã e mel: análise da viabilidade através da aceitação sensorial. **Conexões - Ciência e Tecnologia**, Fortaleza, v. 10,n. 3, p. 78-84, 28 nov.

2016. IFCE. <http://dx.doi.org/10.21439/conexoes.v10i3.860>. Disponível em: <https://conexoes.ifce.edu.br/index.php/conexoes/article/view/860/788>. Acesso em: 22 maio 2024.

AIRTON, José. **O que é anova: um guia completo sobre a ferramenta estatística**. 2024. Cirus Quality. Disponível em: <https://cirusquality.com.br/o-que-e-anova-um-guia-completo-sobre-a-ferramenta-estatistica/>. Acesso em: 17 nov. 2024.

BERTE, Ana Beatriz. **Como produzir geleias de qualidade**. 2024. EMPEA - Engenharia de Alimentos. Disponível em: <https://empeaconsultoria.com.br/como-produzir-geleias-de-qualidade/#:~:text=Segundo%20a%20legisla%C3%A7%C3%A3o%20brasileira%20de%20geleias%20de%20frutas%2C,comum%2C%20geleia%20extra%20e%20geleia%20simples%20o%20mista..> Acesso em: 22 maio 2024.

BOBBIO, Florinda O. *et al.* **Manual de laboratório de química de alimentos**. São Paulo: Varela, 1995. 124 p.

CALLIARI, Caroline Maria. **Extração térmica, química e enzimática de pectina de bagaço de laranja**. 2004. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciência de Alimentos, Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2004. Disponível em: <https://repositorio.uel.br/srv-c0003-s01/api/core/bitstreams/83594e07-a74a-4518-8301-e659294e48b5/content>. Acesso em: 28 nov. 2024.

CAMPOS, Natália Alves *et al.* Pectina: uma abordagem teórica sobre os métodos de extração. **REBRAPA: Brazilian Journal of Food Research**, Paraná, v. 13, n. 2, p. 31-50, abr./jun. 2022. Trimestral. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/rebrapa/article/view/15072>. Acesso em: 28 mar. 2024.

CAMPOS, Ricardo de Souza. **Extração aquosa de pectina a partir do bagaço da laranja**. 2012. 43 f. TCC (Graduação) - Curso de Química, Fundação Educacional do Município de Assis - Fema, Assis, 2012. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/0911290990.pdf>. Acesso em: 24 mar. 2024.

COSTA, João Victor Assis *et al.* **Aproveitamento de coprodutos: utilização da casca de laranjas descartadas no refeitório do cefsa para obtenção de óleo essencial**. 2023. 33 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia de Alimentos, Faculdade Engenheiro Salvador Arena, São Bernardo do Campo, 2023. Disponível em: <https://cefsa.bnweb.org/scripts/bnweb/bnmap.exe?router=upload/14624>. Acesso em: 21 mai. 2024.

DANIELI, Flávia *et al.* Determinação de vitamina C em amostras de suco de laranja in natura e amostras comerciais de suco de laranja pasteurizado e envasado em embalagem Tetra Pak. **Revista do Instituto de Ciências da Saúde**, São Paulo, v. 27, n. 4, p. 361-365, 2009. Disponível em: https://repositorio.unip.br/wp-content/uploads/2020/12/V27_n4_2009_p361-365.pdf. Acesso em: 02 nov. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. ISSN -0103-6068: **Manual para produção de geléias de frutas em escala industrial**. 29 ed. Rio de Janeiro, 1998. 27 p. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/415585/1/1998DOC0029.pdf>. Acesso em: 24 set. 2024.

FERNANDES, Iara Janaína. **Avaliação da extração de óleo essencial do coproduto da casca de laranja**. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Iara-Fernandes/publication/274253385/figure/fig1/AS:391995001458688@1470470299309/Figura-1-Partes-que-compoem-a-laranja.png>. Acesso em: 24 mar. 2024.

FUCHS, Gustavo Alexandre. **Pectina extraída do bagaço de laranja (Citrus sinensis L. Osbeck): caracterização química e reológica e hidrólise enzimática**. 2020. 105 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ciências-Bioquímica, Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2020.

GONZALEZ, Vladimir Rubiano *et al.* Pectinas: extracción, usos e importancia en la agroindustria. **Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar**, [S.L.], v. 6, n. 5, p. 5294- 5309, 15 nov. 2022. Asociacion Latinoamericana para el Avance de la Ciencia. http://dx.doi.org/10.37811/cl_rcm.v6i5.3498. Disponível em: <https://ciencialatina.org/index.php/cienciala/article/view/3498/5320>. Acesso em: 31 mar. 2024.

GUINÉ, Raquel P. F. *et al.* Evaluation of texture in jelly gums incorporating berries and aromatic plants. **Open Agriculture**, [S.L.], v. 5, n. 1, p. 450-461, maio 2020. Walter de Gruyter GmbH.

<http://dx.doi.org/10.1515/opag-2020-0043>. Disponível em: https://www.degruyter.com/document/doi/10.1515/opag-2020-0043/html#j_opag-2020-0043_fig_001_w2aab3b7d285b1b6b1ab1b1b3b3b3Aa. Acesso em: 09 maio 2024.

IBGE. **Produção de Laranja**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/laranja/br>. Acesso em: 23 jun. 2025.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico- químicos para análises de alimentos**. 4ª ed. (1ª Edição digital), 2008. 302 p. Disponível em: http://www.ial.sp.gov.br/resources/editorinplace/ial/2016_3_19/analisedealimentosial_2008.pdf. Acesso em: 09 maio 2024.

KROLOW, Ana Cristina Richter. **Preparo artesanal de geleias e geleiadas**. 2013. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/125738/1/Documento-138.pdf>. Acesso em: 22 maio 2024.

LEMOS, Danielle Martins *et al.* Elaboração e caracterização de geleia prebiótica mista de jabuticaba e acerola. **Brazilian Journal Of Food Technology**, Campinas, v. 22, n. 1, p. 1-13, jan. 2019. FapUNIFESP (SciELO). Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1590/1981-6723.09818>. Acesso em: 22 maio 2024.

LIEW, Shan Qin *et al.* Extraction and characterization of pectin from passion fruit peels. **Agriculture And Agricultural Science Procedia**, [S.L.], v. 2, p. 231-236, 2014. Elsevier BV. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.033>. Acesso em: 19 mar. 2024.

MINISTÉRIO DA SAÚDE - COMISSÃO NACIONAL DE NORMAS E PADRÕES PARA ALIMENTOS. Constituição (1978). **Resolução nº 12, de 1978**. Resolução Nº 12, de 1978. Brasília, DF, Disponível em: https://bvsms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/cnnpa/1978/res0012_30_03_1978.html. Acesso em: 18 nov. 2024.

MONTEIRO, Eduarda Rodrigues. **Sanitização de frutas e hortaliça: Uma revisão**. 2022. 37 f. Monografia (Especialização) - Curso de Especialista em Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal do Pampa, Itaqui, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/8633>. Acesso em: 05 jun. 2024.

NUTRIÇÃO, IMEN- **Instituto de metabolismo e fibras na nutrição humana**. 2024. Disponível em: https://www.nutricaoclinica.com.br/index.php?option=com_content&view=article&id=203:fibras-na-nutricao-humana-caracteristicas-e-classificacao-parte-2&catid=11:coracao&Itemid=16#:~:text=A%20pectina%20%C3%A9%20um%20p%C3%B3,%2C%20opalescente%2C%20coloidal%20e%20%C3%A1cida.. Acesso em: 24 set. 2024.

PALERMO, Jane Rizzo. **Análise sensorial: fundamentos e métodos**. 1. ed. São Paulo: Atheneu, 2015. E-book. Disponível em: <https://plataforma.bvirtual.com.br>. Acesso em: 01 abr. 2024.

PIRES, Paloma de Souza *et al.* **Análise sensorial de suco de maçã de diferentes cultivares**. 2014. Disponível em: <https://ifpr.edu.br/sepin2014/anais-do-iii-se%c2%b2pin/analise-sensorial-de-suco-de-maca-de-diferentes-cultivares/>. Acesso em: 06 jun. 2024.

SÁ, Daniela. **Sensorial**. 2021. Elaborada por Embrapa. Disponível em: <https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/qualidade/sensorial#:~:text=A%20an%C3%A1lise%20sensorial%20%C3%A9%20a,%2C%20audi%C3%A7%C3%A3o%2C%20tato%20e%20paladar..> Acesso em: 01 abr. 2024.

SAKAMOTO, Christiane Alves Calheiros *et al.* **Geleia de abacaxi: elaboração utilizando polpa e parte não convencional**. Uberaba: Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia, 2015. 6 p. Disponível em: <https://periodicos.iftm.edu.br/index.php/boletimiftm/article/view/28>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SILVA, Laís Alves Santana da *et al.* Principais aplicações dos coprodutos da laranja e sua importância industrial. **Revista Artigos.Com**, Suzano, v. 22, p. 1-11, 20 nov. 2020. Disponível em: <https://acervomais.com.br/index.php/artigos/article/view/5139>. Acesso em: 30 ago. 2024.

SOARES, Acir *et al.* Estudo do efeito de algumas variáveis de fabricação no perfil texturométrico do doce de manga. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 1, n. 23, p. 76-80, abr. 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/vyD8MLDL3hdZg34B4h4vXPt/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 12 abr. 2024.

SOUZA, Tercio da de *et al.* Uso de cascas de laranja para extração de óleo essencial e avaliação de suas atividades biológicas. **Revista Ifes Ciência**, [S.L.], v. 10, n. 1, p. 01-23, 25 mar. 2024. IFES – Instituto Federal do Espírito Santo. <http://dx.doi.org/10.36524/ric.v10i1.2419>. Disponível em: <https://ojs.ifes.edu.br/index.php/ric/article/view/2419/1164>. Acesso em: 30 nov. 2024.

TEXTURE TECHNOLOGIES (Hamilton). **Overview of TPA**. 2024. Disponível em: <https://texturetechnologies.com/resources/texture-profile-analysis#overview>. Acesso em: 09 maio 2024.

USP. **Extração de pectina de laranja e maçã**. 2019. Elaborada pelo Faculdade de Zootecnia e Engenharia de Alimentos no Departamento de Engenharia de Alimentos. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4668812/mod_resource/content/1/P3%20pectina.pdf. Acesso em: 04 abr. 2024.

YUSOF, Nurlina *et al.* Texture profile analysis (TPA) of the jelly dessert prepared from halal gelatin extracted using High Pressure Processing (HPP). / **Malaysian Journal Of Fundamental And Applied Sciences**, [S. L.], v. 15, n. 4, p. 604-608, ago. 2019.

Disponível em:

https://www.researchgate.net/publication/340751082_Texture_Profile_Analysis_TPA_of_the_jelly_dessert_prepared_from_halal_gelatin_extracted_using_High_Pressure_Processing_HPP. Acesso em: 03 maio 2024.

ZANELLA, Karine. **Extração da pectina da casca da laranja-pêra (*Citrus sinensis* L. Osbeck) com solução diluída de ácido cítrico**. 2013. 110 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Química, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2013. Disponível em:

<https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=476787>. Acesso em: 24 mar. 2024