

CARACTERIZAÇÃO DA PECTINA EXTRAÍDA A PARTIR DA LARANJA PERA E DO MARACUJÁ AZEDO

Bruna Romig^a, Caroline Reitz^a, Zaira Tauane Dopke^a,
Ana Paula Duarte Souza^b
ana.duarte@ifsc.edu.br

^aEstudante do Curso Técnico em Química do Instituto Federal de Santa Catarina, IFSC, Câmpus Jaraguá do Sul - Centro.

^bDocente do Instituto Federal de Santa Catarina, IFSC, Câmpus Jaraguá do Sul - Centro

Resumo

O Brasil produz uma grande quantidade de resíduos sólidos urbanos por ano, mais da metade desses resíduos são de origem orgânica. Nas cascas de frutas, pode ser encontrada a pectina. Trata-se de um polissacarídeo encontrado na parede celular de plantas, contendo em sua composição ácidos galacturônicos, em sua maioria. Apesar de vários pesquisadores já estudarem esse tema, ainda existe a necessidade de melhor caracterização desse polissacarídeo, além de alternativas para reaproveitamento de resíduos orgânicos. O presente projeto tem como objetivo extrair a pectina das cascas da laranja pera e do maracujá azedo, através do método químico em meio ácido, sob aquecimento, e analisar suas propriedades como gelificante. Ao analisar a pectina extraída das cascas da laranja e do maracujá por FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), pode-se dizer que ela é muito semelhante à encontrada na literatura, pois apresentou bandas características de grupos funcionais típicos da pectina. Com isso, os resultados obtidos reforçam o potencial do aproveitamento de materiais orgânicos residuais para forma alternativa de obtenção de pectina, contribuindo para a redução de impactos ambientais.

Palavras-chave: Pectina. Extração. Maracujá. Laranja.

Abstract

Brazil produces a large amount of urban solid waste each year, more than half of which is of organic origin. Pectin can be found in fruit peels. This is a polysaccharide found in the cell walls of plants, mostly containing galacturonic acids. Although several researchers have already studied this topic, there is still a need for better characterization of this polysaccharide, as well as alternatives for reusing organic waste. The present project aims to extract pectin from the peels of pear oranges and sour passion fruit, through the chemical method in an acidic medium, under heating, and to analyze its properties as a gelling agent. When analyzing the pectin extracted from orange and passion fruit peels by FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*), it can be said that it is very similar to that found in the literature, as it presented characteristic bands of functional groups typical of pectin. Thus, the results obtained reinforce the potential for using residual organic materials as an alternative way of obtaining pectin, contributing to the reduction of environmental impacts.

Keywords: Pectin. Extraction. Passion fruit. Orange.

1 INTRODUÇÃO

A matéria orgânica é um composto essencial para o solo e para o desenvolvimento das plantas, interferindo no crescimento e na qualidade das frutas. Ela é fundamental para fornecer nutrientes que resultam em frutas mais saborosas e nutritivas, além de influenciar no conteúdo de pectina das frutas, encontrada em abundância nas cascas, sendo primordial para o processo de amadurecimento, conservação, firmeza e estabilidade das frutas (ZANDONADI; SANTOS; MEDICI; SILVA, 2014). O seu descarte inadequado pode trazer impactos ambientais significativos, como a produção de chorume, líquido poluente que pode contaminar solos e lençóis freáticos, liberando também maus odores e favorecendo a proliferação de organismos transmissores de doenças.

A partir desse fato, decidiu-se utilizar esses resíduos de frutas, em específico suas cascas, geralmente destinadas para descarte, para obter pectina, um polissacarídeo com caráter gelificante, utilizado na indústria alimentícia para dar a forma de gel a alimentos. Optou-se por trabalhar com dois tipos diferentes de frutas: maracujá e laranja. Foram selecionadas a laranja, com rendimento de extração de 30%, e o maracujá, com 14%. Porém, como cada fruta possui propriedades diferentes a depender de sua espécie, serão utilizados para os testes o maracujá azedo e a laranja-pera (CAMPOS, 2021).

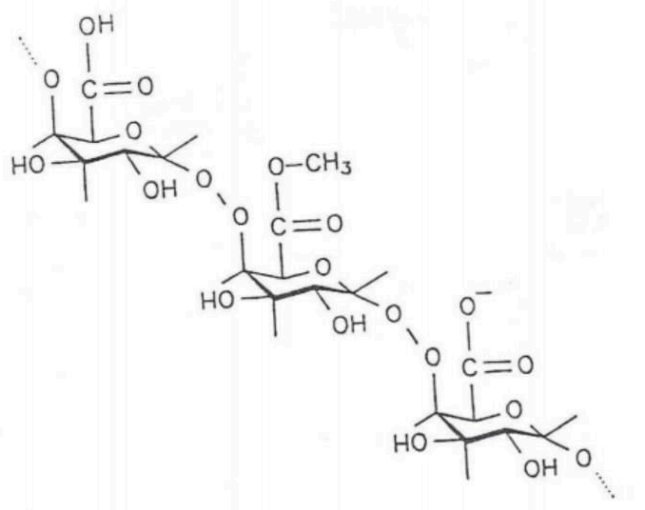
A escolha desse tema é de suma importância, pois visa em reaproveitar um material orgânico frequentemente descartado sem utilidade. Além disso, a pectina é capaz de produzir um gel viscoso com consistência similar à geleia, utilizada na produção de diversos produtos, como iogurtes, doces, pães e sucos, contribuindo para melhor absorção da água, viscosidade e textura.

O presente trabalho visou realizar a extração da pectina presente nas cascas do maracujá azedo e da laranja-pera, pelo método químico, a fim de analisar suas propriedades, assim como observar a eficiência das extrações e correlacionar com a quantidade de pectina obtida.

De acordo com Campos (2021 *apud* PEREDA, 2005), a pectina é um polissacarídeo presente na parede celular de plantas dicotiledôneas¹, cuja função é contribuir para a adesão entre as células e para a resistência mecânica da parede celular. Este polissacarídeo é composto por uma estrutura metilesterificada ligada a D-ácidos galacturônicos e outros açúcares (CHAN et al., 2017; GHARIBZAHEDI; SMITH; GUO, 2019 *apud* CAMPOS, 2021).

As moléculas de pectina (Figura 1) são responsáveis pela textura firme dos frutos e apresentam excelentes propriedades de adesão entre as células e resistência mecânica à parede celular (BRANDÃO; ANDRADE, 1999 *apud* CAMPOS, 2021). Devido a essas características, a pectina também possui a capacidade de formar géis espalháveis, na presença de açúcar e ácido ou de íons cálcio, dependendo do tipo de pectina (MONTEIRO, 2017 *apud* CAMPOS, 2021).

Figura 1: Estrutura química de uma molécula de pectina



Fonte: THAKUR; SINGH; HANDA, 1997 *apud* CAMPOS, 2021.

O entendimento aprofundado das propriedades químicas da pectina, especialmente quando ela está em sua fonte original, como frutas e hortaliças, permite um melhor aproveitamento de suas características específicas. Isso impacta diretamente na qualidade e durabilidade de frutas e vegetais, tanto *in natura* quanto processados, como também sua extração e aplicação (PAIVA; LIMA; PAIXÃO, 2009).

¹ São plantas angiospermas, como árvores, arbustos e ervas, que possuem dois cotilédones em cada semente, responsáveis pela nutrição inicial da planta jovem (SANTOS, 2021).

O ácido galacturônico constitui a maioria da composição da pectina. Conforme as definições do Comitê Conjunto de Especialistas em Aditivos Alimentares da FAO / OMS e da Comissão Europeia, a pectina precisa conter pelo menos 65% de ácido galacturônico (MÜLLER-MAATSCH et al., 2016 *apud* VIDAL, 2020). Na sua forma mais simples o ácido galacturônico deriva da reação de oxidação da galactose. Ao ácido galacturônico se agregam os grupos ésteres (metoxilas), e o éster do ácido galacturônico, formando a molécula grande de pectina (BRAGANTE, 2009).

O grau de metoxilação ou esterificação² (DM) é determinado pela quantidade de grupos carboxílicos (COOH) em uma molécula de pectina esterificada com metanol (CH₃OH), o que caracteriza o DM. Logo, a diferença é calculada entre a quantidade de ácido galacturônico (C₆H₁₀O₇)_n, esterificado e o total de ácido galacturônico presente na pectina. O processo químico envolve a adição de um grupo metílico (CH₃) em um grupo carboxílico (COOH), resultando na formação de um éster (R-COO-R') (OLIVEIRA, 2013).

Quando a pectina apresenta uma alta taxa de metoxilação (ATM), possui um DM superior a 50%. Isso significa que uma grande parte de grupos carboxílicos do ácido galacturônico foram esterificados. Isto é, mais da metade dos grupos carboxílicos transformados em ésteres metílicos (COOCH₃). Por outro lado, quando as pectinas apresentam uma baixa taxa de metoxilação (BTM), possuem um DM inferior a 50%, o que significa que uma menor parte de grupos carboxílicos do ácido galacturônico estão esterificados (CANTERI; MORENO; SCHEER; WOSIACKI, 2012). Ou seja, menos da metade dos grupos carboxílicos foram transformados em ésteres metílicos (COOH).

As principais aplicações da pectina de baixo grau de metoxilação são os produtos com baixo teor de açúcar, como geleias diet e doces para diabéticos, já que a pectina forma o gel sem a necessidade de adição de açúcar. Além disso, pode ser utilizada para estabilizar proteínas em produtos como leites e iogurtes, espessante de cosméticos, medicamentos e biofilme biodegradável (MÜLLER; VILAS, 2014). Já as aplicações da pectina de alto grau de metoxilação envolvem alimentos com alto teor de açúcar, como geleias, marmeladas, panificação, etc (CHANDEL; BISWAS; ROY; VAIDYA; VERMA; GUPTA, 2022).

² É uma reação reversível entre um ácido carboxílico e um álcool, que geralmente requer um catalisador ácido para acelerar a reação (FREITAS, 2020).

Colóides são misturas heterogêneas de pelo menos duas fases distintas, uma fase dispersa e outra fase contínua, chamada meio de dispersão. São muito utilizados no dia a dia, nos cosméticos, na alimentação e em processos industriais, e suas propriedades se baseiam em seu tamanho e razão elevada entre área e volume de partículas (JUNIOR, VARANDA, 1999).

Chama-se de gel o colóide que apresenta uma fase líquida aprisionada em uma rede tridimensional, podendo apresentar consistência sólida ou semissólida. Nesse sistema, há uma interação entre a fase líquida com partículas muito finas, induzindo o aumento de sua viscosidade devido à formação de uma rede de partículas alinhadas. Essa estrutura confere ao gel características elásticas e gelatinosas como nas geleias, ou firme, como sílica-gel (JUNIOR, VARANDA, 1999).

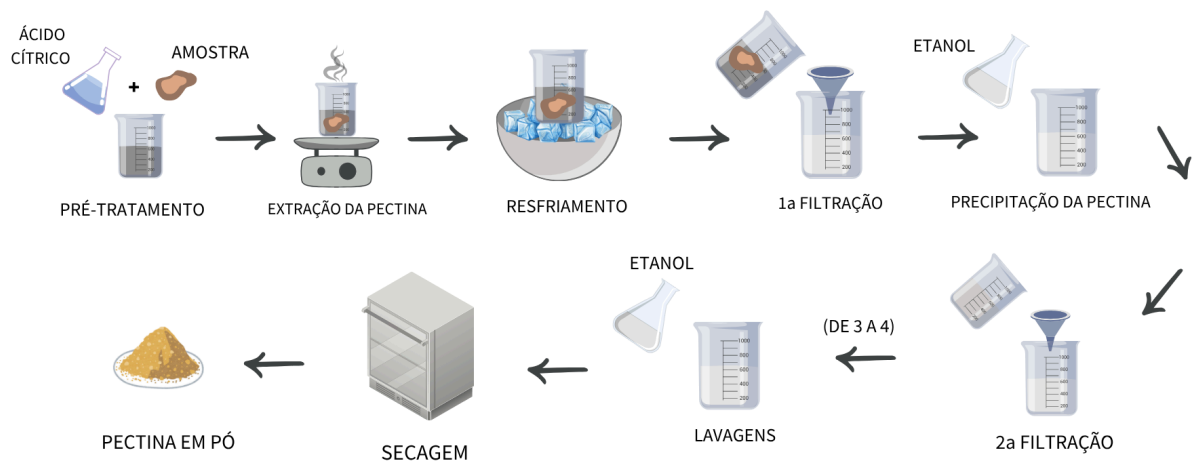
2 METODOLOGIA

Nessa seção serão descritos os procedimentos de cada etapa experimental para extração e caracterização da pectina, bem como os materiais utilizados.

2.1 EXTRAÇÃO

Para iniciar-se o processo de extração da pectina, foi feito o preparo das cascas da laranja e do maracujá. Este processo incluiu a lavagem das cascas, a desidratação e a trituração das mesmas. Com as amostras preparadas deu-se início ao processo de extração, como mostra a Figura 2, que consistiu em preparar uma solução com a farinha das cascas em ácido cítrico 6%, e levar a solução a aquecimento e agitação por 1 hora. Depois, resfriou-se em um banho de gelo até atingir aproximadamente 4 °C, e foi feita a primeira filtração, na qual as impurezas ficam retidas no filtro e se obtém o filtrado. Após, adicionou-se etanol, e as amostras foram deixadas na geladeira por uma semana.

Figura 2: Fluxograma da extração.



Fonte: Autoria própria (2025).

Depois de uma semana, quando o gel já está formado, é feita a segunda filtração, onde o que se deseja obter é o gel que fica retido no filtro, e nele são feitas de 3 a 4 lavagens com etanol, deixando as amostras de molho, para garantir que as impurezas foram removidas. Por fim, o gel é espremido ainda no filtro, a fim de remover a maior quantidade de líquidos (água, ácido e etanol) possível, e então as amostras são colocadas em uma placa de petri e levadas à capela, durante aproximadamente 5 dias, para estar seca.

Quando a amostra está seca, ainda se leva para o dessecador para garantir que não absorva umidade. E por fim, a amostra é triturada com o auxílio de um liquidificador, para ficar na forma de um pó, e é reservada.

2.2 RETROTITULAÇÃO

Para determinar o grau de metoxilação, a pectina seca (0,2 g) é colocada em um Becker e é umedecida com etanol a 95%. Em seguida, é adicionado água destilada aquecida a 40 °C (20 mL), e o polímero será dissolvido com agitação por 2 horas. A solução resultante será titulada com NaOH 0,1 N na presença de fenolftaleína, e o volume de NaOH utilizado será anotado como a titulação inicial (Ti). Depois, serão adicionados 10 mL de NaOH 0,1 N à amostra neutralizada de ácido galacturônico, e essa solução será agitada por mais 2 horas para a saponificação dos grupos carboxílicos esterificados do polímero. Em seguida, serão adicionados

10 mL de HCl 0,1 N. O excesso de HCl será então titulado com NaOH 0,1 N, e o volume de NaOH utilizado será registrado como a titulação final (Tf).

2.3 ANÁLISE NO ESPECTRÔMETRO DE INFRAVERMELHO

Para caracterização da pectina foi realizada a análise de infravermelho, na qual a amostra em pó foi adicionada no compartimento de amostra do espectrômetro de infravermelho FTIR e exposta a um feixe de luz infravermelha, que abrange diversos comprimentos de ondas. A luz transmitida ou refletida é coletada pelo espectrômetro e processada pelo interferômetro de Fourier. Por fim, o interferograma resultante passa por uma transformada de Fourier, que gera a imagem com o espectro infravermelho final (VIEIRA, 2023).

2.4 ANÁLISE DE UMIDADE

Para determinar o teor de umidade, a massa da pectina foi pesada e anotada após a extração. Em seguida, a amostra foi posta para secar em um dessecador a vácuo, à temperatura ambiente, até atingir massa constante. Essa análise é realizada pelo cálculo do percentual de umidade (quantidade de água na amostra) com base na massa inicial da amostra e na massa após a secagem, utilizando a Equação 1 (RODRIGUES, 2020).

Equação 1: Cálculo do rendimento

$$\text{Teor de Umidade (\%)} = \frac{\text{Massa Inicial (úmida)} - \text{Massa Final (seca)}}{\text{Massa Inicial (úmida)}} \times 100$$

2.5 ADIÇÃO DA PECTINA EM ÁGUA - GEL

Para determinar de modo qualitativo a estabilidade do gel formado pela adição de pectina em água, primeiramente preparou-se 10 soluções (5 para cada amostra de pectina) com diferentes percentuais de concentração. Manteve-se o volume de 1 mL para cada solução, e as concentrações foram de 1%, 3%, 5%, 10% e 20% para cada amostra. Às soluções foram preparadas diretamente em tubos Eppendorf, e posteriormente colocados em uma centrífuga, por 10 minutos à 2500

RPM. Após retirar os tubos da centrífuga, foi observado que o gel permaneceu preso ao fundo do tubo em todas as concentrações.

3 RESULTADOS E DISCUSSÕES

Nessa seção serão apresentados os resultados obtidos a partir das etapas de extração e caracterização da pectina, além da avaliação da estabilidade dos gelificantes produzidos.

3.1 RENDIMENTO

O cálculo do rendimento é essencial para verificar se o processo foi eficiente, a qualidade do produto é adequada e se a metodologia é viável. O cálculo pode ser feito a partir da Equação 2.

Equação 2: Cálculo do rendimento

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{massa de pectina seca extraída (g)}}{\text{massa da farinha (g)}} \times 100$$

Conforme os dados dos estudos de Campos (2021), os valores dos rendimentos das amostras da laranja e do maracujá foram, respectivamente, 30% e 14%. Já os dados obtidos no presente trabalho foram de 48% para a laranja e 37% para o maracujá. A metodologia utilizada por Campos se baseava, também, no método químico de extração, utilizando ácido cítrico e aquecimento. A grande diferença de rendimento entre as amostras obtidas da literatura e as do presente trabalho pode ser entendido pelo fato de que cada fruta tem uma quantidade diferente de pectina na sua composição, e também que esta quantidade varia conforme o estágio de maturação da fruta (GAVA, 1998 *apud* VIEIRA, 2019).

Ao utilizar 10 g de farinha inicial, o rendimento obtido foi três vezes menor em comparação ao rendimento obtido com 5 g de farinha inicial. Isso pode-se dar por diversos motivos, entre eles a saturação do solvente, que pode apresentar um limite de pectina dissolvida em determinado volume de solvente, maior dificuldade de filtração ou ineficácia na precipitação da pectina, visto que há uma carga maior de sólidos em menor volume.

Além disso, a diferença de valores em comparação ao estudo de Campos (2021) pode se dar devido às diferenças no método de secagem, pH do meio de extração e tempo de aquecimento. Destacam-se ainda fatores como maturação da fruta, qualidade da amostra e possíveis perdas durante o processo de filtração.

3.2 GRAU DE METOXILAÇÃO

O grau de metoxilação (DM) é um parâmetro importante para caracterizar a pectina, sendo definido pela proporção de grupos carboxílicos (COOH) presentes na molécula de ácido galacturônico que foram esterificados com metanol (CH₃OH). Esse processo químico envolve a conversão de grupos carboxílicos em ésteres metílicos (COOCH₃), um aspecto essencial na funcionalidade da pectina. A determinação do DM baseia-se na diferença entre a quantidade total de ácido galacturônico e a quantidade esterificada, indicando o grau de metoxilação (QUIROGA, 2019). A equação utilizada para obter-se o dado do grau de metoxilação, em porcentagem, está descrita como Equação 3.

Equação 3: Grau de metoxilação

$$\%DM = \frac{T_f}{(T_i + T_f)} \times 100$$

Através da titulometria³, o grau de metoxilação obtido foi de 39% para a laranja e 36% para o maracujá. Com esses resultados, é possível afirmar que ambas as pectinas extraídas são de baixa taxa de metoxilação (BTM). Essa classificação é corroborada pelo fato de que as duas pectinas formaram géis estáveis na ausência de açúcar, característica típica de pectinas BTM, cuja gelificação ocorre devido à interação entre grupos carboxílicos livres e íons divalentes (QUIROGA, 2019). Esta determinação contribui para a justificativa da estabilidade no gel formado a partir de pectina e água, visto que pectinas de BTM são geralmente utilizadas em produtos diet, pois não necessitam da adição de açúcares para a formação do gel.

No estudo de Nascimento Filho e colaboradores (2012), que utilizaram a técnica de retrotitulação, foi possível observar um grau de metoxilação de 88% para o maracujá-azedo. As diferenças entre os valores obtidos podem ser atribuídas a diferenças experimentais, como concentração do ácido cítrico na extração, que varia

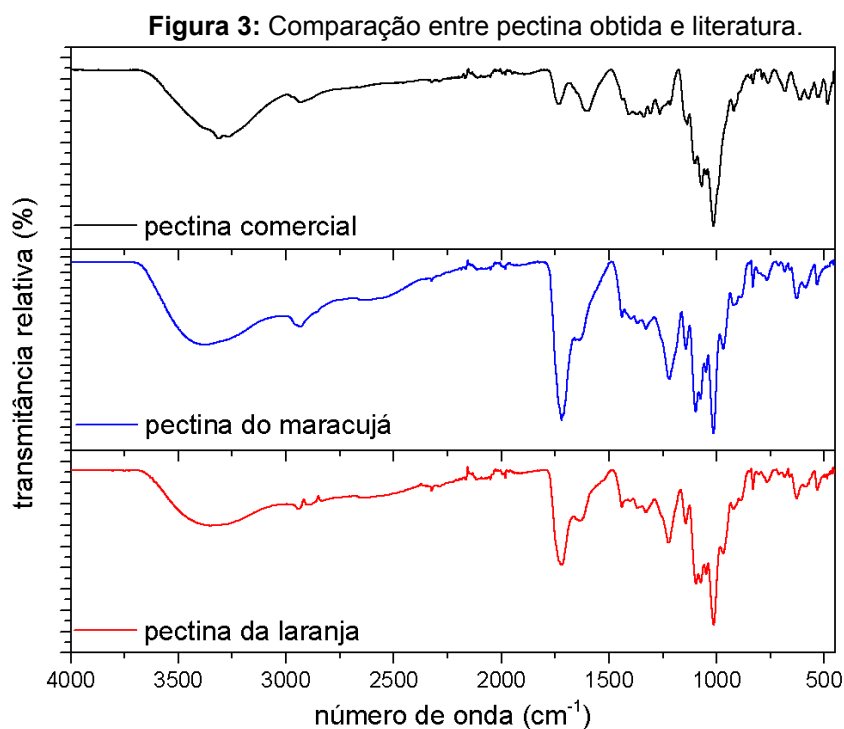
³ Utilizando os valores de T_{fL} = 8,1 e T_{iL} = 12,9, e T_{fM} = 6,3 e T_{iM} = 11,3.

o pH da solução, temperatura, tempo de extração, além do grau de maturação da fruta e erros de operador, assim como diferença do método de análise do grau de metoxilação e o cálculo realizado. Esse valor foi bem maior do que o obtido no presente trabalho. Já o estudo de Zanella (1987) apresenta um grau de metoxilação de 38%, utilizando somente o mesocarpo (parte branca) da laranja durante a extração com ácido cítrico, valor mais próximo do presente estudo. Nesse caso, acredita-se que as condições experimentais eram semelhantes.

3.3 INFRAVERMELHO

Análises de caracterização são fundamentais para determinar e compreender um composto químico. Uma das técnicas mais utilizadas é a espectroscopia no Infravermelho, pois é rápida e de baixo custo operacional, além de necessitar de pouca amostra e não a destruir. Ela pode identificar compostos, determinar pureza, grupos funcionais e analisar mudanças ocorridas durante processos de síntese, modificação e extração, além de permitir comparar amostras com a literatura.

Na Figura 3, são apresentados os espectros das amostras da laranja e do maracujá extraídas, e da pectina comercial. Pode-se observar que as duas imagens se assemelham bastante, caracterizadas pela presença das mesmas bandas principais: $\sim 1100-1200\text{ cm}^{-1}$ ligações C-O e C-C; $\sim 1327-1417\text{ cm}^{-1}$ vibrações do grupo COOH; $\sim 1600-1800\text{ cm}^{-1}$ vibrações das ligações C=O e deformação angular das ligações C-H; $\sim 1600-1750\text{ cm}^{-1}$ estiramento axial do grupo carbonila dos grupos carboxílicos e esterificados com metanol (C=O) e ainda deformação axial dos íons carboxilato (COO⁻) dos grupos carboxílicos não esterificados; $\sim 3200-3600\text{ cm}^{-1}$ estiramento da ligação O-H, referente a umidade absorvida pela amostra, devido à largura características da banda provocada pelas ligações de hidrogênio; $\sim 2900\text{ cm}^{-1}$ estiramento das ligações C-H (ZANELLA, 2013).



Fonte: Autoria própria (2025).

Cabe salientar que na região do grupo carbonila, verifica-se uma diferença marcante entre as amostras: a pectina comercial apresenta uma banda mais intensa em $\sim 1740\text{ cm}^{-1}$, característica do estiramento C=O dos grupos ésteres metílicos ($-\text{COOCH}_3$), o que indica um maior grau de metoxilação. A pectina comercial foi obtida de uma empresa que tem como objetivo produzir gelificantes e estabilizantes, e por isso é coerente que a amostra apresente alto grau de metoxilação.

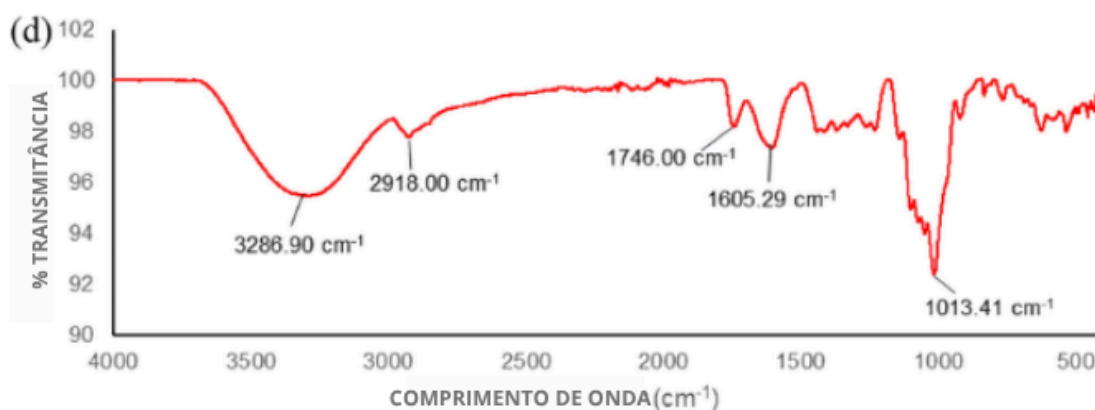
Em contrapartida, as amostras de pectina extraídas do maracujá e da laranja exibem essa banda com intensidade muito menor ou praticamente ausente, evidenciando uma baixa taxa de metoxilação (BTM). Tal resultado é compatível com a natureza das pectinas de baixo teor de metoxila, conforme esperado para as condições de extração utilizadas.

As bandas observadas nas amostras da pectina de maracujá e laranja são similares comparadas a uma amostra comercial, confirmando que as amostras são realmente pectinas. As pequenas variações podem se dar pela presença de água nas bandas $\sim 3200\text{--}3600\text{ cm}^{-1}$ (ligações O-H) devido à largura da banda ou impurezas que ficaram no processo de extração.

Para comparação com outras pectinas extraídas, um estudo de Kiew e colaboradores (2022) analisa a extração de pectina das cascas da laranja em

diferentes solventes. A análise de infravermelho da pectina extraída utilizando ácido cítrico pode ser observada na Figura 4.

Figura 4: Análise de Infravermelho da laranja na literatura.



Fonte: Journal of Food Measurement and Characterization (2022).

É possível observar que as bandas se assemelham muito às pectinas obtidas pelo trabalho e comercialmente, confirmando novamente a eficácia do método de extração e evidenciando a potencial prática de extração de pectina de resíduos agroindustriais.

3.4 UMIDADE

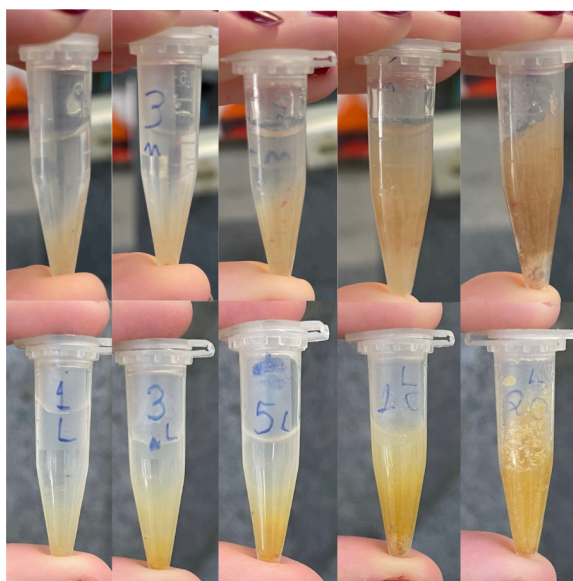
O estudo de Flinker e colaboradores (2011), se baseia na extração da pectina do albedo das cascas, utilizando ácido cítrico 0,75% em proporção 1:100. O teor de umidade obtido foi de 88% do maracujá-azedo e 73% da laranja pera. Ao comparar com o presente trabalho, foi obtido 92% de teor de umidade para a amostra da laranja, e 94% para a amostra do maracujá.

Ao analisar os dados obtidos, os valores distintos podem ser explicados por possíveis diferenças nos métodos de extração e secagem da pectina, a variação natural da fruta, como sua maturação e local de cultivo, e também diferença no método de determinação da umidade. Além disso, Flinker trabalhou somente com o albedo da casca, alterando a capacidade de retenção de água se comparada com a utilização da casca por inteiro, já que o albedo tem menor densidade de fibras e costuma não reter tanta água (Schröder; Clark; Sharrock; Hallett; MacRae, 2003).

3.5 ESTABILIDADE DO GEL

Após o experimento feito com as soluções em diferentes concentrações de pectina que foram levadas a centrifuga, percebeu-se que, como indica a figura 5, em que as amostras de cima são do maracujá e as de baixo da laranja. em ambas as pectinas, o gel teve a menor estabilidade nas concentrações de 1%, 3% e 5%. Já na solução de 10% (para ambas as pectinas), o gel permaneceu estável após a centrifugação, mantendo a textura firme e sem a separação do sobrenadante com o gel. Por fim, na solução de 20%, observou-se que a solução estava saturada, pois teve resíduo de pectina que não solubilizou com a água, já a porção em que a pectina solubilizou formou um gel firme, confirmando que o gel com diferentes percentuais de concentração de pectina em água tem de fato sua estabilidade alterada. A que mais se solubilizou, sem apresentar excesso de sobrenadante e menor quantidade de sólidos que não interagiram foi a de concentração 10%, em ambas as frutas.

Figura 5: Gel com pectina.



Fonte: Autoria própria (2025).

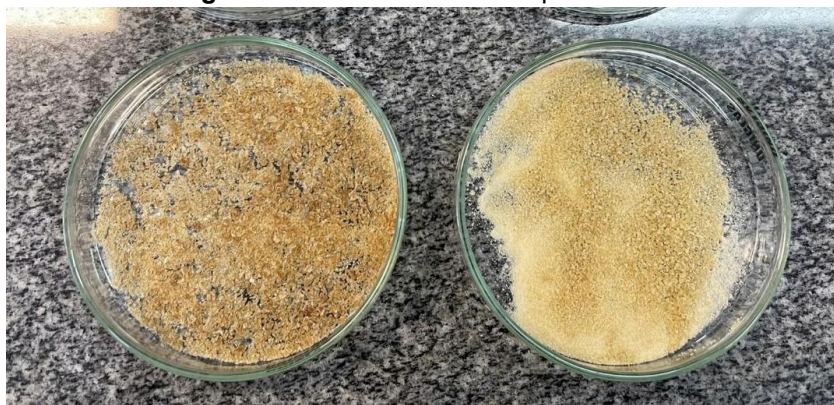
Com isso, podemos concluir que o gel é estável sob centrifugação a 2500 RPM, e que a concentração de 10%, dentre as testadas, apresentou melhor comportamento em relação à separação, sendo a mais eficaz na formação do gel estável. Alguns resultados semelhantes foram observados no artigo por Andrade e Brandão (1999), que destacam a influência das características estruturais da pectina

na formação de géis estáveis, mesmo após terem sido introduzidos na centrifugação.

3.6 ESTABILIDADE DA PECTINA EM PÓ

Para armazenamento, a pectina foi depositada em placas de petri fechadas e deixada no laboratório, em uma estante, por um intervalo de dois meses. Durante esse tempo, não houve mudanças visuais, como fungos ou bolores, mudanças de cor e nem de textura, como mostra a Figura 6.

Figura 6: Pectina extraída em pó.



Fonte: Autoria própria (2024).

Porém, foi observado que ela absorveu umidade, visto que ao pesá-la novamente depois de algumas semanas, sua massa não permaneceu constante, indicando a presença de água. Esse tipo de comportamento aparenta o caráter higroscópico da pectina em pó, o que pode afetar sua estabilidade ao longo do tempo dependendo do ambiente. Além disso, o risco de hidrólise espontânea e perda da capacidade de geleificante aumenta quando a umidade não é controlada (CANTERI; MORENO; SCHEER; WOSIACKI, 2012).

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A partir do presente trabalho, pôde-se concluir que a pectina pode ser extraída a partir das cascas da laranja e do maracujá, pelo método de extração químico. Além disso, a pectina pode ser caracterizada em relação ao grau de sua esterificação e às ligações envolvidas na sua estrutura pela análise do

infravermelho. Também, foi observada experimentalmente a sua capacidade gelificante.

Através das análises realizadas por espectroscopia do infravermelho, pode-se observar as bandas características das estruturas da pectina nas amostras extraídas (da laranja e do maracujá). Essas bandas foram comparadas aos dados da literatura científica, assim confirmando que de fato era pectina. Para uma melhor comparação, também foi analisada no infravermelho uma amostra de pectina comercial, cujo espectro apresentou bandas semelhantes às das pectinas extraídas, reforçando a eficiência do método de extração. Ambas tiveram as mesmas bandas visualizadas na análise de infravermelho, assim como a umidade percentual foi muito próxima entre as duas pectinas. Também, em relação à estabilidade do gel, em que ambas as amostras mais estáveis foram as de concentração de 10%.

Dessa forma, os resultados obtidos demonstram que a extração de pectina a partir de resíduos agroindustriais, como cascas de frutas, é uma alternativa viável e eficiente, contribuindo para o aproveitamento de subprodutos e incentivando práticas sustentáveis. Estudos futuros podem aprofundar a análise de pureza e aplicações tecnológicas da pectina extraída em diferentes indústrias, como a alimentícia e a farmacêutica.

REFERÊNCIAS

ABREMA. **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2023**. [s.l.], 2023. Disponível em:

https://abespb.com.br/wp-content/uploads/2023/12/Panorama_residuos_BR_2022.pdf. Acesso em: 15 de Julho. 2024.

ANDRADE, Cristina T.; BRANDÃO, Edimir M. **Influência de Fatores Estruturais no Processo de Gelificação de Pectinas de Alto Grau de Metoxilação**. RJ, 1999.

Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/po/a/Ctcl5Scsjd5J5zkWmpcrnkC/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 de Junho. 2025.

AKIN-AJANI, Olufunke D.; OKUNLOLS, Adenike. **Pharmaceutical Applications of Pectin Written By**. IntechOpen, 2021. Disponível em:

<https://www.intechopen.com/chapters/78624>. Acesso em: 11 de Junho. 2025.

BARAIYA, Khodidash; YADAV, Virendra Kumar; CHOUDHARY, Nisha; ALI, Daoud; RAIYANI, Daya; CHOWDHARY, Vibhakar A; ALOOPARAMPIL, Sheena; PANDYA, Rohan V; SAHOO, Dipak Kumar; PATEL, Ashish; TANK, Jigna G. **A Comparative Analysis of the Physico-Chemical Properties of Pectin Isolated from the Peels of Seven Different Citrus Fruits**. [s.l.], 2023. Disponível em:

<https://pmc.ncbi.nlm.nih.gov/articles/PMC10671531/>. Acesso em: 16 de junho. 2025.

BOMFIM, Fernanda de Souza Bastos Carvalho. **Estudo comparativo do ponto de fusão de ativos farmacêuticos do LAFEPE utilizando calorimetria exploratória diferencial - DSC e fusiômetro**. PE, [s.d.]. Disponível em:

<https://tcc.fps.edu.br/bitstream/fpsrepo/1380/1/fernanda%20de%20souza%20-%20farm%20a1cia.pdf>. Acesso em: 20 de Junho. 2024.

CAMPOS, Natália Alves. **Métodos de extração de pectina: uma revisão**. RO, 2021. Disponível em:

https://ri.unir.br/jspui/bitstream/123456789/3202/1/01_TCC_Natalia_Campos.pdf. Acesso em: 31 de Março. 2024.

CANTERI, Maria H. G.; MORENO, Lirian; SCHEER, Agnes de P.; WOSIACKI, Gilvan. **Pectina: da Matéria-Prima ao Produto Final**. PR, 2012. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/po/a/xFQbJ6HR3QrCpL6dT9PbVrz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 de Junho. 2025.

CANTERI, Maria HG. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Revista Polímeros**, Paraná, v. 22. n. 2. 2012. p. 149-157. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/po/a/xFQbJ6HR3QrCpL6dT9PbVrz/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 18 abr. 2024.

CUNHA, Pablyana Leila R da; PAULA, Regina Célia M de; FEITOSA, Judith PA. Polissacarídeos da biodiversidade brasileira: uma oportunidade de transformar conhecimento em valor econômico. **revista Química Nova**, Ceará, v. 32. n. 3. 2009. p. 649-660. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/6B3tdbxBNNzrvYvZHDKBtXQ/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 Jun. 2024.

DA SILVA, Gabriella Dias; LOCATELLI, Gabriel Olivo; DE FARO, Zelyta Pinheiro; FINKLER, Leandro; FINKLER, Christine. **EXTRAÇÃO E PRECIPITAÇÃO DE PECTINA DE LARANJA E MARACUJÁ**. Recife, PE, 2011. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/281935681_EXTRACAO_E_PRECIPITACAO_DE_PECTINA_DE_LARANJA_E_MARACUJA. Acesso em: 19 de junho. 2025.

DUWEE, Y. S.; KIEW, P. L.; YEOH, W. M. **Multi-objective optimization of pectin extraction from orange peel via response surface methodology: yield and degree of esterification**. Journal of Food Measurement and Characterization, 2022. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/358219913_Multi-objective_optimization_of_pectin_extraction_from_orange_peel_via_response_surface_methodology_yield_and_degree_of_esterification. Acesso em: 15 de junho. 2025.

ESPITIA, Paula Judith Pérez; DU, Wen-Xian; AVENA-BUSTILLOS, Roberto de Jesús; SOARES, Nilda de Fátima Ferreira; McHugh, Tara H. **Edible films from pectin: Physical–mechanical and antimicrobial properties – A review**. Food Hydrocolloids, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0268005X13001835>. Acesso em: 11 de Junho. 2025.

HAU, N. T.; NU, T. H. X; THUY, V. T; LINH, H. T. T; VAN, N. T. T. **The effects of extraction conditions on the yield of crude pectin extract from passion fruit (*Passiflora edulis* Sims.) and the application of the extract on jam forming ability**. Faculty of Chemical Engineering and Food Technology, Nong Lam University, Vietnã, 2022. Disponível em: <https://ctujs.ctu.edu.vn/index.php/ctujs/article/view/430/591>. Acesso em: 13 de junho. 2025.

JUNIOR, Miguel Jafelicci; VARANDA, Laudemir Carlos. **O mundo dos colóides**. Química Nova na Escola, 1999. Disponível em: <http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc09/quimsoc.pdf>. Acesso em: 11 de Junho. 2025.

LEOPOLDINO, Elder Correa. **Polímeros pós-modificados com grupos imidazol como catalisadores heterogêneos eficientes e reutilizáveis para a degradação de organofosforados**. SC, 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/229219/PQMC1004-T.pdf?sequence=-1&isAllowed=y>. Acesso em: 13 Dezembro. 2024.

LOPES, Wilson Araújo; FASCIO, Miguel. **Esquema para interpretação de espectros de substâncias orgânicas na região do infravermelho**. BA, 2004. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/btRKspWLW7Fh84r7NBDjgKD/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 11 dez. 2024

MARTINS, Cláudia Rocha; LOPES, Wilson Araújo; ANDRADE, Jailson Bittencourt de. Solubilidade das substâncias orgânicas. **Revista Química Nova**, Bahia, v. 36. n.

8. 2013. p. 1248-1255. Disponível em:
<https://www.scielo.br/j/qn/a/9q5g6jWWTM987mDqVFjnSDp/?format=pdf&lang=pt>.
Acesso 20 Jun. 2024.

MELO, Cilene Aparecida de Souza; DOMINGUES, Robson José de Souza; LIMA, Anderson Bentes de. **Elaboração de geis e estabilidade de medicamentos**. PA, 2018. Disponível em:
<https://paginas.uepa.br/eduepa/wp-content/uploads/2019/06/MANUAL-BASICO-GEI S.pdf>. Acesso em: 23 de Julho. 2024.

MONTEIRO, Reginaldo de Souza. **Caracterização de agentes gelificantes e avaliação de seus efeitos em sistema modelo de geleias de frutas de baixo valor calórico**. MG, 2017. Disponível em:
<https://www.repositorio.ufop.br/bitstreams/a8fb6b59-7b1b-4610-8c94-dfc7f2479dca/download>. Acesso em: 13 de Setembro. 2024

NASCIMENTO FILHO, W. B.; MELO FILHO, A. A.; DA SILVA, F. P.; HOLANDA, L. C.; SILVA, S. R.; DA SILVA, H. B. **Determinação do grau de esterificação da pectina de cascas de maracujás (Passiflora edulis, Passiflora alata e Passiflora quadrangularis) cultivados no estado de Roraima**. Associação Brasileira de Química, 2012. Disponível em:
<https://www.abq.org.br/cbq/2012/trabalhos/13/1368-12752.html>. Acesso em: 11 de Junho. 2025.

OLIVEIRA, Anderson do Nascimento. **PECTINAS DE CASCA DE MANGA (Mangífera indica L.) cv. UBÁ: OTIMIZAÇÃO DA EXTRAÇÃO, CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E AVALIAÇÃO DAS PROPRIEDADES ESPESSANTES E GELIFICANTES**. MG, 2013. Disponível em:
<https://1library.org/article/pectinas-constitui%C3%A7%C3%A3o-qu%C3%ADmica-e-e-strutura.7q0g0mgz>. Acesso em: 11 de Junho. 2025.

PERNICIOTTI, Nicole. **Tabela de teor de fibras nas frutas**. SP, 2023. Disponível em: <https://nutritotal.com.br/pro/material/tabela-de-teor-de-fibras-nas-frutas/>. Acesso em: 09 de Setembro. 2024.

PINHEIRO, Eloísa Rovaris. **Pectina do maracujá amarelo (Passiflora edulis flavicarpa): Otimização da extração com ácido cítrico e caracterização físico-química**. SC, 2007. Disponível em:
<https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/89913/241988.pdf?se>. Acesso em: 14 Dezembro. 2024.

QUIROGA, Ana Lúcia Barbosa. **Pectinas: hidrocolóides multifuncionais–texturizantes e estabilizantes**. SP, 2019. Disponível em:
<https://vogler.com.br/pectinas-hidrocoloides-multifuncionais-texturizantes-e-estabilizantes/>. Acesso em: 30 de Abril. 2024.

RODRIGUES, Diovana Dias. **Farinhas e pectinas oriundas de tangerina poncã (Citrus Reticulata Blanco) de diferentes regiões**. PR, 2020. Disponível em:
<https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/bitstream/1/24703/1/farinhaspectinascascasponc a.pdf>. Acesso em: 14 Dezembro. 2024.

SAID, N. S.; OLAWUYI, I. F.; LEE, W. Y. **Pectin Hydrogels: Gel-Forming Behaviors, Mechanisms, and Food Applications**. *Gels*, Basel, 2023. Disponível em: <https://www.thefreelibrary.com/Pectin+Hydrogels%3a+Gel-Forming+Behaviors%2c+>. Acesso em: 20 de junho. 2025.

SANTOS, Lídyá Beatriz. **Caracterização Térmica de Sacarose de Cana-de-Açúcar: Amostras de Padrão de Referência, Comercial e Purificada**. SP, 2011. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/3bfc65cb-372f-473c-9482-bbb408bf0b70/content>. Acesso em: 17 Dezembro. 2024.

SCHRÖDER, Roswitha; CLARK, Christopher J.; SHARROCK, Keith; HALLETT, Ian C.; MACRAE, Elspeth A. **Pectins from the albedo of immature lemon fruitlets have high water binding capacity**. *Journal of Plant Physiology*, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0176161704705982?via%3Dihub>. Acesso em: 11 de Junho. 2025.

SILVA, Ademir. **Espectroscopia no infravermelho - Parte 1**. Juiz de Fora: Universidade Federal de Juiz de Fora, 2013. Disponível em: <https://www.google.com/url?q=https://www2.ufjf.br/quimicaead/wp-content/uploads/sites/224/2013/05/ESPECTROSCOPIA-NO-INFRAVERMELHO-PARTE1.pdf&sa=D&source=docs&ust=1750124087744539&usg=AOvVaw1UVp-JALv3I47J3W1Qy6V2>. Acesso em: 20 de junho. 2025

SILVA, Juliana Resende Gonçalves. **Pharmaceutical Applications of Pectin** Written By. **ESTUDO FÍSICO-QUÍMICO DA FARINHA E PECTINA DO MESOCARPO DO MARACUJÁ E REOLÓGICO DE GEIS DE SISTEMAS-MODELO**, 2018. Disponível em: https://uenf.br/posgraduacao/producao-vegetal/wp-content/uploads/sites/10/2023/03/JULIANA-RESENDE-LIBERADA.pdf?utm_source=chatgpt.com. Acesso em: 11 de Junho. 2025.

VIDAL, Cristine Soares. **Desenvolvimento de uma metodologia modelo para obtenção de polissacarídeos de parede celular de resíduos agroindustriais**. CE, 2020. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1130975/1/TS2020.026.pdf>. Acesso em: 25 de Julho. 2024.

VIEIRA, Beatriz de Cássia. **Extração e quantificação da pectina da casca da banana**. SP, 2019. Disponível em: <https://cepein.femanet.com.br/BDigital/arqTccs/1611430139.pdf>. Acesso em: 25 de Julho. 2024.

VIEIRA, Guilherme. **FTIR: entenda como funciona a técnica**. [s.l.], 2023. Disponível em: <https://c2lab.com.br/ftir-entenda-como-funciona-a-tecnica/>. Acesso em: 18 de Dezembro. 2024.

ZANELLA, Karine. **EXTRAÇÃO DA PECTINA DA CASCA DA LARANJA-PERA (Citrus sinensis L. Osbeck) COM SOLUÇÃO DILUÍDA DE ÁCIDO CÍTRICO**. SP, 2013. Disponível em: <https://repositorio.unicamp.br/Busca/Download?codigoArquivo=476787>. Acesso em: 18 Dezembro. 2024.

ZANIN, Tatiana. **Pectina: o que é, para que serve e como preparar em casa**. RJ, 2020. Disponível em: <https://www.tuasaude.com/pectinas/>. Acesso em: 31 de Março. 2024.

ZARO, Marcelo. **Desperdício de alimentos**. RGS, 2018. Disponível em: <https://www.ucs.br/site/midia/arquivos/e-book-desperdicio-de-alimentos-velhos-habitos.pdf>. Acesso em: 09 de Setembro. 2024.