

**Extração da pectina de cascas de frutas e análises para produção de
gelificantes**

BRUNA ROMIG
CAROLINE REITZ
HAIKA DE GODOY
JÉSSICA DE OLIVEIRA SILVA
ZAIRA TAUANE DOPKE

JARAGUÁ DO SUL
2024

BRUNA ROMIG
CAROLINE REITZ
HAIKA DE GODOY
JÉSSICA DE OLIVEIRA SILVA
ZAIRA TAUANE DOPKE

**Extração da pectina de cascas de frutas e análises para produção de
gelificantes**

Projeto de pesquisa desenvolvido no eixo
formativo diversificado “Conectando Saberes” do
curso Técnico em Química integrado ao ensino
médio do Instituto Federal de Santa Catarina –
Câmpus Jaraguá do Sul.

Orientadora: Ana Paula Duarte Souza.

JARAGUÁ DO SUL

2024

SUMÁRIO

1 TEMA.....	3
2 DELIMITAÇÃO DO TEMA.....	3
3 PROBLEMA DE PESQUISA.....	3
4 HIPÓTESES.....	4
5 OBJETIVOS.....	4
5.1 OBJETIVO GERAL.....	4
5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	4
6 JUSTIFICATIVA.....	5
7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA.....	6
7.1 PECTINA.....	7
7.1.1 Grau de metoxilação.....	9
7.2 GELIFICANTES.....	10
7.3 MÉTODO DE EXTRAÇÃO.....	12
8 METODOLOGIA.....	13
9 CRONOGRAMA.....	16
REFERÊNCIAS.....	17

1 TEMA

Extração de pectina das cascas do maracujá azedo (*Passiflora edulis Sims*), da banana-caturra (*Musa acuminata*) e da laranja-pera (*Citrus sinensis*) para desenvolvimento de gelificantes.

2 DELIMITAÇÃO DO TEMA

Análise das propriedades físico-químicas da pectina extraída da casca do maracujá azedo, da laranja-pera, da banana-caturra, e dos gelificantes produzidos a partir delas se possível.

3 PROBLEMA DE PESQUISA

No dia a dia é comum separar o lixo doméstico em duas partes, reciclável e orgânico. O primeiro, é composto por plásticos, vidros, alumínio e dentre outros materiais que podem ser reutilizados. Já os resíduos orgânicos são materiais de origem biológica derivados da vida vegetal ou animal que não tenham nenhuma destinação adequada.

Segundo dados recentes da Associação Brasileira de Resíduos e Meio Ambiente (2022), o Brasil produziu aproximadamente 77,1 milhões de toneladas de resíduos sólidos urbanos (RSU). Isso corresponde a cerca de 211 mil toneladas por dia, ou aproximadamente 380 kg de RSU por pessoa ao longo do ano, considerando que, em média, cada brasileiro gerou 1,04 kg de RSU diariamente. No entanto, mais da metade desses resíduos são de origem orgânica e são frequentemente descartados de maneira inadequada, trazendo sérios problemas ambientais (ABREMA, 2023).

A disposição de resíduos orgânicos é de responsabilidade dos municípios, que devem implementar sistemas de compostagem ou outras formas de aproveitamento desses materiais. Até 2021, apenas cerca de 2% dos resíduos orgânicos no Brasil eram compostados e o restante era enviado para aterros sanitários e lixões. Esse descarte inadequado compromete a saúde da comunidade e afeta a fauna e a flora próximas a esses locais. Adoções de práticas como o

reaproveitamento de cascas, sementes, folhas e talos podem contribuir para a redução do lixo orgânico e ainda gerar adubo para as plantas, promovendo uma alimentação mais diversificada e nutritiva (LANA; PROENÇA, 2021).

Como uma ideia de reaproveitamento, foi pesquisado o que seria possível fazer com restos de cascas de frutas. A partir delas pode ser extraída a pectina, uma fibra que se dissolve facilmente em água e cria uma consistência viscosa, amplamente utilizada na produção de gelificantes e estabilizantes na indústria alimentícia (CANTERI, 2012).

Com isso, chegou-se ao questionamento: é possível extrair pectina das cascas de frutas jogadas fora sem nenhum uso e através delas produzir gelificantes?

4 HIPÓTESES

- A pectina extraída da casca da banana pode ser a com maior rendimento entre as frutas que serão trabalhadas.
- Dos gelificantes produzidos, aquele presente na casca do maracujá apresentará maior estabilidade.
- As características químicas e físicas de cada pectina extraída serão diferentes.

5 OBJETIVOS

5.1 OBJETIVO GERAL

Extrair a pectina presente nas cascas do maracujá azedo, banana-caturra e laranja-pera, para analisar suas propriedades e produzir gelificantes a partir delas.

5.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar a extração da pectina da casca do maracujá, da banana e da laranja pelo método de extração químico.
- Analisar a eficiência das extrações e correlacionar com a quantidade de pectina desejada.

- Efetuar testes na pectina extraída e nos gelificantes (se possível).
- Avaliar as características físico-químicas da pectina obtida e dos gelificantes (se for possível produzir) a partir de cada fruta.

6 JUSTIFICATIVA

O tema foi escolhido com base em observações sobre os problemas causados pelo descarte inadequado de materiais orgânicos. Os resíduos orgânicos incluem restos de alimentos, como cascas de frutas, ovos, verduras, carne, ossos, galhos, folhas, entre outros. O descarte inadequado desses materiais pode trazer impactos ambientais e sociais significativos. Destaca-se, entre eles, o chorume, um líquido poluente de cor escura e alta concentração de matéria orgânica, que pode contaminar o solo e os lençóis freáticos. Além disso, o chorume libera maus odores, favorece a proliferação de organismos transmissores de doenças, como insetos e roedores, e emite metano, um gás de efeito estufa que contribui para o aquecimento global (LANA; PROENÇA, 2021).

Os dejetos orgânicos podem ser reaproveitados e reutilizados de várias maneiras, reduzindo a disposição inadequada de lixo orgânico. Uma opção é o reaproveitamento das cascas de frutas. Elas podem ser utilizadas como adubo na compostagem, mas também podem ser empregadas na extração de pectina (ZANIN, 2020).

Considerando que se trata de um material de descarte, a pesquisa abordará um aspecto de sustentabilidade, uma temática que está em destaque no atual debate e desenvolvimento, refletindo uma realidade cotidiana. Optou-se por trabalhar com três tipos diferentes de frutas: maracujá, banana e laranja. Essas frutas, teoricamente, apresentam propriedades físico-químicas diversificadas, o que pode auxiliar no cumprimento dos objetivos e hipóteses da pesquisa.

De acordo com Campos (2021), a extração pelo método químico aplicado à casca de banana resultou em um rendimento de 51%. Essa fruta foi escolhida por apresentar um dos maiores rendimentos no método desejado e por ser predominante e de fácil acesso em Jaraguá do Sul-SC e redondezas. Embora outras frutas tenham mostrado um bom rendimento, elas não eram familiares e não haveria fácil acesso a elas. Assim, foram selecionadas a laranja, com rendimento de 30%, e o maracujá, com 14%. Porém, como é amplamente conhecido, existem

várias qualidades de cada fruta, e para os testes serão utilizadas a banana-caturra, 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.

7 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

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).

A produção desses resíduos é uma consequência natural dos atos humanos, praticados tanto na área agrícola quanto na urbana. Nas áreas rurais eles são frequentemente produzidos pela agricultura e pecuária. Já nas áreas urbanas são descartadas por cozinhas domésticas ou por estabelecimentos e empresas de alimentação (ZARO, 2018).

Com o aumento significativo da produção de resíduos, ocorrem consequências negativas para o meio ambiente, como a liberação de gases do efeito estufa, produção de chorume e contaminação de solo e águas subterrâneas. Para tentar diminuir esse problema e ajudar o meio ambiente, pode-se reutilizar cascas de frutas não somente para compostagem, mas também para extrair uma fibra que com suas propriedades e características pode ser capaz de produzir gelificantes (substâncias que dão textura de gel para alimentos), que são muito utilizados nas indústrias de alimentos (LANA; PROENÇA, 2021).

Existem diferentes espécies das frutas, e suas cascas são ricas em fibras, podendo conter pectina, gomas, beta-glucanas, celulose, hemicelulose e lignina. A banana é uma das frutas mais produzida no Brasil e de acordo com dados dos estudos da nutricionista Perniciotti (2023), uma porção de 100g de banana contém

2,6g de fibras totais, e dentro desse valor 0,6g é de pectina. Já uma porção de 100g de laranja contém cerca de 2,4g de fibras totais, e 0,8g é de pectina. Por fim, uma porção de 100g de maracujá contém cerca de 1,1g de fibras totais. Porém, como toda fruta possui mais de um tipo de fibra, para fazer somente a extração da pectina é necessário utilizar um dos métodos de extração, os quais serão citados ao longo da pesquisa (GONÇALVES, 2020).

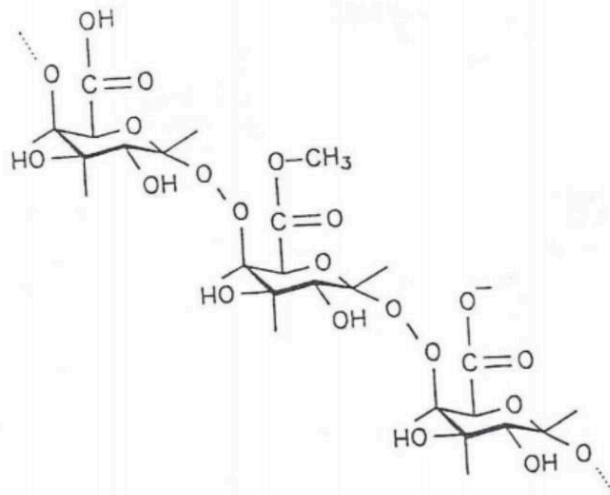
7.1 PECTINA

A palavra "pectina" deriva do grego antigo *pectos*, que significa "gelatinizado" ou "solidificado" (WANKENNE, 2014 *apud* VIEIRA, 2019). 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

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).



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

A pectina, quando associada com celulose e hemicelulose, forma protopectina nos tecidos vegetais. A protopectina, insolúvel em água, é encontrada em tecidos vegetais, é facilmente hidrolisada por aquecimento em meio ácido, transformando-se em pectina (PEREDA, 2005 *apud* CAMPOS, 2021).

Segundo estudos de Damodaram, Fennema e Parkin (2010 *apud* VIEIRA, 2019), as moléculas presentes nas paredes celulares e camadas intercelulares das plantas, a partir das quais as pectinas comerciais são extraídas, são mais complexas e são convertidas em galacturonoglicanos metilesterificados durante a extração com ácido. A quantidade de pectina presente nas frutas varia conforme o tipo de fruta e o estágio de maturação, sendo que as principais fontes ricas em pectina são as frutas cítricas e maçã (GAVA, 1998 *apud* VIEIRA, 2019).

O ácido galacturônico constitui a maior parte da composição da pectina. De acordo com 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, forma a molécula grande de pectina (BRAGANTE, 2009).

Segundo Paiva, Lima e Paixão (2009), a pectina é de extrema importância na tecnologia e no processamento de alimentos. Esses fatores estão associados à:

sua função de conferir firmeza, retenção de sabor e aroma, bem como ao seu papel como hidrocoloide na dispersão e estabilização de diversas emulsões. A formação de gel é a principal característica funcional da pectina e depende essencialmente das características do meio: pH, teores de sólidos solúveis e cátions divalentes, além de depender dos níveis de pectinas e do seu grau de metoxilação.

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).

7.1.1 Grau de metoxilação

O grau de metoxilação ou esterificação² (GM) é determinado pela quantidade de grupos carboxílicos (COOH) em uma molécula de pectina que foram esterificados com metanol (CH₃OH), o que caracteriza o GM. 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').

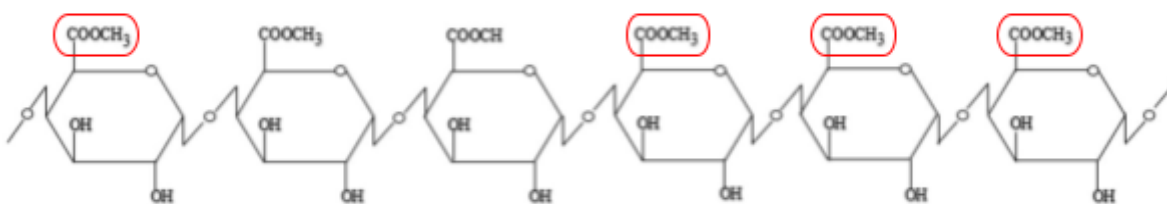
Quando a pectina apresenta uma alta taxa de metoxilação (ATM), possui um GM superior a 50%. Isso significa que uma grande parte de grupos carboxílicos do ácido galacturônico foram esterificados. Isto é, mais da metade dos grupos carboxílicos transformados em ésteres metílicos (COOCH₃). Por outro lado,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

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

galacturônico estão esterificados. Ou seja, menos da metade dos grupos carboxílicos foram transformados em ésteres metílicos (COOH).

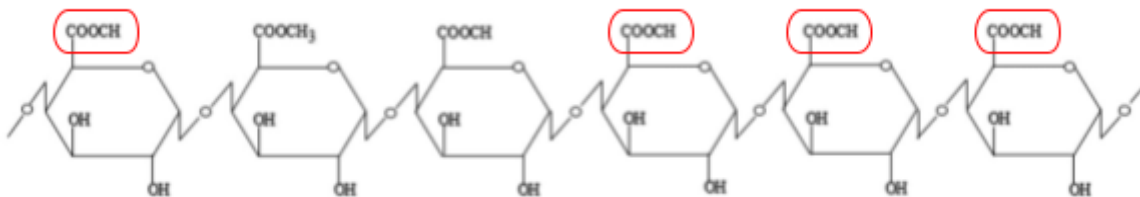
Decorrente da ATM as pectinas têm mais capacidade de formar gelificantes devido à concentração de açúcar, isso ocorre devido à estabilização por interações hidrofóbicas do grupo éster³ metílico e por formação de ligações de hidrogênio. Em comparação, a BTM se estabiliza pela interação de grupos carboxílicos e íons divalentes, mais comum o uso de cálcio (Ca^{+2}), e na ausência de açúcar acaba formando géis estáveis. Além dos efeitos ATM na formação de géis, fatores como a idade da planta, a sua localização específica no tecido vegetal e os métodos a serem utilizados para extração podem ocasionar mudanças significativas no processo de gelificação. A seguir será apresentado (figura 2 e figura 3) as estruturas de pectina com alta metoxilação e de baixa metoxilação (QUIROGA, 2019).

Figura 2: Pectina de alta metoxilação



Fonte: (THARANATHAN, 2003 *apud* CAMPOS, 2021)

Figura 3: Pectina de baixa metoxilação



Fonte: (THARANATHAN, 2003 *apud* CAMPOS, 2021)

7.2 GELIFICANTES

De acordo com Monteiro (2017) Agentes gelificantes são moléculas hidrofóbicas, de alta massa molar, que apresentam a propriedade de reter moléculas

³ São compostos formados pela reação entre um ácido carboxílico e um álcool, chamada esterificação, ou seja, possuem o grupamento carbonila (C=O) ligado a um grupamento alcóxido (RO⁻) (COSTA et al., 2004 *apud* CALVALCANTE; SILVA; FREITAS; FREITAS; FILHO, 2024).

de água, modificando as características físicas do sistema. O agrupamento de cadeias de pectina leva a formação de uma estrutura tridimensional, e isso acontece a partir do momento em que o polímero é dissolvido completamente, resultando na construção de um gel. Ou seja, trata-se de um arranjo com grandes sequências regulares, as quais se interrompem ao acrescentar os ramos e ramificações na cadeia, e por consequência, dois arranjos se sobrepõem mutuamente e interagem entre si (MONTEIRO, 2017).

Conforme as quantidades e características específicas de pectina, é possível ter variações físico-químicas no resultado do gel, tendo em vista que a pectina é um agente de gelificação a qual dá textura aos produtos alimentício alguns fatores que influenciam nesse processo de gelificação e a temperatura, pois ao esfriar qualquer tipo de solução contendo a pectina, a agitação das moléculas diminui, o que condiciona as moléculas a se agruparem em cadeias de pectina resultando em um gel. Relacionando a temperatura com o grau de esterificação notamos que a pectina com alto grau de esterificação (ATM) gelifica em temperaturas mais altas, e a de baixo grau de esterificação (BTM) em temperaturas mais baixas (USP, 2012).

O efeito que o açúcar tem sobre a gelatinização do amido refere-se ao seu uso em doces como pudim e em recheios para tortas preparadas com amido. Ao utilizarmos um excesso de açúcar, formam-se geis mais transparentes e macios, podendo resultar até mesmo na formação de um xarope. Quando se adiciona um sólido solúvel nas pectinas, como a sacarose, ocorre uma redução na atividade de água. Isso diminui a quantidade de água livre disponível para solvatar o polissacarídeo, o que, por sua vez, intensifica as interações hidrofóbicas entre os grupos ésteres metílicos (BRAGANTE, 2009).

Já a utilização do ácido nos produtos não causa mudanças tão perceptíveis além do gel, ficar mais espesso ou se gelatinizar da maneira adequada. Tratando de uma maneira mais científica temos que o pH ácido nas pectinas causa a protonação que seria o excesso de H^+ nos grupos carboxílicos, o que resulta na diminuição da repulsão eletrostática entre essas cadeias, facilitando a formação de ligações de hidrogênio, que são ligações de hidrogênio ligadas a FON (flúor, oxigênio e nitrogênio) (BRAGANTE, 2009).

7.3 MÉTODO DE EXTRAÇÃO

Durante os anos, diversas metodologias de extração de pectina de fontes vegetais foram criadas. O processo de extração da pectina vai depender de características da própria pectina, como a solubilidade e a hidrólise⁴ da protopectina da parede celular (ADENTUNJI; ADEKUNLE; ORSAT, 2017 *apud* CAMPOS, 2021).

São diversos os métodos de extração, como o químico, físico, enzimático ou até a junção deles, e a escolha do método vai variar conforme a matéria-prima utilizada. Cada um deles atua na estrutura química da pectina, o que influencia diretamente nas características funcionais da pectina, como a capacidade de formar geis. Por isso, a escolha do método de extração não deve depender somente do rendimento, mas também da qualidade (NASCIMENTO, 2014 *apud* CAMPOS, 2021).

O método físico é um dos métodos utilizados, e obtém grande vantagem quando se trata de conservar as propriedades químicas da pectina, além de apresentar um processo de extração mais rápido. Ele pode ser feito de diversas maneiras, sendo a mais comum utilizando o micro-ondas, considerada rápida se comparada com outros métodos físicos. Sua eficiência vai depender de fatores como o tamanho da partícula, a temperatura, tempo de radiação e potência (BOURAS, 2015 *apud* CAMPOS, 2021).

Outro método, comumente utilizado em cascas e sementes mais resistentes, é o enzimático. Ele utiliza enzimas para obter uma maior permeabilidade na parede celular das cascas ou sementes e, assim, alcançar rendimentos de extração maiores (CAMPOS, 2021).

Por último, o método químico (escolhido para ser executado no presente projeto) que pode ser realizado adicionando ácidos e/ou bases minerais fortes. Há vários fatores que influenciam diretamente no processo de extração, como o pH, temperatura de extração e tempo, que por consequência interferem nas características das pectinas extraídas (grau de metoxilação, teor do ácido galacturônico e outras propriedades) (VASCONCELOS, 2019; PAGAN et al., 2001 *apud* CAMPOS, 2021).

O método químico é o mais utilizado pelas empresas, no qual resulta em pectinas com alto grau de esterificação. Já a extração em meio básico resulta em

⁴ “Baseia-se na decomposição dos íons de uma substância por intermédio dos íons da água”, podendo ser em meio ácido ou básico (FORTE; PACHECO; QUEIROZ, 2019).

pectinas com baixo grau de esterificação por conta da saponificação⁵ dos ésteres (NASCIMENTO, 2014 *apud* CAMPOS, 2021).

8 METODOLOGIA

O método químico é composto por alguns procedimentos, e pode ser separado em três etapas principais: extração da matéria-prima, purificação do extrato líquido e separação da pectina do extrato (CAMPOS, 2021). Os procedimentos são previamente mostrados na figura 4.

Figura 4: Processo de extração de pectina utilizando o método químico



Fonte: Elaborado pelas autoras (2024).

A pectina será extraída utilizando o ácido cítrico (ácido orgânico), com um pH próximo a 2,0. Durante o aquecimento, o ácido romperá as paredes celulares dos frutos, hidrolisando a protopectina e solubilizando as substâncias pécticas⁶, o que aumentará o rendimento da extração. Após o aquecimento, o extrato será resfriado para facilitar a filtração do líquido. Em seguida, será adicionado etanol, que ajudará

⁵ Consiste em uma reação entre um ácido graxo (óleo) que reage com uma base forte, produzindo glicerol e um sal de ácido graxo. Portanto, esse sal possui uma parte hidrofóbica (cadeia carbônica longa) e uma parte hidrofílica (grupo carbonila), permitindo-lhe dissolver em gordura e água (PASSOS; ROSSITO; GODINHO; SANTOS, s.d.).

⁶ “As substâncias pécticas constituem uma família de oligossacarídeos e polissacarídeos, presentes nas paredes celulares das plantas contribuindo na integridade e rigidez do tecido” (GOMES; BARROSO; MONTEIRO; MOURÃO, 2020).

na precipitação da pectina ao reduzir sua solubilidade em água e desidratá-la, fazendo com que a pectina se precipite (CAMPOS, 2021).

O próximo passo consistirá em realizar uma nova filtração seguida de uma primeira lavagem com mais etanol. Nesta etapa, o etanol não só precipitará a pectina, mas também removerá impurezas hidrossolúveis, como açúcares e ácidos, purificando o produto final. A segunda lavagem será feita com acetona, que desidratará ainda mais a pectina devido à sua alta capacidade de absorver água. Isso facilitará a remoção de qualquer resíduo aquoso e impurezas não eliminadas na lavagem com etanol. Além disso, a acetona removerá o etanol restante, contribuindo para uma secagem mais eficiente da pectina. Finalmente, a pectina será secada em estufa para eliminar qualquer solvente residual, resultando em um produto final em pó (CAMPOS, 2021).

Após a extração ser concluída, tendo obtido a pectina em pó, esta será analisada por meio de alguns métodos químicos e físicos para observar se o pó obtido é realmente apenas pectina. Uma dessas análises será a de pH, que na realidade será feita não após, mas sim antes da extração. A análise de pH proporciona um papel fundamental para o controle do rendimento. Uma das formas mais utilizadas pela indústria é reduzir o pH já no início do processo de extração, resultando em bons rendimentos. Porém, deve-se ter atenção para não causar um abaixamento muito extremo do pH, pois poderá afetar a reação e acelerar a degradação dos polímeros e a desesterificação da pectina (CHO; HWANG, 2000; YAPO et al., 2007 *apud* CAMPOS, 2021).

Além disso, há a análise da viscosidade. A medida da viscosidade refere-se à resistência que substâncias líquidas apresentam ao processo de deslizamento de suas moléculas umas sobre as outras, ou seja, à sua fluidez. Testes como viscosimetria podem ser empregados para medir a viscosidade do gelificante em diferentes concentrações e condições.

Outra análise que será realizada é a de solubilidade, que segundo os pesquisadores Martins, Lopes e Andrade (2013), pode ser definido como a quantidade de soluto que dissolve em uma determinada quantidade de solvente, em condições de equilíbrio. Esse processo de solubilização resulta da interação entre o soluto, sendo a espécie que se deseja solubilizar (neste caso da própria pectina) e o solvente, espécie que será usada para dissolver.

As análises do ponto de fusão também serão realizadas, que consiste em uma dada temperatura em que uma substância passa do estado sólido para o estado líquido. Em uma determinada pressão, o ponto de fusão de uma substância é um valor constante, agente característico de uma substância pura, e por isso a sua determinação constitui um dos métodos pelo qual se torna possível calcular o grau de pureza desta substância (SOUZA, 2014).

Uma análise de extrema importância para verificar se o pó obtido é realmente pectina, é a análise do infravermelho, que fornece evidências da presença de grupos funcionais presentes na estrutura de substâncias, podendo ser usada para identificar um composto ou observar sua composição química. Para realizar as medidas, a radiação no infravermelho passa através da amostra, é comparada com aquela transmitida na ausência de amostra e o espectrômetro registra o resultado na forma de bandas de absorção. A região do espectro eletromagnético de maior interesse para esta técnica se encontra entre 4000 a 400 cm^{-1} (ASTUTO; YATSUZUKA, s.d.).

É importante também realizar a análise do teor de umidade, pois o teor de umidade pode afetar a estabilidade e a qualidade do gelificante. Essa análise pode ser feita por um método chamado direto, em que a água é retirada do produto, normalmente por processo de aquecimento, e o teor de umidade é calculado pela diferença de massa das amostras no início e ao final do processo. Esta diferença corresponde à quantidade de água retirada. Devido à sua maior credibilidade, os métodos diretos são empregados como padrão para a aferição de outros procedimentos. Fazem parte desta classificação os métodos de estufa, destilação, infravermelho e Karl Fisher (PUZZI, 1986 *apud* VALENTINI; CASTRO; ALMEIDA, 1998).

É coerente fazer também a análise de estabilidade na pectina (a pectina após a extração, em pó), para assegurar a sua qualidade como produto final. Segundo Melo, Domingues e Lima (2018), os testes são feitos para estabelecer o prazo de validade da fórmula, além de indicarem as condições mais adequadas para o armazenamento. O estudo da estabilidade viabiliza indicações sobre o comportamento do produto, em determinado intervalo de tempo, frente às condições ambientais a que possa ser submetido, desde a fabricação até o término da validade. Através do caráter de estabilidade de um produto é possível avaliar seu desempenho, sua eficácia, além de sua aceitação pelo consumidor. Há alguns critérios de avaliação requeridos para os estudos de estabilidades, os principais

deles são: critérios relacionados à percepção sensorial (como aparência, coloração, aroma e sabor, quando aplicável), características físico-químicas (tais como pH, viscosidade, densidade, e em certos casos, a análise dos ingredientes da formulação) e aspectos microbiológicos (MELO; DOMINGUES; LIMA, 2018).

Após essas etapas, todos os dados coletados serão analisados, incluindo o rendimento da pectina extraída e os resultados dos testes. Esses dados serão comparados com estudos de outros pesquisadores e se possível será produzido gelificantes a partir de cada fruta. Vale ressaltar que em alguns procedimentos a metodologia poderá ser adaptada por conta da falta de reagentes, equipamentos, etc.

9 CRONOGRAMA

Para o atual projeto de pesquisa, foram criados cronogramas com todas as etapas necessárias para dar-se continuidade na sua execução, como levantamento bibliográfico, escrita do artigo, realização da parte experimental, análise de dados que serão coletados, entrega e apresentação.

2024.1	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO
Levantamento bibliográfico	X	X	X	X	X	X	X
Análise de fontes				X	X	X	X
Escrita do artigo		X	X	X	X	X	X
Entrega							X
Apresentação							X

2024.2	AGO	SET	OUT	NOV	DEZ
Aprofundamento bibliográfico	X	X	X	X	
Realização da parte	X	X	X	X	

experimental					
Análise dos dados parciais			X	X	
Escrita do artigo			X	X	X
Entrega					X
Apresentação					X

2025.1	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL
Revisão bibliográfica				X	X	X
Realização parte experimental	X	X	X	X		
Análise dos dados finais			X	X	X	X
Escrita do artigo				X	X	X
Entrega final						X
Apresentação final						X

REFERÊNCIAS

ABREU, Marlon de Freitas. **Síntese de agentes gelificantes orgânicos de baixo peso molecular com propriedades de autorreconhecimento e automontagem**. RJ, 2008. Disponível em:

https://ead.uenf.br/moodle/pluginfile.php/9417/mod_resource/content/2/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Marlon.pdf. Acesso em: 19 de Abril. 2024.

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.

ASTUTO, Victor Basile Bel.; YATSUZUKA, Rebeca Me. **Espectroscopia de infravermelho - IV**. SP, [s.d.]. Disponível em:

https://ca2.iq.usp.br/paginas_viewc523.html?idPagina=14. Acesso em: 30 de Setembro. 2024.

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%20c3%a1cia.pdf>. Acesso em: 20 de Junho. 2024.

BRAGANTE, AG. **Pocesso de gelificação em alimentos**. [s.l.], 2009. Disponível em:

https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3275062/mod_resource/content/1/Bragante2009%20Processo%20de%20Gelifica%C3%A7%C3%A3o%20em%20Alimentos.pdf. Acesso em: 30 de Abril. 2024.

CALVALCANTE, Phelipe Matheus Moraes; SILVA, Renato Luiz da; FREITAS, Jucleiton José Rufino de; FREITAS, Juliano Carlo Rufino de; FILHO, João Rufino de Freitas. **Proposta de preparação e caracterização de ésteres: um experimento de análise orgânica na graduação**. PE, 2015. Disponível em: <https://www.elsevier.es/es-revista-educacion-quimica-78-pdf-S0187893X15000531>. Acesso em: 02 de Agosto. 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 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.

DEQUI, Melissa. **Prática: líquidos: determinação da viscosidade**. [s.l.], [s.d.]. Disponível em: http://professor.ufop.br/sites/default/files/melissadequi/files/pratica_viscosidade.pdf. Acesso em: 20 de Junho.

FORTE, Cristiane Maria Sampaio; PACHECO, Luisa Célia Melo; QUEIROZ, Zilvanir Fernandes de. **Química analítica I**. CE, 2019. Disponível em: <file:///C:/Users/REMAKKER/Downloads/Livro%20Qu%C3%ADmica%20Analitica%20I.pdf>. Acesso em: 02 de Agosto. 2024.

FREITAS, Elon Ferreira de. **Reação de esterificação e de biginelli via catálise por polioxometalatos impregnados em zeólita y**. MG, 2020. Disponível em: <file:///C:/Users/REMAKKER/Downloads/reacao-de-esterificacao-e-de-biginelli-via-cat%C3%A1lise-por-polioxometalatos-impregnados-em-zeolita-y.pdf>. Acesso em: 02 de Agosto. 2024.

GOMES, Juliane Tavares; BARROSO, Adenilson de Sousa; MONTEIRO, Carlos Diego Almeida; MOURÃO, Rosa Helena Veras. Extração de substâncias pécicas do mesocarpo de *Passiflora nitida* Kunth. Passifloraceae. **Revista Fitos**, Rio de Janeiro, v. 14. n. 1. 2020. p. 76-87. Disponível em: file:///C:/Users/REMAKKER/Downloads/juliane_tavares_et_all.pdf. Acesso em: 10 de Setembro. 2024.

GONÇALVES, Fabiana. **Maracujá ajuda a acalmar, mas não só: confirma mais 6 benefícios**. [s.l.], 2020. Disponível em: <https://www.uol.com.br/vivabem/noticias/redacao/2020/05/13/maracuja-ajuda-a-acalmar-mas-nao-so-confira-mais-6-beneficios.htm#:~:text=O%20maracuj%C3%A1%20%C3%A9%20fonte%20de,apenas%2068%20calorias%20na%20por%C3%A7%C3%A3o>. Acesso em: 18 de Junho. 2024.

LANA, Milza Moreira; PROENÇA, Lúcio Costa. **Resíduos orgânicos**. DF, 2021. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/225485/1/HDJF-04-Residuos-Organicos-2021.pdf>. Acesso em: 18 de Abril. 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-GEIS.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

PAIVA, Emmanuela P; Lima, Marianne S; PAIXÃO, Jose A. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista Iberoamericana de polímero**, Pernambuco, v. 10. n. 4. 2009. p. 196-211. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/4660150/mod_resource/content/1/Paiva2009%20Polimeros%20da%20parede%20celular_%20import%C3%A2ncia.pdf. Acesso em: 19 abr. 2024.

PASSOS, Amanda Vieira dos; ROSSITO, Eduardo Augusto; GODINHO, João Gabriel dos Santos; SANTOS, Maria Eduarda de Oliveira dos. **Relatório _1 de laboratório. Ligações químicas e reações químicas I**. SP, [s.d.]. Disponível em: file:///C:/Users/REMAKKER/Downloads/Relat%C3%B3rio_1%20LQRQ%20-%20Sap

onifica%C3%A7%C3%A3o%20em%20120224%20v1.pdf. Acesso em: 02 de Agosto. 2024.

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.

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.

REBELLO, Ligia Portugal Gomes. **Avaliação de compostos fenólicos, extração e caracterização de pectina em farinha de casca de banana**. MG, 2013. Disponível em: <https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/485/1/texto%20completo.pdf>. Acesso em: 30 de Abril. 2024.

SANTOS, Keyla Jeane Silva dos. **Material botânico para diferenciação de monocotiledônea e dicotiledônea no mundo das angiospermas**. AM, 2021. Disponível em: <http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/bitstream/riuea/4159/1/Material%20bot%C3%A2nico%20para%20diferencia%C3%A7%C3%A3o%20de%20monocotiled%C3%B4nea%20e%20dicotiled%C3%B4nea%20no%20mundo%20das%20angiospermas%20.pdf>. Acesso em: 02 de Agosto. 2024.

SILVA, Renan Netto da. **Produção de oligossacarídeos a partir da hidrólise da biomassa lignocelulósica da borra de café**. SP, 2023. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/ee5b69fd-b6fc-41a4-a347-10a5e6a4b644/content>. Acesso em: 21 de Junho. 2024.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Aminoácidos**, SP, [s.d.]. Disponível em: <https://sites.usp.br/bioquimica/wp-content/uploads/sites/1093/2022/06/Mapa-aminoacidos-1920-%C3%97-4500-px.pdf>. Acesso em: 22 de Julho. 2024.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO (USP). **Pectinas ação e utilização nos alimentos**. SP, [s.d.]. Disponível em: https://edisciplinas.usp.br/pluginfile.php/3275086/mod_resource/content/1/Pectinas_aditivos_e_ingredientes%20365.pdf. Acesso em: 17 de Setembro. 2024

VALENTINI, Sílvia Regina de T; CASTRO, Maria FP Moretzsohn de; ALMEIDA, Fernanda H de. **Determinação do teor de umidade de milho utilizando aparelho de microondas**. [s.l.], 1998. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cta/a/44zRCQPW8ZQ8mGdjD8Rwf3c/?lang=pt&format=html#>. Acesso em: 25 de Junho. 2024.

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.

ZANDONADI, Daniel B; SANTOS, Mirella P; MEDICI, Leonardo O; SILVA, Juscimar. Ação da matéria orgânica e suas frações sobre a fisiologia de hortaliças. **Revista Horticultura Brasileira**, Distrito Federal, v. 32. n. 1. 2014. p. 14-20. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/hb/a/kgCM4D8ZwrFVc4DQMJ6K3fv/?format=pdf&lang=pt>. Acesso em: 21 abr. 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.