

EXTRAÇÃO ÁCIDA E CARACTERIZAÇÃO DA PECTINA DE POLPA DESIDRATADA DE ARATICUM-DO-BREJO (*Annona glabra*) ASSISTIDA POR ULTRASSOM

ACID EXTRACTION AND CHARACTERIZATION OF PECTIN FROM DEHYDRATED PULP OF ARATICUM-DO-BREJO (*Annona glabra*) ASSISTED BY ULTRASOUND

DOI: 10.65747/conali2025v3c11

Nicole Moreira Martins¹; Gabriel Moreira Viana²; Isabele Vitória da Cunha Xavier³; Liana Cleide Flor de Lima Velho⁴; Danielle Alves da Silva Rios⁵; Lucicléia Barros de Vasconcelos Torres⁶.

¹Discente do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC; E-mail: nicole11moreira@gmail.com

²Discente do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC; E-mail: vianagabriel948@gmail.com

³Discente do Curso de Engenharia de Alimentos - CCA – UFC; E-mail: isabelevx@gmail.com

⁴Técnica do Laboratório de Pesquisa e Inovação em Produtos Vegetais e Embalagens - LabINNOVA - CCA – UFC; E-mail: lianaflor@gmail.com

⁵Bolsista de pós-doutorado do Laboratório de Pesquisa e Inovação em Produtos Vegetais e Embalagens - LabINNOVA - CCA – UFC; E-mail: nutri.danirios@gmail.com

⁶Docente do Depto de Engenharia de Alimentos – CCA – UFC; lucicleia_barros@ufc.br

Resumo: A pectina é um heteropolissacarídeo amplamente utilizada como estabilizante e espessante na área alimentícia pela sua capacidade de gelificação. O araticum-do-brejo (*Annona glabra*) é um fruto da família *Annonaceae*, muito consumida *in natura* ou na preparação de sucos. O objetivo deste estudo foi a caracterização e quantificação da pectina por extração ácida da polpa desidratada de Araticum-do-brejo auxiliada por banho-ultrassônico como potencializador do processo. Como solução extratora foi utilizada solução de ácido cítrico 50% (p/v). A extração ácida consistiu em usar proporção de 1:30 razão amostra/solução e banho-ultrassônico com potência de 31% e temperatura de 70 °C. Foram testados 3 tempos de extração: 15, 30 e 45 minutos. A caracterização da pectina foi realizada através do método titulométrico para determinação do grau de esterificação. A extração ácida de pectina das amostras resultou em um baixo Grau de Metoxilação (GM<50%) nos parâmetros utilizados. Os tempos de 15 e 30 minutos apresentaram melhor grau de esterificação (21,59 e 23,77%), sem diferença estatística ($p < 0,01$), quando comparado com o tempo de 45 (11,23%). Por outro lado, o rendimento aumenta quanto maior o tempo de extração ($p < 0,01$), com os valores de 32,27%, 30,64% e 69%, do tempo menor ao maior, respectivamente. Entretanto, ainda que com um maior rendimento, a qualidade da pectina foi significativamente reduzida, pois apresentou grau de esterificação mais baixo em relação aos demais, e assim com uma capacidade menor de gelificar, diminuindo sua capacidade espessante e estabilizante nos alimentos.

Palavras-chave: araticum-do-brejo; esterificação; extração; pectina; ultrassom.

Abstract: Pectin is a heteropolysaccharide widely used as a stabilizer and thickener in the food industry due to its gelling ability. Araticum-do-brejo (*Annona glabra*) is a fruit from the Annonaceae family, commonly consumed fresh or in juice preparation. The aim of this study was the characterization and quantification of pectin obtained by acid extraction from dehydrated Araticum-do-brejo pulp, assisted by an ultrasonic bath as a process enhancer. A 50% (w/v) citric acid solution was used as the extracting solution. Acid extraction was carried out using a 1:30 sample/solution ratio and an ultrasonic bath with 31% power at 70 °C. Three extraction times were tested: 15, 30, and 45 minutes. Pectin characterization was performed by the titrimetric method to determine the degree of esterification. Acid extraction of pectin from the samples resulted in a low Degree of Methoxylation (DM < 50%) under the tested parameters. Extraction times of 15 and 30 minutes presented a higher degree of esterification (21.59 and 23.77%), with no statistical difference ($p < 0.01$), when compared with the 45-minute time (11.23%). On the other hand, yield increased with longer extraction times ($p < 0.01$), with values of 32.27%, 30.64%, and 69% for the shortest to the longest time, respectively. However, despite the higher yield, the quality of the pectin was significantly reduced, as it showed a lower degree of esterification compared to the others, thus having a reduced gelling capacity and consequently lower thickening and stabilizing ability in foods.

Keywords: araticum; esterification; extraction; pectin; ultrasound.

INTRODUÇÃO

O Araticum-do-brejo (*Annona glabra*) é uma árvore pertencente à família *Annonaceae* que abrange cerca de 2000 espécies. De bioma tropical, nativa da Flórida nos Estados Unidos e de algumas regiões da África Ocidental, seu fruto é caracterizado como uma baga, com polpa comestível aderida às sementes, comumente consumida *in natura* ou na preparação de doces e sucos, ademais, suas folhas são destinadas a uso medicinal na preparação de chás (1).

A polpa é rica em compostos antioxidantes, como alguns alcalóides e flavonóides (2), além de ser uma boa fonte de fibras solúveis. As fibras solúveis, formam um gel durante o processo digestivo, auxiliando na regulação de colesterol e glicemia, atuando na prevenção de doenças crônicas não transmissíveis e doenças gastrointestinais. Dentre estas, há alguns polissacarídeos como oligossacarídeos, gomas e pectinas (3).

A pectina é um heteropolissacarídeo, um polissacarídeo constituído por dois ou mais de um tipo de monossacarídeo. Na pectina está o ácido galacturônico, principal componente desse carboidrato, resultado da oxidação da galactose. Segundo a Organização das Nações Unidas para a Alimentação e Agricultura, FAO, o mínimo de ácido galacturônico que uma pectina deve possuir é 65% (4, 5).

As pectinas são utilizadas como espessante e estabilizante na área alimentícia devido a sua capacidade de gelificação, estas são extraídas da casca e polpa de frutas (em sua grande maioria, cítricas). A capacidade de gelificação da pectina depende do

Grau de Esterificação (GE), este é referente à razão de grupos carboxílicos (-COOH) em uma molécula que estão esterificados em relação ao total de grupos carboxílicos totais (6).

A porcentagem do GE determina o Grau de Metoxilação (GM) da pectina. Pectinas com faixa de GM superior a 50% (GM > 50%) são consideradas de alto GM e gelificam mais rapidamente, para isso requerem um pH ácido e uma maior concentração de açúcar em relação às de baixo grau para atuar como espessante. Já as de baixo grau (GM < 50%) levam mais tempo na gelificação, porém formam gel na presença de pouco ou nenhum açúcar, pois o gel é produzido pela influência de íons de cálcio (7). Por precisarem de menos açúcar, são preferíveis em receitas para pessoas que por escolha ou alguma patologia necessitem restringir a quantidade deste nutriente.

Estudos sobre o potencial do uso do bagaço de frutas que costumam apresentar pectina em sua composição, assim como de novas matrizes, mostram um interesse pelas indústrias em buscar não só soluções para auxiliar em questões de impactos ambientais gerados por resíduos industriais, com um melhor aproveitamento deles, como alternativas que promovam novas fontes dessa fibra com uso diverso pelas indústrias alimentícias (5).

As pectinas originadas de diferentes matérias-primas, podem apresentar características diversas em relação à composição, rendimento, pureza, cor, massa molar, GE, teores de açúcares neutros, distribuição dos grupos carboxil-metoxilados, bem como em outras propriedades funcionais e tecnológicas. Essas alterações em suas características, se dão, não somente pela fonte na qual é extraída, mas também pelo método de extração, temperatura/potência (dependendo do método usado), pela concentração do ácido, tempo e força da base de esterificação (8, 9).

A extração em meio ácido, realizada sob aquecimento é o método utilizado industrialmente para obtenção de pectinas, sendo utilizados comumente os ácidos cítrico, láctico ou tartárico, variando as faixas de pH e temperatura, bem como o tempo empregado (5, 10).

Diante do contexto apresentado, o objetivo desta pesquisa foi avaliar através da extração ácida, a quantificação e caracterização da pectina da polpa desidratada de Araticum-do-brejo (*Annona glabra*) assistida por ultrassom.

MATERIAL E MÉTODOS

Obtenção da matéria-prima

Os frutos maduros de araticum-do-brejo (*Annona glabra*) (Fig.1) foram adquiridos no pomar didático da Universidade Federal do Ceará (UFC) - Campus Pici, Fortaleza (CE). O período da coleta aconteceu no mês de fevereiro de 2025 e os frutos foram levados ao Laboratório de Processamento de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos (DEAL/UFC), onde foram processados e armazenados.



Figura 1- Fruto e sementes de Araticum-do-brejo (*Annona glabra*)

Fonte: Autores, 2025

As etapas de secagem, extração e caracterização da pectina foram realizadas nas instalações do Laboratório de Pesquisa e Inovação em Produtos Vegetais e Embalagens (LabINOVA) do mesmo Campus.

Processamento da matéria-prima

Inicialmente, os frutos foram selecionados, descartando aqueles muito maduros ou com injúrias em suas cascas. Estes foram então lavados em água corrente e devidamente higienizados em solução de hipoclorito de sódio 200 ppm por 20 minutos, seguido de enxague em água corrente.

Posteriormente, com o auxílio de uma faca devidamente higienizada, os frutos foram manualmente descascados e despulpados, separando a polpa da semente. A polpa foi triturada em multiprocessador doméstico (Philips Walita 3000 series, 750W) para obtenção de uma amostra homogênea.

A polpa triturada foi acondicionada em assadeira de alumínio com papel manteiga e submetida à secagem em estufa de secagem com renovação e circulação de ar (TE-394/2, Tecnal) a 55 °C, durante 42 horas. Logo após, a polpa seca foi triturada em liquidificador industrial (Spolu, modelo 2 L, ECO, 800W e 18.000 RPM) e passada em peneira granulométrica de 24 meshs para obtenção de um pó fino e uniforme (Fig. 2).



Figura 2 - Pó de polpa de araticum-do-brejo.

Fonte: Autores, 2025

Extração da pectina

Para determinar se a polpa de araticum-do-brejo se apresentava como uma fonte de pectina, preliminarmente, foi realizado um teste qualitativo que consistiu em adicionar 50 mL de álcool etílico 99,5 °GL em 1 g de polpa fresca triturada, levemente homogeneizada com o auxílio de bastão de vidro e colocada em repouso por três minutos. Após o tempo decorrido, a amostra foi misturada novamente com bastão de vidro e observou-se que a polpa não se desintegrou, formando um precipitado homogêneo (Fig. 3) (11). Assim, pôde-se inferir que a polpa de araticum-do-brejo possui pectina.



Figura 3 - Teste qualitativo para determinação de pectina em polpa de araticum-do-brejo.

Fonte: Autores, 2025

Para realizar a extração ácida de pectina, foi utilizada uma solução de ácido cítrico 50% (p/v) com pH 1,0 como solução extratora. Em béqueres foram pesados 3,0 g de pó da polpa araticum-do-brejo e, em seguida, foram adicionados 90 mL de solução de ácido cítrico 50% (proporção 1:30 amostra/solução).

As amostras foram então transferidas à lavadora ultrassônica (Modelo Q 13/25A, Ultrasonic, Brasil) com frequência de 25 kHz e amplitude de 31%W (potência sônica de 140W) e temperatura de 70°C. O único parâmetro variável na extração foi o tempo, onde foram realizados testes em três momentos: 15, 30 e 45 minutos. Todos os ensaios foram feitos em triplicata.

Após esse processo, as amostras foram resfriadas em banho de gelo durante uma hora. Em seguida, foram transferidas para tubos Falcon de 50 mL e centrifugadas (Hettich, Rotina 380 R) por 10 minutos a 11.000 RPM com temperatura de 25°C, sendo recolhido ao final apenas o sobrenadante.

Ao sobrenadante contendo a pectina, foi adicionado duas partes de álcool etílico 96% para uma parte do sobrenadante (proporção 1:2), seguida de agitação em agitador magnético (Modelo GT-AMB2L, Global Trade Technology) por um minuto. Essa mistura foi deixada em repouso por 24h para a redução da solubilidade da pectina pelo álcool, o que promoveu a precipitação do composto (Fig. 4).



Figura 4 - Precipitação da pectina após 24h em álcool 96%

Fonte: Autores, 2025

Passado este período, as amostras foram centrifugadas novamente com os mesmos parâmetros citados anteriormente. Desta vez, o sobrenadante contendo álcool e impurezas insolúveis foi descartado e foi recolhido o precipitado, a pectina (Fig. 5).



Figura 5 - Pectina precipitada após centrifugação

Fonte: Autores, 2025

As amostras centrifugadas foram transferidas para funil de vidro para lavagem com álcool 96%, sendo o processo de lavagem repetido 6 vezes para a purificação da pectina. Posteriormente, a pectina lavada foi acondicionada em placas de petri e seca em estufa com circulação de ar a 60°C até peso constante (Fig. 6). Após a secagem, notou-se certo escurecimento da amostra, provavelmente devido ao calor seco da estufa, típico de pectinas extraídas de frutas ácidas como o Araticum-do-brejo (9).



Figura 6 - Pectina úmida após lavagem com álcool 96% e após secagem em estufa com circulação de ar.

Fonte: Autores, 2025

O rendimento da pectina foi calculado pela equação abaixo (Eq. 1) (12):

$$\text{Rendimento (\%)} = \frac{\text{massa de pectina seca}}{\text{massa de pó de polpa}} \times 100 \quad (\text{Eq.1})$$

Caracterização da pectina pelo Grau de Esterificação

O Grau de Esterificação (GE) da pectina extraída do pó da polpa de araticum-do-brejo foi determinado seguindo o método de titulação (13). As pectinas secas foram trituradas com auxílio de almofariz e pistilo para obtenção de pó. Foram utilizados 200 mg e adicionados 5 mL de álcool etílico 95% e 20 mL de água em erlenmeyer de 250 mL. A mistura foi levada a banho-maria (Dubnoff TECNAL, Modelo - TE-05), com temperatura de 45°C e agitação de 60 RPM, por 35 minutos. Em seguida, foram adicionadas três gotas do indicador fenolftaleína e titulou-se a amostra com NaOH 0,1M. O volume gasto de NaOH foi registrado como V_i (volume inicial antes da desesterificação).

Após a titulação, foi adicionado mais 10 mL de NaOH 0,1M à amostra e levado a agitador magnético por um minuto e meio. Feito isso, as amostras repousaram por 2h em temperatura ambiente para desesterificação da pectina, onde um éster é produzido pela reação de álcool e um ácido carboxílico (Fig. 7).



Figura 7 - Processo de desesterificação das amostras

Fonte: Autores, 2025

Decorrido o tempo de repouso, foram adicionados às amostras 10 mL de HCl 0,1M, que foram levemente agitadas para que a coloração rosa desaparecesse. Mais três gotas de fenolftaleína foram adicionadas às amostras e titulou-se novamente com NaOH 0,1M.

O volume gasto de NaOH após esta segunda titulação foi registrado como V_f (volume final após a desesterificação) e o (GE) determinado pela seguinte equação (Eq. 2) (13):

$$GE (\%) = \left(\frac{V_f}{(V_f + V)} \right) \times 100 \quad (\text{Eq. 2})$$

Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata e os dados foram expressos com média \pm desvio padrão. Os resultados das análises em função do tempo foram analisados através de teste de diferença de média (Tukey). Os dados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Tukey ($p < 0,01$) utilizando o *software* Statistica 7.0.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Grau de Esterificação e Rendimento da pectina

A porcentagem obtida de esterificação permite a classificação da pectina com alto ou baixo GM (7). Na Tabela 1 estão expressos os resultados do GE e do rendimento da pectina para os três tempos de extração avaliados. As amostras com tempo de extração de 15 e 30 minutos não diferiram estatisticamente entre si, mas houve diferença entre elas e a amostra que foi obtida pelo tempo de extração de 45 minutos ($p < 0,01$).

Tabela 1 – Resultados do Grau de Esterificação (GE) da pectina extraída da polpa em pó de araticum-do-brejo

Tempo (min)	GE (%)
15	21,59 ^a \pm 0,52
30	23,77 ^a \pm 1,23
45	11,23 ^b \pm 0,41

Fonte: Autores, 2025

^{a, b, c} Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,01$).

Todas as amostras analisadas resultaram em pectinas com baixo GM, ou seja, com GM inferior a 50%. As amostras de pectina extraídas quando foram empregados os tempos de 15 e 30 minutos apresentaram valores mais elevados. Entretanto, para o tempo de 45 minutos o GM foi inferior (11,23%). Apesar da diferença, nos 3 tempos os valores estão abaixo de 50%, o que indica que a pectina levará mais tempo para gelificar e pode não necessitar de açúcar, tendo indicação de uso para elaboração de produtos para pessoas com restrição de ingestão de açúcar.

Em um estudo com extração ácida de pectina da casca de maracujá assistida por ultrassom, foi determinado o GE apenas para amostras obtidas nas condições que proporcionaram maior rendimento de pectina e obteve-se 81,93% de GE (14). Dessa forma é possível observar que apesar da utilização de técnicas parecidas para extração da pectina, diferentes matérias-primas irão resultar em graus de esterificação diferentes.

A Tabela 2 apresenta as diferenças entre as médias dos rendimentos obtidos nos 3 tempos de estudo no processo de extração de pectina. Os resultados obtidos mostram que os 3 tempos resultam em diferentes rendimentos ($p < 0,01$).

Tabela 2 – Resultados do rendimento da pectina extraída da polpa em pó de araticum-do-brejo

Tempo (min)	Rendimento (%)
15	32,27 ^b ± 0,26
30	30,64 ^c ± 0,26
45	69,00 ^a ± 0,15

Fonte: Autores, 2025

a, b, c Médias com letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si ($p < 0,01$).

Observou-se que o tempo de extração influenciou diretamente no aproveitamento, com potência (140 W) e temperatura (70 °C) constantes, promovendo um rendimento maior de pectina.

O efeito do ultrassom permitiu otimizar o parâmetro tempo, podendo reduzir a duração da extração, em relação ao método químico convencional, em até um quarto de tempo (15). Com 45 minutos, foi obtido um rendimento de quase 70%, com o uso de ultrassom, menos de uma hora e com apenas 31% de potência sônica. Já as pectinas extraídas com 15 e 30 minutos resultaram em um aproveitamento menor, ambas com valores próximos a 30% de rendimento.

O ultrassom promove rendimento significativo em menor tempo devido a liberação de compostos desejados provenientes do rompimento das células biológicas pelas ondas ultrassônicas, aumentando a transferência de massa (16).

Ao avaliarem a eficiência da extração de caqui adstringente e não adstringente, utilizando citrato de sódio, observou-se que o aumento de temperatura influenciou de maneira significativa ($p < 0,05$) a elevação do rendimento, com uma variação de 55 e 85 °C, a extração passou de 2,3% para 4,7%. Além disso, de maneira semelhante ao encontrado neste trabalho, o tempo do processo de extração teve um efeito positivo no rendimento, 2,4% (8,9 minutos) para 4,5% (141,2 minutos) (12).

CONCLUSÃO

A extração ácida de pectina a partir da polpa desidratada de araticum-do-brejo com o uso de ondas ultrassônicas e solução de ácido cítrico, resultou em um GM menor que 50%. O melhor rendimento de pectina foi obtido no tempo de 45 minutos (aproximadamente 70%), o que mostra que tempos mais longos favorecem a liberação de pectina, o contrário foi observado nas extrações de 15 e 30 minutos, com rendimento na faixa de 30%.

Todas as amostras apresentaram baixo GE, com porcentagem inferior a 50%. Contudo, observou-se que os tempos de 15 e 30 minutos apresentaram melhor GE em comparação com o de 45 minutos. Isso mostra que, apesar do rendimento ser maior, a qualidade da pectina é significativamente reduzida devido ao aumento de duração da extração.

Com isso pode-se concluir que, apesar do baixo GM, a pectina obtida de araticum-do-brejo se mostra uma opção promissora e alternativa para ser utilizada principalmente em receitas diet, por requererem pouco ou nenhum teor de açúcar e pH mais básico.

Estudos futuros são necessários para ajustar e melhorar o processo de extração da pectina de araticum-do-brejo assistida por ultrassom, visando manter as propriedades funcionais de gelificação da pectina, contribuindo na otimização dos processos de obtenção e rendimento deste carboidrato, tendo em vista uma possibilidade atrativa de extração em escala industrial, além de dar destaque ao fruto como uma fonte promissora de pectina e uma opção a mais para a aquisição deste composto.

REFERÊNCIAS

- 1 SINCHANA, R.; MANI, T. T.; PAVITHRA, T.; SHIJU, L. A review on a miracle plant *Annona glabra* Linn. **International Journal of Pharmacognosy**, India, v. 11, n. 3, p. 65-77, 2024. DOI: [https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.11\(3\).65-77](https://doi.org/10.13040/IJPSR.0975-8232.IJP.11(3).65-77).
- 2 SIEBRA, C. A.; NARDIN, J. M.; FLORÃO, A.; ROCHA, F. H.; BASTOS, D. Z.; OLIVEIRA, B. H.; WEFFORT-SANTOS, A. M. Potencial antiinflamatório de *Annona glabra*, Annonaceae. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, Brasil, v. 19, n. 1A, p. 82-88, 2009. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0102-695X2009000100017>.
- 3 CATALANI, L. A.; KANG, E. M. S.; DIAS, M. C. G.; MACULEVICIUS, J. Fibras Alimentares. **Revista Brasileira de Nutrição Clínica**, Brasil, v. 18, n. 4, p. 178-182, 2003.
- 4 FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION (FAO). **Pectins**, 2009. Disponível em: https://www.fao.org/fileadmin/user_upload/jecfa_additives/docs/monograph7/additive-306-m7.pdf. Acesso em: 20 mai. 2025.
- 5 CANTERI, M. H. G.; MORENO, L.; WOSIACKI, G.; SCHEER, A. P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Polímeros**, Brasil, v. 22, n. 2, p. 149-157, 2012. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0104-14282012005000024>.
- 6 CUI, Y.; CHEN, J.; ZHANG, S. The effect of degree of esterification of pectin on the interaction between pectin and wheat gluten protein. **Food Hydrocolloids**, v. 136, n. A, p. 108272, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2022.108272>.

7 CHANDEL V.; BISWAS D.; ROY, S.; VAIDYA, D., VERMA, A.; GUPTA, A. Current Advancements in Pectin: Extraction, Properties and Multifunctional Applications. **Foods**. Suíça, v. 11, n. 17, p. 2683, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3390/foods11172683>.

8 CAMPOS, N. A.; LIVIZ, C. A. M.; SORA, G. T. S.; PAULA, L. C.; POLES, L. F.; OLIVEIRA-FOLADOR, G. Pectina: uma abordagem teórica sobre os métodos de extração. **Brazilian Journal of Food Research**, Brasil. v. 13, n. 2, p. 31-50, 2022. DOI: <https://doi.org/10.3895/rebrapa.v13n2.15072>.

9 ROMAN-BENN, A.; CONTADOR, C. A.; LI, M.; LAM, H.; AH-HEN, K.; ULLOA, P. E.; RAVANAL, M. C. Pectin: An overview of sources, extraction and applications in food products, biomedical, pharmaceutical and environmental issues, **Food Chemistry Advances**, v. 2, 2023. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.focha.2023.100192>.

10 GUEVARA, S. P. **Extração sustentável e caracterização da pectina obtida do mamão formosa**. 2020. Tese (Doutorado em Engenharia de Produção) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, 2020.

11 KROLOW, A. C. R. **Preparo artesanal de geleias e geleiadas**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2013. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, n. 138).

12 MUÑOZ-ALMAGRO, N.; VENDRELL-CALATAYUD, M.; MÉNDEZ-ALBINANA, P.; MORENO, R.; CANO, M. P.; VILLAMIEL, M. Extraction optimization and structural characterization of pectin from persimmon fruit (*Diospyros kaki* Thunb. var. Rojo brillante). **Carbohydrate Polymers**, v. 272, 2021. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2021.118411>.

13 LIEW, S. Q.; CHIN, N. L.; YUSOF, Y. A. Extraction and Characterization of Pectin from Passion Fruit Peels. **Agriculture and Agricultural Science Procedia**, v. 2, p. 231 – 236, 2014. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2014.11.033>.

14 RODRIGUES, G. M.; SILVA, C. Extração ácida da pectina da casca de maracujá assistida por ultrassom. **E-xacta**, Brasil, v. 10, n. 1, p. 45-52, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.18674/exacta.v10i1.2126>.

15 XU, S.; CHEN, X.; LIU, Y.; CHEONG, K. Ultrasonic/microwave-assisted extraction, simulated digestion, and fermentation in vitro by human intestinal flora of polysaccharides from *Porphyra haitanensis*. **International Journal of Biological Macromolecules**. v.152, p. 748–756, 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2020.02.305>.

16 WANG, L.; WELLER, C. L. Recent advances in extraction of nutraceuticals from plants. **Trends in Food Science & Technology**, v. 17, n. 6, p. 300-312, 2006. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2005.12.004>.