



Fundação Educacional do Município de Assis
Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis
Campus "José Santilli Sobrinho"

LEANDRO DE MELLO

RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO AQUOSA DE PECTINA A PARTIR DO BAGAÇO DA MAÇÃ

Assis
2023

LEANDRO DE MELLO

RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO AQUOSA DE PECTINA A PARTIR
DO BAGAÇO DA MAÇÃ

Projeto de pesquisa apresentado ao Curso de Química Industrial do Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis – IMESA e a Fundação Educacional do Município de Assis – FEMA, como requisito parcial à obtenção do Certificado de Conclusão.

Orientador: Profº. Alexandre V. G. Mazalli

Assis
2023

FICHA CATALOGRÁFICA

MELLO, LEANDRO

Rendimento da Extração Aquosa de Pectina a partir do bagaço da maçã / Leandro de Mello. Fundação Educacional do Município de Assis - FEMA -- Assis, 2023

43p.

Orientador: Prof. Alexandre V. G. Mazalli.

Trabalho de Conclusão de Curso - Instituto Municipal de Ensino Superior de Assis - IMESA.

1.Extração aquosa. 2. Pectina. 3. Bagaço de maçã

Biblioteca da FEMA

RENDIMENTO DA EXTRAÇÃO AQUOSA DE PECTINA A PARTIR DO BAGAÇO DA MAÇÃ

LEANDRO DE MELLO

Trabalho de Conclusão de
Curso apresentado ao Instituto
Municipal de Ensino Superior de
Assis, como requisito do Curso
de Graduação, analisado pela
comissão examinadora:

Examinador: Profº. Alexandre V. G. Mazalli

Assis
2023

RESUMO

A pectina, provavelmente a mais complexa macromolécula natural, é um heteropolissacarídeo contendo predominantemente resíduos de ácido galacturônico. Este polímero, do grupo das fibras dietéticas, é amplamente utilizado como geleificante e estabilizante na indústria de alimentos. O principal processo industrial para obtenção de pectina está baseado na solubilização da protopectina do bagaço de maçã e casca de frutos cítricos, realizada em condições levemente ácidas sob aquecimento. Estudos recentes têm reportado a extração de pectina de novas matérias-primas sob diferentes condições, com influência sobre a qualidade e sobre o rendimento do produto final, para aumentar sua qualidade reológica. Este trabalho tem como objetivo realizar a extração aquosa e a determinação de pectina na forma de pectato de cálcio no bagaço de maçã pelo método gravimétrico.

Palavras-chave: Extração; Pectina; Bagaço de maçã.

ABSTRACT

Pectin, probably the most complex natural macromolecule, is a heteropolysaccharide containing predominantly galacturonic acid residues. This polymer, from the dietary fiber group, is widely used as a gelling agent and stabilizer in the food industry. The main industrial process for obtaining pectin is based on the solubilization of protopectin from apple pomace and citrus fruit peel, carried out in slightly acidic conditions under heating. Recent studies have reported the extraction of pectin from new raw materials under different conditions, with influence on the quality and yield of the final product, to increase its rheological quality. This work aims to perform the aqueous extraction and determination of pectin in the form of calcium pectate in apple pomace using the gravimetric method.

Keywords: Extraction; Pectin; Apple pomace.

Sumário

1. INTRODUÇÃO	13
2. CLASSIFICAÇÃO, ORIGEM E TRAJETÓRIA DA MAÇÃ.....	15
2.1 VALORES NUTRICIONAIS DA MAÇÃ.....	17
2.2 A INDÚSTRIA DA MAÇÃ	17
3. PECTINA.....	20
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	23
5. RESULTADOS E DISCUSSÕES	25
6. CONCLUSÃO.....	31
REFERÊNCIAS	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 Variedades de Maçã	16
Figura 2 - Bagaço da Maçã.....	20
Figura 3 - Estrutura da Parede Celular Vegetal	21
Figura 4 - Estrutura da β – Galactose..	22
Figura 5 - Estrutura do Ácido Poligalacturônico.	22
Figura 6 - Maçã Verde, Maçã Gala Importada e Maçã Pink Lady..	25
Figura 7 - Resíduo das Maçãs.	26
Figura 8 - Fervura com água destilada.	26
Figura 9 - Solução Filtrada	27
Figura 10 - Adição de ácido acético e cloreto	27
Figura 11 - Experimento em Repouso.....	28
Figura 12 - Separação das Amostras.	28
Figura 13 - Pesagem	29

1. INTRODUÇÃO

A maçã, fruto da macieira, possui forma de globo, sabor agridoce e coloração verde ou vermelha. Seu principal consumo é na forma fresca, mas o processamento é bem aceito, como sucos, geleias, vinagre, doces (SEBRAE, 2019).

Possui diversas características importantes desde a importância na manutenção da saúde controlando a glicemia, hidratando e repondo energias, reduzindo níveis de colesterol, auxiliando na saúde bucal.

No Brasil, a produção de maçã tem aumentado muito nos últimos anos e estima-se uma produção de 1,2 milhão de toneladas (MORAIS, 2018; MOTTA e MOTTA, 2019).

Segundo a chefe do Programa de Sistemas Alimentares Sustentáveis do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) Clémentine O'Connor, 1/3 dos alimentos produzidos entre a colheita e a mesa do consumidor são desperdiçados durante a colheita, transporte, armazenamento, processamento ou beneficiamento, vendido e preparado.

O suco é considerado um dos principais produtos obtido do processamento da maçã. A cadeia produtiva da maçã é organizada verticalmente, ou seja, uma mesma empresa geralmente comporta desde a produção de mudas até a venda do produto final, seja a maçã *in natura* ou os resíduos para a indústria (MOTTA e MOTTA, 2019).

O resíduo, bagaço (casca, polpa, semente), de acordo com Nunes (2016), representa em torno de 25% do peso do fruto, e tem como destino final ou aterros sanitários ou é utilizado na suplementação de adubos. Mas estudos estão sendo realizados de modo a aproveitar melhor esse subproduto da indústria para produção de álcool, bebidas alcoólicas, fibras para enriquecimento de alimentos (SEBRAE, 2019).

Dentre os componentes da casca da maçã, destaca-se a pectina, composta por complexos de polissacarídeos que são utilizadas na fabricação de geleias, como espessantes, estabilizantes, emulsificantes (FiB, 2014).

As enzimas responsáveis pela quebra da pectina são conhecidas como enzimas pectinolíticas ou pectinases e são empregadas nas indústrias têxteis, de extração de óleos e, principalmente, nas indústrias de sucos diminuindo o tempo de clarificação e aumentando a eficiência da extração. Dentre os produtores dessas enzimas estão os fungos da espécie *Aspergillus niger* (ROCHA, 2010).

A pectina é um polissacarídeo constituinte da parede celular de plantas dicotiledôneas (CUNHA, PAULA, FEITOSA, 2009).

Sua importância é atribuída à formação de géis, sendo amplamente usados na produção de gomas, geléias, produtos lácteos e emulsificantes entre outros. É usada como fibra dietética solúvel por apresentar efeitos fisiológicos que traz benefícios ao organismo tais como a regulação dos níveis plasmáticos de glicose, colesterol e triglicerídeos, além de constituírem fator preventivo de certas enfermidades degenerativas, por exemplo, câncer de colo de útero e reto, aterosclerose e diabetes (BORTOLUZZI; MARANGONI, 2006).

As substâncias pécticas são geralmente extraídas por métodos químicos enzimáticos. O processo tem múltiplos estágios físicos e químicos dentre os quais a hidrólise, a extração e a solubilização de macromoléculas do tecido vegetal. São sensíveis à fatores como pH, ácido e tempo de extração (MUNHOZ et al., 2008).

A maçã possui potássio, fibras, além de compostos antioxidantes na sua composição. Quando consumida regularmente e como parte de um estilo de vida saudável, a maçã pode ajudar a reduzir o risco de ocorrência de alguns tipos de câncer, como pulmão e cólon, além de reduzir o risco de diabetes e problemas hepáticos. Isso acontece porque esses compostos antioxidantes ajudam a combater os radicais livres e possuem ação anti-inflamatória e antiviral.

Este trabalho tem como objetivo realizar a extração aquosa e a determinação de pectina na forma de pectato de cálcio no bagaço de maçã pelo método gravimétrico.

2. CLASSIFICAÇÃO, ORIGEM E TRAJETÓRIA DA MAÇÃ.

A *Malus sp.*, que é popularmente conhecida como maçã, pertence a família Rosaceae. O fruto apresenta a forma globosa ou deprimida com uma depressão no ponto de inserção da haste. Sua coloração pode ser vermelha ou verde podendo apresentar pequenas manchas esverdeadas ou amareladas conforme a variedade.

Devido ao seu alto teor de potássio e pela capacidade de produzir boa qualidade de fibras, a maçã é indicada para a manutenção da saúde, para prevenção de doenças cardíacas e de excesso de colesterol no sangue, e para dietas alimentares de emagrecimento (SATO, ROBERTO, 2009).

A maçã possui cerca de 85% de água, o segundo componente de maior quantidade contida na maçã, demonstrado na tabela 1, são os carboidratos, aproximadamente 5% de frutose, 2,6% de glicose e 1,7% de sacarose, ácido málico, além de minerais e vitaminas, destacando a vitamina C. A fração fibrosa, que faz a retenção da água, é constituída por hemicelulose, celulose e substâncias pécnicas. A pectina da maçã é utilizada em alimentos como gelificante, espessante, texturizante, emulsificante e estabilizante (AMARAL, 2014).

No ano de 2011, o Brasil produziu 1,3 milhão de toneladas de maçã, o classificando como 9º (nono) maior produtor mundial de maçã. A produção nacional ocupa 38 mil hectares, sendo que 96% de todos os pomares estão em Santa Catarina que ocupa 18 milhões e Rio Grande do Sul com uma ocupação de 17 mil há segundo dados do Instituto Brasileiro de geografia e Estatística (IBGE) (SPA, 2013).

As principais variedades podem ser vistas na figura 1.

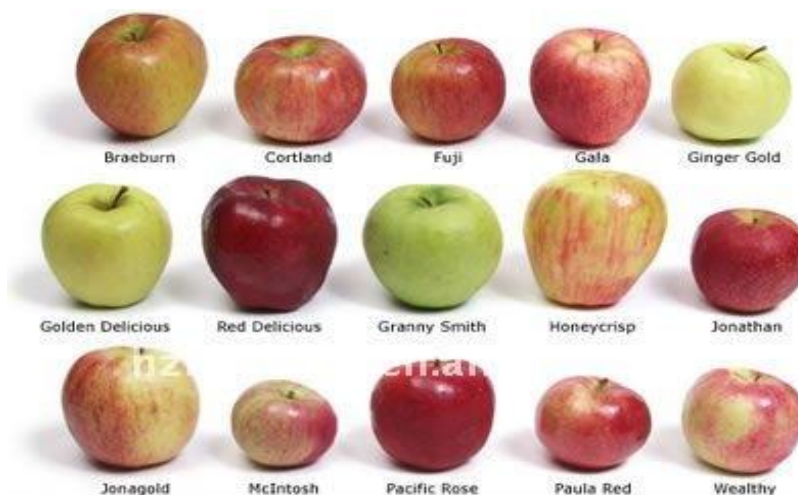


Figura 1. Variedades de Maçã (COSTA, 2015).

Todo esse desenvolvimento foi mais significativo nas últimas duas décadas, fatores como a produção de variedades modernas, disponibilidade de terras, regiões com condições climáticas favoráveis, foco na produtividade, infraestrutura de embalagem e conservação, somados a experiência de mais de 30 anos de cultivo foram determinantes para esse crescimento (BITTENCURT et al., 2011).

Com a industrialização surgiram os resíduos e subprodutos, o bagaço de maçã, dentre os quais, é o mais importante economicamente, apresentando de 30 a 40% da matéria-prima, dependendo do nível de tecnologia empregado.

O bagaço contém todas as partes da fruta, por exemplo, sementes, cascas, centro do fruto, polpa com parede celular intacta. São encontrados, dentre os constituintes da maçã, no bagaço açúcares, ácidos orgânicos, compostos fenólicos, constituintes do aroma e fibras incluindo celulosas, hemicelulosas e pectinas. O bagaço de maçã pode ser visto não como um resíduo ou subproduto, mas sim como uma matéria-prima para a extração de pectina (FERTONANI, 2006).

2.1 VALORES NUTRICIONAIS DA MAÇÃ

Além de não conter sódio ou gorduras, cada maçã tem entre 50 e 80 calorias. A casca é rica em pectina, uma fibra que se transforma em um gel quando chega no estômago e envolve parte da gordura ingerida, fazendo com que ela seja eliminada sem ser absorvida pelo organismo, 80% da fruta é composta de água, o que garante frescor, hidratação e sensação de saciedade ao consumir.

Atualmente muitas pessoas não deixam de colocar a maçã em suas dietas diariamente, não só pelo sabor, mas também pelo seu valor nutricional o qual é fonte de ácido ascórbico (vitamina C), ácido fólico, vitamina A, cálcio, pectina e fibra alimentar, minerais potássio, cálcio, ferro, entre outros (MARTINEZ, 2010).

Composição química da maçã

Nutrientes	Quantidade (em 100g)	Nutrientes	Quantidade (em 100g)
Calorias	57 Kcal	Potássio	123 mg
Carboidratos	15,25 g	Enxofre	7 mg
Proteínas	0,15 g	Vitamina A	49.000 UI
Lipídios totais	0,36 g	Vitamina C	8 mg
Lipídios Saturados	0,18 g	Vitamina E	4 mg
Fibras	1 g	Tiamina	0,45 mg
Cálcio	7 mg	Ácido Fólico (Vit. B9)	0,40 mcg
Ferro	1 mg	Niacina (Vit. B3)	0,50 mg

Tabela 1 - Composição Química da Maçã. (In: CASTRO, 2014)

2.2 A INDÚSTRIA DA MAÇÃ

A agroindústria da maçã no Brasil utiliza como matéria-prima frutas de descarte provenientes dos processos de seleção para o mercado de frutas *in natura*. Esse descarte pode representar 30% da produção total. Essas frutas são processadas à medida que são encaminhadas para a indústria. A produção de maçãs no Brasil tem como foco o consumo *in natura*, porém uma parcela das frutas não é considerada de qualidade para esse tipo de comercialização e fica destinada para a indústria (ABPM, 2022).

As frutas descartadas para o consumo *in natura* apresentam características como formato “ruim”, tamanhos “impróprios”, manchas e cicatrizes. Tal preferência do mercado e dos consumidores por frutas “perfeitas” é responsável por grande desperdício de alimentos no mundo.

Em países europeus, entretanto, tanto para a obtenção de sucos quanto para sidras, são utilizadas frutas de cultivares selecionadas para tal fim, sendo usados como marcadores de qualidade industrial os teores de acidez, taninos e açúcares.

Esses componentes são importantes para a qualidade do produto e envolvem os critérios de cor, sabor e aromas, atributos envolvidos no processo de compra e no hábito dos consumidores.

O grupo das bebidas adoçadas com açúcar, que inclui refrigerantes, bebidas de fruta industrializadas e bebidas energéticas, tipicamente possui baixa qualidade nutricional e representa uma fonte importante de açúcar adicionado nas dietas.

O consumo dessas bebidas tem emergido como fator de risco para ganho de peso e desenvolvimento de diabetes tipo 2, doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer, ao lado de outros elementos que contribuem para epidemias de sobrepeso e de obesidade no mundo.

Com a premissa de tornar as bebidas de fruta industrializadas mais saudáveis, fabricantes de sucos prontos, como néctares, têm utilizado suco de maçã para adoçar as bebidas, substituindo parte do açúcar que seria adicionado ao produto.

Os açúcares adicionados a alimentos ou bebidas durante o processamento, a preparação ou o consumo são chamados de açúcares livres, grupo que também inclui os açúcares presentes naturalmente no mel, nos xaropes e nas frutas.

Especialmente nas frutas, podem ser encontrados dois tipos de açúcares: a glicose e a frutose. Entre todos os açúcares, a frutose é o mais doce.

Dessa forma, o suco de maçã, ao ser usado como adoçante, está apenas substituindo um tipo de açúcar por outro, já que, em sua forma concentrada, o suco da fruta é constituído predominantemente por açúcares.

Por parte da indústria, essa é uma estratégia para tornar os produtos

agradáveis ao paladar ao mesmo tempo em que podem escrever na embalagem frases como “sem adição de açúcar”.

O que acontece, em realidade, é somente a troca de ingredientes tradicionalmente usados para conferir dulçor (xaropes de milho, glicose, maltodextrina, sacarose) por outro tipo de ingrediente de elevada doçura (o suco de maçã).

Segundo uma fabricante de néctares, o suco de maçã foi escolhido para essa função por ter um sabor bastante doce e por não interferir no resultado final da bebida em termos de cor, sabor e aroma.

Os sucos prontos, assim, continuam sendo bebidas ricas em açúcares e de alta concentração calórica. Enquanto ultraprocessados podem comprometer os mecanismos que sinalizam a saciedade e controlam o apetite, pois na forma líquida há menos percepção sobre o consumo de calorias. Além disso, não possuem as fibras e os nutrientes de uma fruta *in natura*.

Tornar um néctar mais saudável teria, portanto, mais relação com os ingredientes que compõem o produto do que com os açúcares em si. Os néctares possuem essa denominação porque contêm de 20% a 30% de polpa da fruta, diferente de um suco integral, que é proveniente somente da fruta e não tem adição de açúcar.

Além do suco de maçã, o bagaço da fruta também é utilizado na indústria como uma das principais fontes de pectinas, substâncias que, devido a suas propriedades, são capazes de formar géis.

Isso explica a importância das pectinas na indústria alimentícia, empregadas na produção de doces, geléias, bebidas e sucos de frutas concentrados, produtos lácteos, confeitados, entre outros.

O bagaço de maçã contém todas as partes da fruta, como cascas, sementes e polpa. Na produção comercial, a descoberta do seu potencial de uso e aplicação aconteceu na década de 1930. Até então, o bagaço era descartado, considerado apenas um resíduo da produção de suco de maçã. A partir daí, tornou-se também matéria-prima.



Figura 2 - Bagaço da Maçã. (In: Realcidre, 2022)

3. PECTINA

A pectina é solúvel em meio aquoso e outros solventes, dissolvendo em torno de 2 a 3% em água quente. As soluções de pectina são muito viscosas sendo esta função do peso molecular, do grau de esterificação, da força iônica, do pH, da concentração e da temperatura. Existe uma dependência entre a composição e as propriedades da pectina com a fonte do processo de extração empregado e tratamentos posteriores à extração (CALLIARI, 2009).

Existem dois mecanismos de formação de gel de pectina, que são funções do grau de metoxilação (DM). Um valor de DM até 50% é caracterizado como pectina de baixo teor de grupos metoxílicos (BTM), e um DM maior do que 50% de grupos metoxílicos é denominada pectina de alto teor de grupos metoxílicos (ATM) (CALLIARI, 2009).

Utilizada como agente espessante nas indústrias de alimentos, farmacêutica e de cosméticos graças a sua capacidade de formar gel, pois suas ramificações podem reter água a fim de tornar o meio mais viscoso, também é utilizada na produção de gomas e geléias (COELHO, 2010).

Polissacarídeos são polímeros naturais, que podem ser constituídos de um único ou diferentes tipos de monossacarídeos ligados por ligações glicosídicas (SOLOMONS, 1996).

O principal polissacarídeo extraído da parede celular de frutas pertence à classe das pectinas. A pectina é responsável pela adesão entre as células e pela resistência mecânica da parede celular (figura 3). (MUNHOZ et al., 2008).

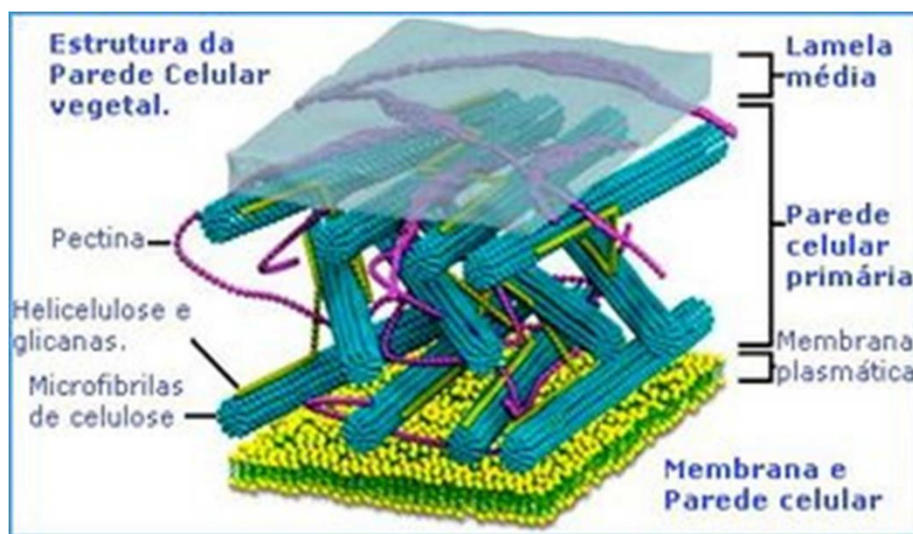


Figura 3 - Estrutura da Parede Celular Vegetal . (In: SÓBIOLOGIA, 2012)

A união entre a pectina, celulose e hemicelulose, que são partes integrantes da parede celular nos tecidos vegetais, originam a protopectina, insolúvel em água, que tem a importância de conferir rigidez ao tecido vegetal. (MUNHOZ et al., 2008).

Dependendo do estado de maturação, da maçã, a pectina se apresenta em diferentes formas, pois durante o amadurecimento da fruta há conversão de protopectina à pectina coloidal que é solúvel em água. (CALLIARI, 2009).

A pectina é um polissacarídeo estrutural que tem como função proporcionar firmeza, adesão entre as células e pela mecânica da parede celular de vegetais. Possui menos metilação que a protopectina. Consiste de 150 a 1500 Unidades de ácido galacturônico que apresentam peso molecular entre 100000 a 200000 unidades atômicas (CALLIARI, 2009).

Ácidos urônicos são derivados dos monossacarídeos onde o grupo -CH₂OH no C6 é oxidado para um grupo carboxila. A oxidação específica do carbono 6 (C6) da galactose, realizada por um grupo carboxila converte a galactose a ácido galacturônico.(SOLOMONS, 1996).

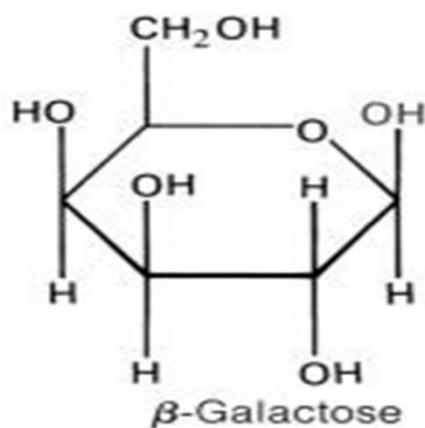


Figura 4 - Estrutura da β - Galactose. (In: STARSANDSEAS, 2012).

A remoção total dos grupos metil-éster, figura 9, do ácido pectínico através da ação intermitente da pectina-metleterase leva à formação de ácidos pécticos que são unidos por ligações glicosídicas α -(1-4), interrompidas pontualmente por resíduos de L-ramnose em ligação α -(1-2) (CUNHA, PAULA, FEITOSA, 2009).

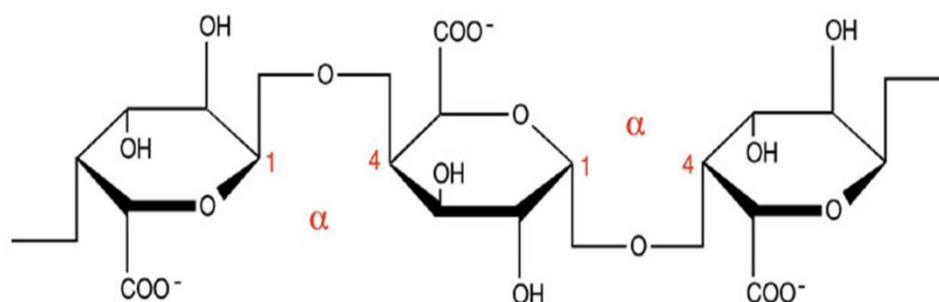


Figura 5 - Estrutura do Ácido Poligalacturônico. (SUGAR, 2012)

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 EQUIPAMENTOS

Balança Semi-Analítica

Balança analítica

Banho Maria

Bico de bunsen

Estufa

4.2 MATERIAIS

Cápsulas de porcelana

Dessecador

Faca inox

Papel de filtro Whatmann n.4

Vidrarias comuns de laboratório

4.3 REAGENTES

Solução de ácido acético 1 N.

Solução de cloreto de cálcio 2 N.

Solução de hidróxido de sódio 1 N

Solução de nitrato de prata 1%.

4.3.1 Procedimento experimental para obtenção do teor de pectina

O princípio do método consiste em determinar a quantidade de pectina na forma de pectato de cálcio no bagaço de maçã pelo método gravimétrico de acordo com CARVALHO et al., 2006 e algumas adaptações.

4.3.2 Solução de Ácido Acético 1N

Em um Becker de 50 ml pesar 5,8g de ácido acético. Adicionar 30 ml de água deionizada para dissolver e transferir para um balão de 100 ml e completar o volume.

4.3.3 Solução de Cloreto de Cálcio 1M

Pesar, em um Becker de 50 ml, 22 g de cloreto de cálcio e completar o volume com água deionizada recentemente fervida e resfriada para a dissolução, em seguida transferir para um balão volumétrico de 100 ml e completar o volume.

4.3.3.1 Solução de Hidróxido de Sódio

Em um Becker de 50 ml pesar 4 g de NaOH, em seguida adicionar água deionizada para dissolver e transferir para um balão volumétrico de 100 ml e completar o volume com água deionizada recentemente fervida e resfriada.

4.3.3.2 Solução de Nitrato de Prata 1%

Dissolver 1g de nitrato de prata em um Becker de 50 ml, transferir a solução para um balão volumétrico de 100 ml e completar o volume.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

Todo procedimento experimental ocorreu nos laboratórios de química da Fundação Educacional do Município de Assis/SP, as amostras de maçãs foram adquiridas no comércio da cidade de Candido Mota SP.

As análises apresentadas abaixo foram realizadas em triplicata, sendo necessários dois dias para a realização do procedimento completo.

Procedimento A – 1º dia

Foram escolhidas três variedades de maçãs, Maçã Verde, Gala Importada e Pink Lady, como apresenta a figura 6..

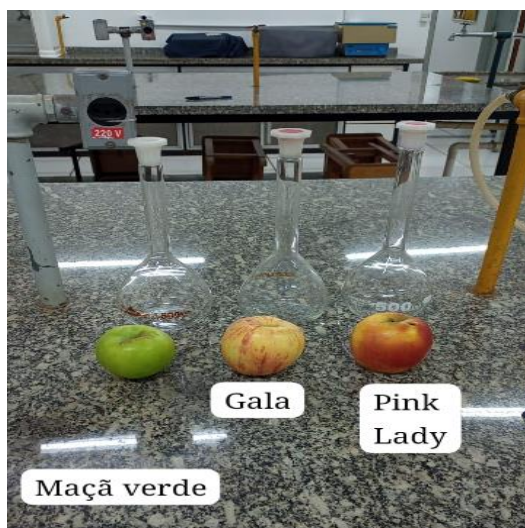


Figura 6 - Maçã Verde, Maçã Gala Importada e Maçã Pink Lady.

1. As maçãs foram processadas e filtradas, para separar o suco do resíduo desejado. Pesou-se 100g (fig. 7) de amostras previamente trituradas de cada variedade de resíduo de maçã (bagaço, casca e polpa) em um Becker de 800 ml e adicionou-se 400 ml de água destilada.

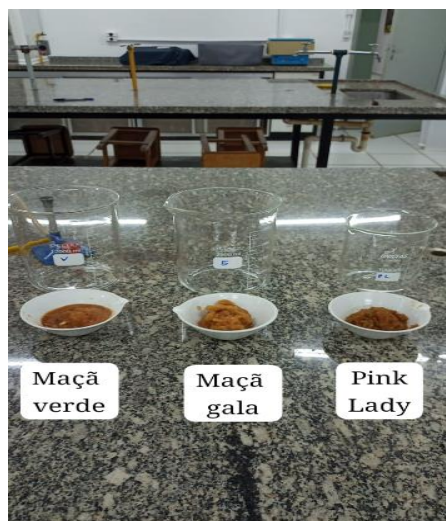


Figura 7 - Resíduo das Maçãs.

2. A mistura foi levada à fervura lentamente durante 1 h, recolocando a água perdida por evaporação, após o período deixou-se esfriar o conteúdo do Becker.



Figura 8 - Fervura com água destilada.

3. Com a mistura fria, agitou-se bem e filtrou a solução para um balão de 500 ml (figura 9) usando papel de filtro e completou-se o volume. Desta solução, foram pipetadas alíquotas de 100 ml em Becker de 500 ml.



Figura 9 - Solução Filtrada

4. Adicionou-se 300 ml de água destilada e 10 ml de hidróxido de sódio 1 N, agitando continuamente. Deixando em repouso durante a noite.

Procedimento B – 2º dia

1. Adicionou-se 50 ml de solução de ácido acético 1N e após 5 minutos, adicionou-se também sob agitação, 50 ml de solução de cloreto de cálcio 2N, como apresenta a figura 10.

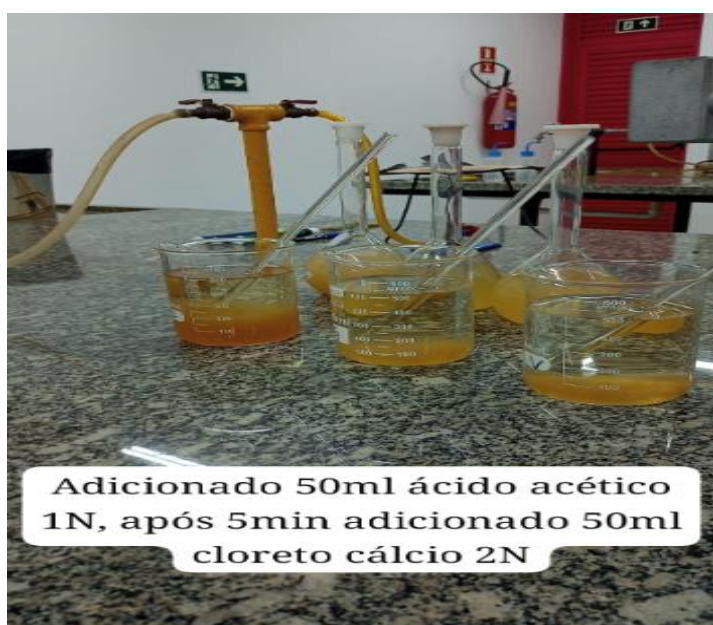


Figura 10 - Adição de ácido acético e cloreto

2. A solução foi fervida por 1 minuto e deixada em repouso por 1 h, após esse procedimento, Filtrou-se em papel de filtro (seco e previamente tarado).



Figura 11 - Experimento em Repouso.

3. Lavou-se com água destilada bem quente até remover todo o cloreto livre (testando com nitrato de prata).

4. O filtro com o resíduo foi pesado em cápsula de porcelana previamente tarada, para posterior secagem em estufa.



Figura 12 - Separação das Amostras.



Figura 13 - Pesagem

5. Secou-se em estufa por 40°C durante a noite, deixando esfriar em dessecador e pesou-se.

Cálculo

O teor de pectina é calculado pela fórmula:

$$\text{gramas de pectato de cálcio \%} = \frac{\text{g de pectato de cálcio} \times 100}{(\text{volume ou peso da amostra})}$$

Os valores dos resultados das análises estão descritos na tabela a seguir.

Variedades das amostras	Médias dos cálculos (%)
Verde	5,76
Gala	7,26
Pink Lady	10,4

Os resultados da extração de pectina por meio do método de pectato de cálcio revelaram diferenças importantes nos teores de pectina entre as variedades de maçã fornecidas. A maçã verde apresentou o teor mais baixo, com uma média de 5,76%, enquanto a Maçã Gala obteve uma concentração de 7,26% e a Pink Lady se destacou com o teor mais alto, atingindo 10,4%. Essas

variações nos teores de pectina entre os tipos de maçã podem ser atribuídas a diversas características, como a composição química da casca e da polpa, o estágio de maturação e as condições de crescimento.

Comparando esses resultados com estudos recentes, fica evidente que a literatura científica também documenta variações nos teores de pectina em diferentes variedades de maçã (Silva & Souza, 2022). Essas variações são influenciadas por fatores como a genética da fruta e as condições de cultivo (Oliveira et al., 2020).

A maçã Pink Lady se destacou com um teor de pectina significativamente mais alto, o que está em conformidade com pesquisas que apontam para características únicas dessa variedade, incluindo uma maior concentração de pectina (Ribeiro et al., 2019). Essa característica pode tornar a Pink Lady uma escolha preferencial para a produção de alimentos que requerem uma textura específica ou propriedades gelificantes.

Por outro lado, a Maçã Gala e a Maçã Verde, com teores mais baixos de pectina, podem ser mais adequadas para outros tipos de aplicações na indústria de alimentos, como a produção de sucos ou produtos de confeitaria que não exigem uma alta concentração de pectina.

Em outros trabalhos, os valores encontrados no experimento estão próximos aos valores de Marcon et al. (2005), utilizando um planejamento experimental com os fatores tempo (20-80 min.) e temperatura (50-100°C), onde extraíram pectina de farinha de maçã Gala com ácido cítrico, obtendo rendimentos de 5,7 a 16,8%.

Estes resultados foram compatíveis com os de Schemin (2003), que extraiu 20% de pectina de maçã com ácido cítrico a 100° C durante 110 minutos.

Costa et al. (2022) obtiveram o teor de pectina encontrado nas cascas da maçã de 14,91% ± 0,02 mostrando que a casca da maçã é uma alternativa de substrato para a produção de pectinase.

Podemos observar que as diferenças entre os valores encontrados estão bem marcantes entre as variedades analisadas e que o método para determinação na forma de pectato de cálcio se mostrou eficaz.

6. CONCLUSÃO

Com base nos resultados desta pesquisa e nas evidências da literatura científica recente, concluímos que a remoção de pectina de diferentes variedades de maçã revelou variações significativas nos teores de pectina. A maçã Pink Lady apresentou o teor mais elevado de pectina, tornando-a uma escolha promissora para aplicações que requerem alta concentração desse componente. Por outro lado, a Maçã Gala e a Maçã Verde, com teores mais baixos de pectina, podem ser preferenciais em outras aplicações.

Esses resultados têm implicações práticas para a indústria de alimentos, destacando a importância de selecionar variedades de maçã adequadas para atender aos requisitos específicos de produção. Além disso, enfatizamos a influência de fatores como a genética da fruta e as condições de cultivo na obtenção de teores de pectina desejados.

REFERÊNCIAS

AMARAL, A. P. C., **Estudo da secagem de maçãs: utilização de pré-tratamentos**. Porto Alegre, 2014. Trabalho de Conclusão de Curso – Universidade Federal do Rio Grande do Sul Instituto de Ciência e Tecnologia de Alimentos Curso de engenharia de alimentos – UFRGS, 2014. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/bitstream/handle/10183/116234/000964536.pdf?sequence=1>>. Acesso em: 14.09.2023.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE MAÇÃ. **Maçã brasileira: conheça as diferentes entre Fuji e Gala**. ABPM, 30 de outubro de 2022. Disponível em: <<https://www.abpm.org.br/maca-e-tudo-de-bom/maca-brasileira-conheca-as-diferencas-entre-fuji-e-gala>>. Acesso em: 20 set 2023.

BITTENCOURT, C. C., MATTEI, L. F., SANTANNA, P. R., LONGO, O. C., BARONE, F. M. **A cadeia produtiva da maçã em Santa Catarina: competitividade segundo produção e packing house**. Revista de Administração Pública, março, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-76122011000400013>. Acesso em: 14.09.2023.

BOAS, S. G. V., ESPOSITO, E. **Bioconversão do bagaço de maçã**. Revista de Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento, n. 14, junho, 2000. Disponível em: <<http://www.biotecnologia.com.br/edicoes/ed14.php>>. Acesso em: 07 março 2016.

BRANDÃO, E. M., ANDRADE, C. T. **Processo de Gelificação de Pectinas de Alto Grau de Metoxilação**. Artigo Técnico - Polímeros -, v. 9, n.3, set., 1999. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0104-14281999000300008>. Acesso em: 14.09.2023.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Guia alimentar para a população brasileira**. 2. ed. Brasília: Ministério da Saúde; 2014.

CALLIARI, C. M. **Extração térmica, química e enzimática de pectina de bagaço de laranja**. Londrina, 2004. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina - UEL. Disponível em: <http://www.bibliotecadigital.uel.br/document/?view=vtls000100111>. Acesso em: 15 09.2023.

CAMPOS, R. S. **Extração Aquosa de Pectina a partir de Bagaço de Laranja**, 2012. Trabalho de Conclusão de Curso – Fundação Educacional Do Município de Assis - FEMA / Instituição Municipal de Ensino de Assis – IMESA –Assis, 2012.

CANTERI MHG, Moreno L, Wosiacki G, Scheer AP. **Pectina: da matéria-prima ao produto final**. Polímeros. 2012;22(2):149-157. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282012005000024>. Acesso em: 15 09.2023.

CARVALHO, Gleidson Giordano Pinto. FERNANDES, Francisco Éden de Paiva. PIRES, Aureliano José Viera. **Métodos de Determinação dos Teores de Amido e Pectina em Alimentos para Animais.** Revista Electrónica de Veterinária – REDVET, v. 7, n. 1, janeiro, 2006. p. 10-11.

CASTRO, Cora. **Composição química da maçã.** Jornal Limão Suculento, março 2014. Disponível em: < <http://www.lactobacilo.com/juicylemon.htm>>. Acesso em: 7 março 2016.

CONCEIÇÃO, C.N, FERNANDES, I.A., MARQUES, I.S., MORAES Neto, M.D., OLIVEIRA, M.R.A, SILVA, F.W.S, BATISTA Neto, J.V., FERREIRA, A.L., Cruz, F.S., SILVA, M.S.G. **57º CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA** Disponível em <https://www.abq.org.br/cbq/2017/trabalhos/10/116112999.html#:~:text=O%20teor%20de%20pectina%20encontrado,pectina%20dentro%20da%20faixa%20esperad> a. Acesso em 30 out 2023.

COSTA, Larissa F.F., FRACASSO, Douglas S., SANTOS, Marlene G. dos, MAFFESSIONI, Daiana. **Avaliação do potencial de produção de pectinase a partir do resíduo da casca da maçã por fermentação de estado sólido.** Brazilian Journal of Development. 2021. Disponível em: <https://ojs.brazilianjournals.com.br/ojs/index.php/BRJD/article/view/26599>. Acesso em 30 out 2023.

COSTA, Susana Miranda. **Variedades de maçã.** Out., 2015. Disponível em: < <http://osmeuspensamentossoltos.blogspot.com.br/2015/10/maca-golden-delicious.html>>. Acesso em: 12.09.2023.

FERRAREZI, Santos KO, Monteiro M. **Avaliação crítica da legislação brasileira de sucos de fruta, com ênfase no suco de fruta pronto para beber.** Rev. de Nutr.2010;23(4):667-677. Disponível:<<https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000400016>>. Acesso em 12.09.2023.

FERTONANI HCR. **Estabelecimento de um modelo de extração ácida de pectina de bagaço de maçã [dissertação].** Ponta Grossa: Universidade Estadual de Ponta Grossa;2006. Disponível em: <<https://tede2.uepg.br/jspui/bitstream/prefix/694/1/FERTONANIH.pdf>>. Acesso em 11.09.2023.

FERTONANI, H. C. R., Scabio, A., Schemin, M. H. C., Carneiro, E. B. B., Nogueira, A., & Wosiacki, G. (2006). **Influência da concentração de ácidos no processo de extração e na qualidade de pectina de bagaço de maçã.** Semina: Ciências Agrárias, 27(4), 599–612. <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2006v27n4p599>. Acesso em 10.set.2023.

GIRARDI CL, Zandoná GP. **Parâmetros tecnológicos para produção de suco integral de maçã.** Bento Gonçalves: Embrapa Uva e Vinho, 2020. Disponível em:<<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/215921/1/Doc-118.pdf>>.Acesso em 11.09.2023.

MARCON, M. V.; VRIESMANN, L. C.; WOSIACKI, G.; BELESKI-CARNEIRO, E. **Pectins from apple pomace**. Polímeros: Ciência e Tecnologia, São Carlos, v.15, n.2, p.127-129, 2005.

MUNHOZ, C.L., SANJINEZ-ARGANDONA, E. J., SOARES-JÚNIOR, M.S. **Extração de pectina de goiaba desidratada**. Campinas, 2008. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S01010612010000100018&script=sci_artt ext.>. Acesso em: 15 out. 2023

Observatório de Publicidade e Ética no Consumo. **Suco Del Valle**. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/opetic/category/sucos/>>. Acesso em 11.09.2023.

OLIVEIRA, MR et al. (2020). **Efeito da maturação na concentração de pectina em maçãs**. Alimentos e Nutrição, 33(4), 567-579.

RIBEIRO, SF et al. (2019). **Caracterização química da variedade Pink Lady de maçã**. Jornal de Agricultura e Alimentação, 26(3), 456-468.

ROCHA, Christiane Pereira. **Otimização da Produção de Enzimas por Aspergillus niger em Fermentação em Estado Sólido**. 2010. 136 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa de Pós-graduação em Engenharia Química, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2010.

SATO, A. J., ROBERTO, S. R., **A cultura da macieira no Paraná**. Ponta Grossa, 2009. Artigo - Universidade Estadual de Ponta Grossa – UEPG. Disponível em: <pitangui.uepg.br/departamentos/defito/labiovegetal/Maca.pdf>. Acesso em: 10.out.2023

SCHEMIN, M. H. C. **Obtenção de pectina alimentícia a partir de bagaço de maçã**. 2003. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)- Universidade Federal doParaná, Curitiba.

SEBRAE. **O cultivo e o mercado da maçã**. Disponível em: <<http://www.sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-da-maca,ea7a9e665b182410VgnVC M100000b272010aRCRD>>. Acesso em: 12.09.2023.

SILVA, AB. e Souza, CD (2022). **Variação de pectina em diferentes variedades de maçã**. Revista de Ciência Alimentar, 45(2), 78-89.