

CAPÍTULO 7

EXTRAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA PECTINA DE MAÇÃ GALA (*MALUS DOMESTICA BORK*)

Alessandra Benício da Silva Lambert
Bárbara Conceição Pessoa de Oliveira
Vitória Cuellar Almeida
Shirley Cristina Cabral Nascimento
Marlice Cruz Martelli

RESUMO

A pectina, polissacarídeo que possui ampla aplicabilidade em indústrias alimentícias, pode ser extraída do bagaço de maçã, que é um resíduo da indústria de sucos. Uma vez que a quantidade desses resíduos é expressiva, há a necessidade de soluções viáveis para o seu reaproveitamento. Sendo assim, o objetivo deste trabalho consiste na extração ácida da pectina contida no bagaço de maçã da variedade Gala. A metodologia se deu com a utilização da solução de um ácido orgânico, seguida de lavagem, precipitação e isolamento da pectina. Os resultados são mostrados em termos de rendimento, grau de esterificação e classificação segundo seu teor de metoxilação. A quantidade de farinha desidratada obtida do bagaço foi de aproximadamente 17g por cada quilo de maçã processado. O rendimento pécico foi de aproximadamente 33%, valor este considerado maior que os dados encontrados na literatura, com a vantagem de ter sido obtido em medidas inferiores de tempo e temperatura. O grau de esterificação, feito a partir de caracterização titulométrica foi de 20,34% sendo classificada como pectina de baixo teor de metoxilação (BTM). Sendo assim, os resultados são considerados satisfatórios à medida que se observa que a pectina obtida do bagaço de maçã Gala pode ser utilizada como pectina comercial. Portanto, concluiu-se que o processo de obtenção da pectina utilizado neste estudo é viável.

PALAVRAS-CHAVE: Resíduo. Maçã. Pectina. Extração. Metoxilação.

1. INTRODUÇÃO

A extração da pectina é continuamente estudada ao longo dos anos em consequência de sua importância comercial não somente para a indústria de alimentos e fármacos, mas também em cosméticos, materiais de limpeza e revestimentos biodegradáveis.

As pectinas constituem um grupo de substâncias de grande interesse pela indústria de alimentos, uma vez que são empregadas no preparo de geleias, doces de frutas, produtos de confeitaria e sucos de frutas, de acordo com suas propriedades geleificante, estabilizante e espessante.

As fontes mais ricas de pectinas estão nos frutos cítricos, podendo ser extraídos em abundância principalmente do albedo, região mesocárpica do fruto. Outra fonte natural deste carboidrato é a maçã, que conjuntamente com os frutos cítricos constituem as principais matérias-primas para produção de pectina em nível comercial.

Durante o processamento do suco de frutas, há uma grande produção de resíduos, tais como cascas, sementes e polpa úmida (bagaço). O teor em substâncias pécnicas varia de acordo com a origem botânica do produto vegetal, sendo quatro subprodutos de indústrias agrícolas e alimentares ricos em substâncias pécnicas: bagaço de maçã, albedo cítrico, polpa de beterraba e capítulos de girassol. A maior parte da pectina usada pela indústria de alimentos é originária dessas matérias-primas, sendo extraída em condições levemente ácidas e em alta temperatura.

Em função da pectina apresentar-se como alternativa para agregação de valores aos resíduos sólidos vegetais, associado à minimização do volume a ser descartado, este trabalho tem como objetivo realizar a extração ácida da pectina contida na farinha de bagaço desidratado de maçã, utilizando a metodologia de Canteri (2010) modificada, em seguida analisar o rendimento, o grau de esterificação e a classificação segundo o teor de metoxilação.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Maçã

A produção de maçã na safra 2019/2020 no Brasil foi de 929 mil toneladas, 15% menor frente à safra anterior, decorrência de um inverno ameno e estiagem na região Sul. A menor oferta garantiu um melhor controle dos classificadores, alavancando os preços, mesmo de categorias de maçã inferiores. A área cultivada teve uma ligeira queda de 0,3%, devido à renovação de alguns pomares e plantios mais adensados. No Brasil, o maior cultivo se localiza no Sul do Brasil, principalmente nos estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e Paraná. A produção de sucos de maçã, também não alcançou a demanda da safra anterior, mesmo com o aumento do brix e rendimento da produção. A menor oferta e boa procura internacional contribuiu para o aumento de 4% das exportações (ANUÁRIO, HORTIFRUTI BRASIL-2020).

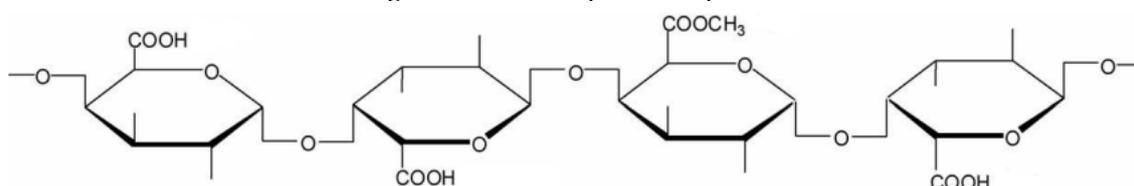
O bagaço da maçã pode representar de 20 a 40% da sua quantidade total. É constituído de casca e polpas (94,5%), sementes (4,4%) e centro do fruto (1%), contendo 80% de umidade, 5% de fibras (31% de celulose, 15% de lignina, 12% de hemicelulose e 9% de pectina insolúvel em água) e 14% de sólidos solúveis, correspondendo a glicose, frutose e sacarose. (NOGUEIRA *et al.*, 2005).

O bagaço apresenta-se como o principal subproduto gerado na agroindústria da maçã (HANG, 1987). A quantidade de bagaço produzida está diretamente relacionada com a tecnologia empregada na extração do suco de maçã que pode representar de 20-40% do peso das maçãs processadas (TURZA, 1995).

2.2 Pectina

A pectina pertence à família dos polissacarídeos, encontrada principalmente em paredes celulares de plantas. Como mostra a Figura 1, esse polissacarídeo é constituído por uma estrutura metil esterificada α -1,4 ligadas a D-ácidos galacturônicos e outros açúcares. Esse polissacarídeo dá a característica de textura firme nas frutas, o qual também contribui para as propriedades de adesão entre as células e resistência mecânica da parede celular (YAPO *et al.* 2006). É polimolecular e polidispersa, ou seja, é heterogênea com relação à estrutura química e à massa molecular, sua composição depende do ambiente, fonte e fatores da extração (IGLESIAS; LOZANO, 2004).

Figura 1: Estrutura química da pectina.



Fonte: Montagem de autoria própria a partir de imagem coletada de CHEN *et al.* (2006).

Devido à capacidade de geleificação depender da massa molar e grau de esterificação, pectinas de diferentes fontes não apresentam a mesma habilidade de formação de gel em função das variações nestes parâmetros. O grau de esterificação ou teor de metoxilação que é utilizado como classificação para as pectinas comerciais, indica a proporção dos grupos de ácidos galacturônicos presentes na pectina. Assim sendo, são divididas em pectinas com alto teor de metoxilação (ATM) que possuem grau de esterificação superior a 50% e pectinas com grau de esterificação inferior a 50% que são consideradas de baixo teor de metoxilação (BTM). O teor de metoxilação sofre influência da idade e localização dentro do tecido da planta e do método de extração. O teor de metoxilação reflete nas propriedades funcionais, tais como solubilidade e temperatura em que ocorrerá a geleificação (BIERHALZ, 2010).

A pectina de alto teor de metoxilação (ATM) é comumente aplicada no setor alimentício, para produção de geleias, concentrados de frutas para bebidas, gomas e produtos lácteos (MOLLEA; CHIAMPO; CONTI, 2008). As pectinas de baixo teor de metoxilação (BTM) podem formar géis estáveis e termo reversíveis na ausência de açúcar, por isso são amplamente aplicadas na indústria de dietéticos e de baixa caloria (BIERHALZ, 2010).

Segundo Fertoni (2006), o grau de esterificação é um dos aspectos mais importantes da estrutura da pectina devido à excelente correlação com a propriedade de formar gel que define a adequação de seu uso industrial. As pectinas de alta esterificação formarão gel em pH

próximo de 3,6 e na presença de co-solutos, açúcares com concentração maior que 65% e nas pectinas de baixa esterificação os géis são formados na presença de cálcio (GILSENAM; RICHARDSON; MORRIS, 2000)

De acordo com Constenla, Ponce e Lozano (2002) o grau de esterificação é afetado principalmente pelas condições de secagem da pectina. Os autores variaram a temperatura de secagem da maçã de 60°C a 105°C e os resultados mostraram que quanto maior a temperatura de secagem, maior é a perda de propriedades tais como, rendimento, minerais e os grupos carboxílicos.

2.3 Extração de pectina

As condições de extração apresentam importante influência sobre a natureza da pectina, tanto nos aspectos quantitativos quanto qualitativos, podendo ser modificadas (pH, temperatura, tempo) resultando em alterações no rendimento, na capacidade geleificante e no grau de esterificação.

A extração em meio ácido sob aquecimento é o método utilizado industrialmente para obtenção de pectinas a partir de resíduos industriais de sucos de frutas. Diferentes ácidos podem ser utilizados nesse processo. As condições são variáveis, geralmente o pH vai de 1,5 a 3,0 o tempo vai de 0,5 a 6,0 horas, em uma faixa de temperatura de 60°C a 100°C. A razão sólido-líquido é geralmente 1:18, sendo cerca de 1:15 para o bagaço de maçã desidratados (SAKAI *et al.*, 1993).

Schemin *et al.* (2005) realizaram um estudo em relação a extração ácida da pectina, confirmaram que o ácido nítrico é um bom agente extrator, porém, o ácido cítrico apresentou melhores resultados. Segundo Wang, Pagán e Shi (2002) a extração na presença de um ácido ou uma base em elevadas temperaturas ajudam no rompimento da parede celular, hidrolisando a protopectina e solubilizando as substâncias pécticas. No entanto, o rendimento e a qualidade dos polissacarídeos são fortemente afetados pela condição da extração (FERTONANI, 2006).

Além disso, segundo Paiva, Lima e Paixão (2009), a redução do pH inicial de extração permite obter os melhores rendimentos, no entanto, deve-se ter um equilíbrio, pois a redução exagerada acelera a degradação do polímero e a desesterificação da pectina.

Ademais, tem-se que considerar as variáveis tempo e temperatura no processo de extração que, segundo Kalapathy e Proctor (2001), um tempo de extração longo favorece a degradação da molécula de pectina de uma forma notória quando está associada a uma alta concentração do ácido.

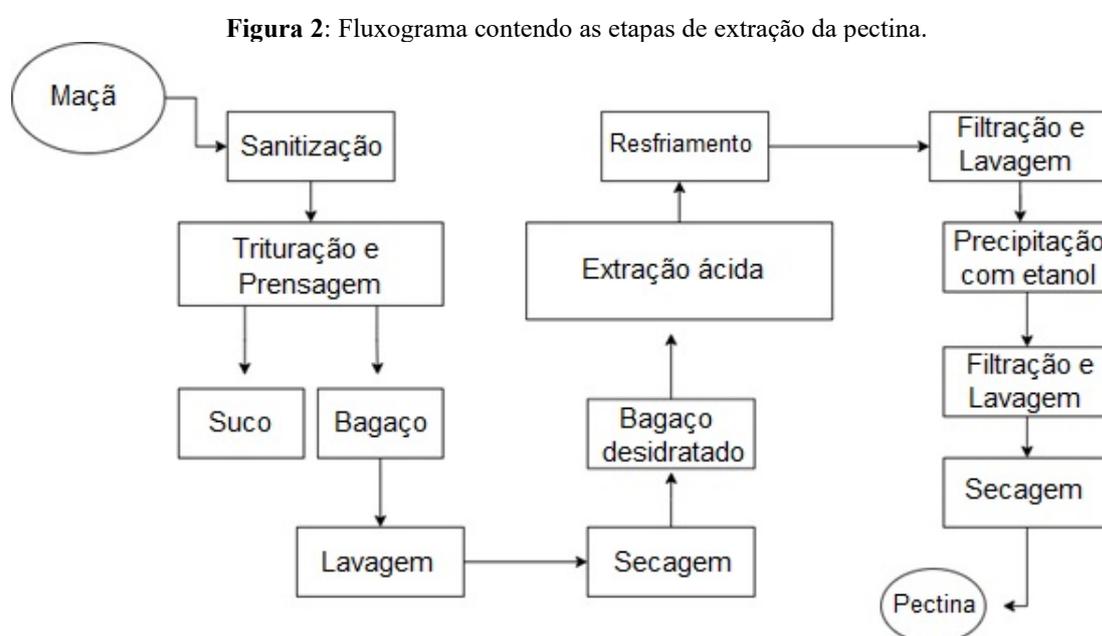
3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Material

A matéria-prima utilizada foi a maçã da variedade gala (*Malus domestica Bork*), adquirida no comércio local da região metropolitana de Belém (PA).

3.2 Metodologia

A extração foi realizada em meio ácido, sob aquecimento, por 25 min, em pH igual a 1,3 na faixa de temperatura de 78°C a 82°C, à razão sólido-líquido de 1:50. A Figura 2 mostra o fluxograma com o resumo das etapas presentes na metodologia deste trabalho, que são descritas detalhadamente nas seções seguintes.



Fonte: Autoria própria (2023).

3.2.1 Tratamento e preparo da matéria-prima

Selecionou-se 2kg de maçãs maduras, com tamanho e aparência uniformes. Em seguida lavou-se as com detergente e água, para retirar quaisquer sujidades, para em seguida serem imersas em uma solução clorada, 1 litro de água para 15 mL de água sanitária 2,5% de cloro ativo, por 15 minutos.

Com as maçãs higienizadas foi realizado o tratamento mecânico para fragmentação em um processador e posteriormente prensadas em um equipamento hidráulico para extração do suco e obtenção do bagaço. O bagaço obtido foi lavado com água à razão de 1:2 (m/v) à temperatura ambiente, por 30 minutos. O bagaço foi centrifugado para retirar o excesso de água

e levado à estufa de circulação de ar à temperatura de 60°C durante 48 horas até massa constante. O bagaço seco foi fragmentado em um liquidificador, a farinha advinda deste processo foi peneirada e a fração retida na peneira 60 mesh armazenada, à temperatura ambiente, em saco plástico.

3.2.2 Extração ácida da pectina

Para a extração de pectina seguiu-se a metodologia de Canteri (2010), com algumas modificações. Inicialmente foram medidos 8 g da fração retida da farinha do bagaço da maçã, a qual foi dissolvida em 200 mL de água destilada e hidratada por 10 minutos. Posteriormente, preparou-se uma solução ácida (6,2%) de igual volume, a partir do ácido cítrico a 1M e misturou-se com a farinha hidratada em uma razão final de sólido-líquido 1:50 (w/v).

A mistura foi aquecida até a temperatura de extração de 80°C ± 2°C e mantida por 25 minutos em manta aquecedora, conforme Figura 3. Em seguida, o balão foi imerso num recipiente contendo água e gelo. Após resfriado até 4°C, o conteúdo foi filtrado em tecido sintético morim e o extrato ácido líquido foi adicionado 2:1 de etanol 96°GL, sob agitação manual. O recipiente contendo o extrato foi deixado em repouso por 30 minutos, para precipitação do gel de pectina, filtrado em tecido sintético morim, lavado com água destilada e prensado levemente. O gel obtido foi pesado e conduzido à estufa de secagem convectiva a 55°C até massa constante.

Figura 3: Preparação das soluções e equipamentos utilizados na extração.



Fonte: Autoria própria (2022).

Legenda: 1: Solução de farinha de maçã+ água destilada (esquerda) e solução ácida (direita); 2: sistema de aquecimento 80°C, 25min.

3.2.3 Rendimento

O rendimento da pectina foi obtido a partir da quantidade inicial de matéria-prima utilizada e a quantidade de pectina extraída, ambas obtidas em base de massa seca, conforme a equação 1:

$$\text{Rendimento} = \frac{\text{pectina} \times 100}{\text{matéria prima inicial}} \quad (1)$$

3.2.4 Caracterização titulométrica da pectina

Para o grau de esterificação do ácido poligalacturônico utilizou-se a metodologia de Kliemann (2006). O procedimento para obtenção dos dados para determinação de K_f (percentual de grupos carbóxi livres) foi inicialmente misturar 0,4g de pectina seca com álcool etílico P.A (95 %), em seguida adicionar 40 mL de água destilada a 40 °C e agitar por 2 horas. Depois da agitação a solução da pectina foi titulada com solução de NaOH 0,1N com adição de fenolftaleína. O ponto de viragem foi determinado pela variação do pH até atingir o valor de 8,5. A equação 2 foi utilizada para o cálculo de K_f .

$$K_f = \frac{N_{NaOH} \times V_{NaOH} \times 0,045 \times 100}{a} \quad (2)$$

Em que K_f corresponde à porcentagem de grupos carbóxi livres, a é a porção da pectina pesada com absorção de água (g), N_{NaOH} é a normalidade da solução alcalina e V_{NaOH} , o volume da solução alcalina gasto durante a titulação (mL).

Para a determinação do percentual de grupos carbóxi esterificados (K_e) foram adicionados 20 mL de NaOH 0,1N na amostra neutralizada depois da determinação dos grupos carbóxi livres. A solução foi agitada por 2 horas para a saponificação dos grupos carbóxi esterificados do polímero. Em seguida adicionou-se 10 mL de HCl 0,1N à solução. O excesso de HCl foi titulado com NaOH 0,1N. A equação 3 foi utilizada para o cálculo de K_e

$$K_e = \frac{N_{NaOH} \times V_{NaOH} \times 0,045 \times 100}{a} \quad (3)$$

Em que K_e corresponde à porcentagem de grupos carbóxi esterificados, a é a porção da pectina pesada com absorção de água (g), N_{NaOH} é a normalidade da solução alcalina e V_{NaOH} , o volume da solução alcalina gasto durante a titulação (mL).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Rendimento da farinha de maçã desidratada

A Tabela 1 mostra os resultados dos rendimentos de farinha desidratada em relação a massa de maçã inicial e do bagaço.

Tabela 1: Rendimentos de farinha de maçã desidratada.

Material	Massa (g)	Rendimento de farinha (%)
Maçã	2000	1,7
Bagaço	674	5,0

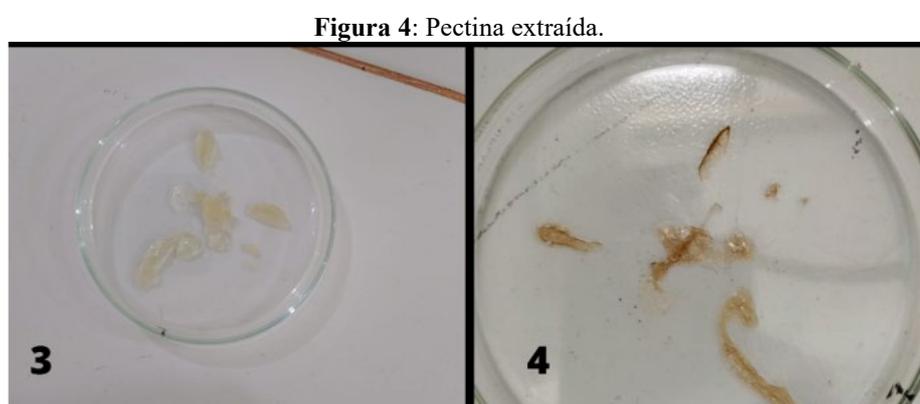
Fonte: Autoria própria (2022).

Da massa inicial de 2kg de maçã utilizada, obteve-se 674,0g de bagaço, após a extração do suco. A massa de farinha, depois do processo de secagem e trituração, foi de 33,9g. O rendimento da farinha em relação a quantidade inicial de massa de maçã utilizada foi de 1,70%, e o rendimento de farinha em relação ao bagaço foi de 5,0%.

4.2 Rendimento da Pectina

A massa de 0,4g de pectina seca gerou um rendimento de 32,96%, valor este, maior em comparação com Canteri *et al.* (2005), que extraíram a pectina de maçãs de diversas variedades com rendimento de 17,82%, obtidas com ácido cítrico à 6,2% em 100°C por 153 minutos.

A Figura 4 mostra a pectina obtida. A imagem da esquerda é a pectina úmida e a imagem da direita a pectina seca.



Legenda: 3; pectina úmida; 4: pectina seca.
Fonte: Autoria própria (2022).

No trabalho de Scabio *et al.* (2006), utilizaram maçãs da variedade joaquina obtidas por a extração com ácido nítrico 100mMol/L, 97°C por 10 minutos e obtiveram um rendimento de 16,09%. No estudo de Canteri (2010), que utilizou uma metodologia semelhante, variando na temperatura de extração, 80°C por 20 minutos, utilizou maçãs catarinas e obteve um rendimento de 10,28%. No trabalho de Marcon *et al.* (2005) foram utilizadas maçã gala, com 5% de ácido cítrico. Os autores variaram tempo de extração e temperatura, obtendo o melhor valor de 16,8% de rendimento, com a temperatura de 100°C e 80 minutos de extração. Mesmo utilizando a mesma matéria-prima, houve uma diferença significativa nos resultados.

Os valores obtidos no presente trabalho foram muitos semelhantes ao do Virk e Sorgi (2004), no entanto, na sua metodologia realizaram três extrações com duração de 25 minutos cada e verificaram que o ácido cítrico foi o que obteve maior rendimento entre as variações de 0,02M, 0,05M de HCl e de 1% de ácido cítrico, já que, ácidos muito fortes principalmente alinhados a altas temperaturas, tendem a destruir as ligações pépticas.

Klienmann (2006) observou que os efeitos lineares de pH e temperatura influenciaram significativamente no rendimento da extração com ácido cítrico, devido a influência da temperatura elevada e pH ácido o que ocasionou a destruição de cadeias pépticas.

Fishman *et al.* (2000), demonstraram que pectinas expostas em aquecimento prolongado, tem as suas redes estruturais agregadas, dissociadas em componentes menores.

Os estudos têm mostrado que a diferença de rendimentos está relacionada com o pH da solução, tipo de ácido, tempo e temperatura. No Quadro 01 estão alguns resultados de rendimentos de pectina mostrando estas variações.

Quadro 01: Rendimentos de pectina de maçã.

Artigo	Extrator	Temperatura (°C)	Tempo (min)	Rendimento (%)
Canteri (2010)	Ácido nítrico (6,2%)	80°C	20 min	10,28%
Marcon <i>et al.</i> (2005)	Ácido cítrico (5,0%)	100°C	80 min	16,8%
Canteri <i>et al.</i> (2005)	Ácido cítrico (6,2%)	100°C	153 min	17,82%
Virk e Sorgi (2004)	Ácido cítrico (1%)	-	25 min	30,34%
Autores (2023)	Ácido cítrico (6,2%)	80°C	25 min	32,96%

Fonte: Autoria própria a partir de dados extraídos dos Artigos Canteri (2010), Canteri *et al.* (2005) e Virk e Sorgi (2004).

4.3 Grau de esterificação (GE)

O grau de esterificação da pectina maçã gala (*Malus domestica* Bork) foi de 20,34%, sendo classificado como baixo grau de metoxilação (BTM), Neste caso, seu uso ideal é para alimentos dietéticos, já que, segundo Koubala *et al.* (2008), não necessita de uma grande quantidade de açúcares, pois consegue formar géis na presença de cátions divalentes como o cálcio, em uma faixa de pH de 2,5 a 7.

O Quadro 2 mostra as classificações GE (%) para maçã, em comparação com os dados encontrados na literatura.

Quadro 02: Grau de esterificação e classificação em teor de metoxilação para maçã.

Artigo	Extrator	GE (%)	Classificação
Virk e Sorgi (2004)	Ácido cítrico (1%)	33,44%	BTM
Canteri <i>et al.</i> (2005)	Ácido cítrico (6,2%)	68,84%	ATM
Canteri (2010)	Ácido Nítrico (6,2%)	76,0%	ATM
Autores (2023)	Ácido cítrico (6,2%)	20,34%	BTM

Fonte: Autoria própria a partir de dados extraídos dos Artigos Canteri (2010), Canteri *et al.* (2005), Virk e Sorgi (2004).

Quando comparados aos resultados obtidos neste trabalho, observa-se que o grau de esterificação da extração está próximo ao obtido por Virk e Sorgi (2004), no entanto, no trabalho de Canteri *et al.* (2005) e Canteri (2010), obtiveram uma pectina com valor alto para o

grau de esterificação apesar de ambas terem apresentado baixo rendimento. Segundo Scabio *et al.* (2007), as condições de extração resultaram num polissacarídeo menos degradado, com alto grau de esterificação, porém, baixo rendimento. Canteri *et al.* (2005), justificaram o seu alto grau de esterificação pelo grau de maturidade das maçãs.

De acordo com Blanco *et al.* (2019) e Abid *et al.* (2017) o grau de esterificação está intimamente ligado ao peso molecular, pH e à força iônica para formação de um gel com boas características. Quanto maior o grau, maior serão as interações hidrofóbicas pelo gel apresentando maior força de interação intermolecular.

Além disso, fatores como a localização geográfica da matéria-prima, a variedade utilizada e condições de extrações mais brandas influenciam na obtenção uma pectina mais viscosa e como consequência um aumento do grau de esterificação, e que, um baixo rendimento não implica em um baixo grau de esterificação (CANTERI, 2010).

5. CONCLUSÕES

Diante dos resultados, conclui-se que a metodologia empregada na obtenção da pectina a partir do bagaço desidratado da maçã gala se mostrou viável. Os resultados encontrados em relação ao rendimento e grau de esterificação foram satisfatórios em comparação com os encontrados na literatura, com a vantagem de terem sido obtidos em medidas inferiores de tempo e temperatura.

As condições da extração permitiram obter um produto de qualidade, ou seja, uma pectina apropriada para ser utilizada como pectina comercial. Isso mostra a potencialidade de subprodutos agroindustriais na formulação de novos ingredientes, agregando valor e abrindo caminho para novos mercados.

Considerando o que mostram os estudos, diferentes variáveis podem influenciar no rendimento e no grau de esterificação; sendo assim, para trabalhos futuros, recomenda-se um estudo mais detalhado da influência do pH, tempo e temperatura de extração.

REFERÊNCIAS

ABID, M. *et al.* Characterization of pectins extracted from pomegranate peel and their gelling properties. **Food Chemistry**, v. 215, p. 318-325, 2017. Disponível em: <Characterization of pectins extracted from pomegranate peel and their gelling properties - ScienceDirect>. Acessado em: Nov. 2022.

ANUÁRIO Hortifruti Brasil 2020-2021. Edição Especial – Ano 19, v. 207, Dez/2019 a Jan/2021. **Pesquisas de mercado desenvolvidas pela Equipe Hortifruti do Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada** (Cepea). Disponível em <https://www.hfbrasil.org.br/br/revista/retrospectiva-2020-perspectivas2021.aspx>. Acessado em: Abr. 2023.

BIERHALZ, A. C. K. **Confecção e caracterização de biofilmes ativos à base de pectina BTM e pectina BTM/alginato reticulados com cálcio**. 2010. 137 f. Dissertação de Mestrado (Mestrado em Engenharia Química) - Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2010. Disponível em: <<https://bvs.fapesp.br/pt/publicacao/76402/confeccao-e-caracterizacao>>. Acessado em: Set. 2022.

BLANCO, J. C. *et al.* Elaboración de una película plástica biodegradable a partir del almidón de yuca y pectina. **Revista CLIC**, v. 1, n. 1, p. 1-3, 2019. Disponível em: <Elaboración de una película plástica biodegradable a partir del almidón de yuca y pectina | Revista Clic (fitecvirtual.org)>. Acessado em: Out. 2022.

CANTERI M, H. *et al.* Extraction of pectin from apple pomace. **Brazilian archives of biology and technology**, v. 48, p. 259-266, 2005. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/babt/a/xS3NhspJ4CDv3Vbswc5zRRC/>>. Acessado em: Abr. 2023.

CANTERI, M. H. G. **Caracterização comparativa entre pectinas extraídas do pericarpo de maracujá-amerelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**. 2010. 86 f. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Paraná. Setor de Tecnologia de Alimentos, Curitiba, 2010. Disponível em: <UM (ufpr.br)>. Acessado em: Ago. 2022.

CHEN, C. H. *et al.* Suppression of endotoxin-induced proinflammatory responses by citrus pectin through blocking LPS signaling pathways. **Biochemical Pharmacology**, v. 72, p. 1001-1009, 2006.

CONSTENLA, D.; PONCE, A. G.; LOZANO, J. E. Effect of pomace drying on apple pectin. **Lebensmittel Wissenschaft Und-Technologie. Food Science and Technology**, v. 35, n. 3, p. 216-221, 2002. Disponível em:< Effect of Pomace Drying on Apple Pectin - ScienceDirect>. Acessado em: Set. 2022.

FERTONANI, H. C. R. Estabelecimento de um modelo de extração ácida de pectina de bagaço de maçã. 2006. 82 f. Tese de Mestrado. Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa, 2006.

FISHMAN, M. L. *et al.* Extrusion of pectin/starch blends plasticized with glycerol. **Carbohydrate Polymers**, v. 41, n. 4, p. 317-325, 2000. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0144861799001174>>. Acessado em: Out. 2023.

GILSENAM, P. M.; RICHARDSON, R. K.; MORRIS, E. R. thermally reversible acid-induced gelation of low-methox pectin. **Carbohydrate Polymers**, n.41, p.339-349, 2000. Disponível em:< Thermally reversible acid-induced gelation of low-methoxy pectin - ScienceDirect>. Acessado em: Set. 2022.

HANG, Y. D. Production of fuels and chemicals from apple pomace. **Food Technology**, Chicago, v. 41, n. 3, p. 115-117, 1987. Disponível em: <

s://www.semanticscholar.org/paper/Production-of-fuels-and-chemicals-from-apple-pomace-Hang/c8c998b8206e78205a4d629ac9d4173ed943c2c0 >. Acessado em: Out. 2022.

IGLESIAS, M. T.; LOZANO, J. E. Extraction and characterization of sunflower pectin. **Journal of food engineering**, v. 62, n. 3, p. 215-223, 2004. Disponível em :< <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0260877403002346>>. Acessado em: Out. 2022

KALAPATHY, U.; PROCTOR, A. Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. **Food Chemistry**, v. 73, n. 4, p. 393-396, 2001. Disponível em: <Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin - ScienceDirect>. Acessado em: Set. 2022.

KLIEMANN, E. **Extração E Caracterização Da Pectina Da Casca Do Maracujá Amarelo (Passiflora edulis flavicarpa)**. 2006. 75 f. Dissertação de Mestrado. (Setor de (Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Santa Catarina, Setor de Ciência dos Alimentos, Florianópolis, 2006. Disponível em: < Extração e caracterização da pectina da casca do maracujá amarelo (Passiflora edulis flavicarpa) (ufsc.br)>. Acessado em: Set. 2022.

KOUBALA, B. B. *et al.* Effect of extraction conditions on some physicochemical characteristics of pectins from “Améliorée” and “Mango” mango peels. **Food Hydrocolloids**, v.22, n. 7, p. 1345-1351, 2008. Disponível em: <Efeito das condições de extração sobre algumas características físico-químicas de pectinas de cascas de manga "Améliorée" e "Mango" - ScienceDirect>. Acessado em: Nov. 2022.

MARCON, M. V. *et al.* Pectins from apple pomace. **Polímeros**, v. 15, p. 127-129, 2005. Disponível em: <v15n1a01(scielo.br)>. Acessado em: Abr. 2023.

MOLLEA, C.; CHIAMPO, F.; CONTI, R. "Extraction and characterization of pectins from cocoa husks: A preliminary study." **Food Chemistry**. v.107, no. 3 p.1353-1356. 2008. Disponível em:< Extraction and characterization of pectins from cocoa husks: A preliminary study - ScienceDirect>. Acessado em: Set. 2022.

NOGUEIRA, A. *et al.* Avaliação da fermentação alcoólica do extrato de bagaço de maçã. **Semina**, Londrina, v.26, n.2, p 179-186 abr./jun., 2005. Disponível em: <Avaliação da fermentação alcoólica do extrato de bagaço de maçã (bvs-vet.org.br)>. Acessado em: Set. 2022.

PAIVA, E. P.; LIMA, M. S.; PAIXÃO, J. A. Pectina: propriedades químicas e importância sobre a estrutura da parede celular de frutos durante o processo de maturação. **Revista Iberoamericana de Polímero**, v. 10, n. 4, p. 196-211, 2009. Disponível em: <Paiva2009 Polimeros da parede celular_ importância.pdf (usp.br)>. Acessado em: Set. 2022.

SAKAI, T. *et al.* Pectin, Pectinase and Protopectinase: production, properties and applications. **Advances in applied microbiology**, v. 39, p. 213-294, 1993. Disponível em: < <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0065216408705975> >. Acessado em: Abr. 2023.

SCABIO, A. *et al.* A model for pectin extraction from apple pomace. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 10, p 259-265, out.-dez. 2007.

SCHEMIN, M. H. *et al.* Extração de pectina da maçã pomace. **Arquivo Brasileiro de Biologia e Tecnologia**, 48, 259-266, 2005. Disponível em: < Redalyc.Influência da concentração de

ácidos no processo de extração e na qualidade de pectina de bagaço de maçã>. Acessado em: Out. 2022.

TURZA, R. C. M. C. **Aproveitamento biotecnológico dos resíduos provenientes da extração do suco de maçã por fermentação no estado sólido**. 1995. 81 f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Química) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 1995.

WANG, Q.; PAGÁN, J.; SHI, J. **Pectin from fruits**. [S.l.]: CRC, p. 1-47. 2022.

YAPO, B. N. *et al.* Effect of extraction conditions on the yield, purity, and surface properties of sugar beet Pulp pectin extracts. **Food Chemistry**, 2006. Disponível em: < Effect of extraction conditions on the yield, purity and surface properties of sugar beet pulp pectin extracts - ScienceDirect>. Acessado em: Out. 2022.

VIRK, B. S.; SOGI, D. S. Extraction and characterization of pectin from apple (*Malus Pumila*. Cv Amri) peel waste. **International journal of food properties** v. 7, no. 3, p. 693-703, 2004. Disponível em: <www.tandfonline.com>. Acessado em: Out. 2022.