



## **CARACTERIZAÇÃO DE PECTINAS DO MARACUJÁ-AMARELO (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) POR TITULOMETRIA**

*Jennypher Cristinne Souza Carneiro da Costa, Anderson Ryan de Freitas Pimenta, Maylon Luan Lopes de Araujo, Marlice Cruz Martelli, Universidade Federal do Pará*

*jennypher.costa@itec.ufpa.br*

### **RESUMO**

Este estudo investigou a extração e caracterização de pectinas a partir de cascas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*), visando seu aproveitamento como matéria-prima sustentável. As cascas foram submetidas a branqueamento (100°C/3 min), secagem (55°C), trituração e peneiramento (60 mesh), seguidos de extração ácida (ácido cítrico 10%, 70°C/90 min) e precipitação com etanol (1:2 v/v). A caracterização físico-química por titulometria potenciométrica revelou parâmetros notáveis: grau de esterificação (DE) médio de 65,01% (variação: 50,00-75,90%), teor de ácido galacturônico (AUA) entre 66,90-79,20%, teor de metoxila (MeO) de 6,98-9,53%, e frações ácida e neutra de 80,88% e 19,12%, respectivamente. O rendimento médio de 55,76% superou valores reportados para outras fontes vegetais, como goiaba (38,94-40,99%) e melão-caipira (29-40,9%). Os resultados demonstraram que as pectinas obtidas atendem plenamente aos padrões da FAO (AUA >65%) e apresentam características de alto grau de esterificação, com propriedades gelificantes relevantes para aplicações industriais. A metodologia empregada mostrou-se eficiente tanto para extração quanto para caracterização, com a titulometria potenciométrica destacando-se como técnica confiável para controle de qualidade. Conclui-se que as cascas de maracujá-amarelo representam uma fonte viável e sustentável para produção de pectinas de alta qualidade.

**Palavras-chave:** maracujá-amarelo, pectina, qualidade, titulometria potenciométrica.

### **INTRODUÇÃO**

A pectina, principal componente da matriz de polissacarídeos da parede celular vegetal, consiste predominantemente em cadeias de ácido  $\alpha$ -D-galacturônico parcialmente metiladas (May, 1990). Suas propriedades reológicas, particularmente a capacidade de formação de géis,



fundamentam suas aplicações industriais nos setores alimentício, farmacêutico e cosmético. A funcionalidade tecnológica desses biopolímeros está intrinsecamente relacionada ao seu grau de esterificação (DE), parâmetro crítico que determina sua classificação e aplicações (Pagan *et al.*, 2001).

A titulometria potenciométrica configura-se como metodologia analítica para caracterização de pectinas, permitindo a quantificação de grupos carboxílicos livres e esterificados através de reações de neutralização com bases fortes (Pagan *et al.*, 2001). Neste estudo, optou-se pela utilização de cascas de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) como matéria-prima, considerando seu potencial como resíduo agroindustrial e seu elevado conteúdo de polissacarídeos de qualidade (Oliveira *et al.*, 2016). Processos como branqueamento térmico e extração ácida controlada demonstram eficácia na obtenção de pectinas com propriedades tecnológicas superiores (Silva *et al.*, 2014).

O presente trabalho objetivou extrair e caracterizar quimicamente pectinas de cascas de maracujá-amarelo mediante titulometria potenciométrica, visando demonstrar a eficácia do método analítico para controle de qualidade.

## METODOLOGIA

As cascas de maracujá-amarelo, previamente separadas e higienizadas, foram cortadas, branqueadas, 100 °C por 3 min, e resfriadas em banho de gelo, conforme metodologia adaptada de Lutckmeier (2015). O material foi seco em estufa de bandeja a 55 °C até peso constante, triturado em liquidificador industrial e peneirado (60 *mesh*) para obtenção de farinha fina.

Para a extração, seguiu-se o método de Lima (2019), com modificações. A farinha extraída em solução de ácido cítrico 10% (proporção 1:50, soluto/solvente) a 70 °C por 90 min, sob agitação. Após filtração a vácuo, o filtrado foi misturado com etanol (proporção 1:2, v/v) por 10 min e precipitado por 1 h. O precipitado foi filtrado a vácuo e seco a 40 °C por 14 h.

Para as caracterizações químicas, foi utilizado o método de titulação potenciométrica baseado em Lima (2019) e em Lambert *et al.* (2023). Dissolveu-se 0,2 g de pectina umedecida com álcool etílico 95 % em 20 mL de água destilada a 40 °C, com agitação por 2 h, para dissolução do polímero. Após agitação, a solução foi titulada com NaOH 0,1 N, usando fenolftaleína 1 % como indicador e registrando o volume consumido ( $V_i$ ). Adicionaram-se 10 mL de NaOH 0,1

N e a solução foi agitada por 2 h para saponificação dos grupos carboxílicos esterificados do polímero. Após adição de 10 mL de HCl 0,1 N, a solução foi titulada com NaOH 0,1 N ( $V_f$ ).

Para a caracterização química das pectinas extraídas, foram empregadas as Equações 1 a 8, adaptadas de Wang, Pagan e Shi (2002) e Wosiacki *et al.* (1977), além da equação de rendimento de Lutckmeier (2015).

$$mEq' = 0,1 \cdot V_i \text{ e } mEq'' = 0,1 \cdot V_f \quad (1)$$

$$Z = \frac{m_p}{mEq_{totais}} \quad (2)$$

$$DE (\%) = \frac{mEq''}{(mEq'' + mEq')} \quad (3)$$

$$AUA (\%) = \frac{17600}{Z} \quad (4)$$

$$MeO (\%) = \frac{(mEq'' \cdot 31 \cdot 100)}{m_p} \quad (5)$$

$$F_{ácida} (\%) = AUA (\%) + MeO (\%) \quad (6)$$

$$F_{neutra} (\%) = 100 \% - F_{ácida} \quad (7)$$

$$R (\%) = \frac{m_p}{m_f} \cdot 100 \% \quad (8)$$

Em que:  $mEq'$  e  $mEq''$  são as massas equivalentes;  $Z$  é a quantidade de massa por mEquivalentes;  $m_p$  é a massa de pectinas usada na titulação;  $m_f$  é a massa de farinha utilizada na extração;  $mEq_{totais}$  é o somatório das massas equivalentes;  $DE$  é o grau de esterificação;  $AUA$  é o teor de ácido galacturônico;  $MeO$  é o teor de metoxila;  $F_{ácida}$  é a fração ácida ou percentual de ácido poligalacturônico,  $F_{neutra}$  é a fração neutra ou percentual de açúcares neutros e  $R$  é o rendimento mássico da extração.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

Para avaliação da extração, foram realizadas cinco corridas independentes a partir das cascas de maracujá-amarelo, sendo as pectinas caracterizadas quanto ao grau de esterificação, teor de ácido galacturônico, teor de metoxila, fração ácida, fração neutra e rendimento (Tabela 1).

Tabela 1 – Caracterização química de pectinas de maracujá-amarelo

Corrida	DE (%)	AUA (%)	MeO (%)	F <sub>ácida</sub> (%)	F <sub>neutra</sub> (%)	R (%)
Extração 1	75,90	71,29	9,53	80,82	19,18	51,81
Extração 2	73,08	66,90	8,61	75,51	24,49	60,32
Extração 3	64,94	67,39	7,71	75,10	24,90	51,87
Extração 4	61,11	78,38	8,44	86,81	13,19	52,58
Extração 5	50,00	79,20	6,98	86,18	13,83	62,24
Média	65,01	72,63	8,25	80,88	19,12	55,76

O grau de esterificação (DE), que indica a porcentagem de grupos carboxílicos esterificados (Rolin; De Vries, 1990), classificou as pectinas deste estudo como de alto grau (DE médio 65,01%, variação 50,00-75,90%), conforme critérios de Batista (2004). Esses valores estão consistentes com a faixa reportada para maracujá-amarelo (21,11-80%) na literatura (Lima, 2019; Canteri *et al.*, 2010; Silva, 2018). Comparativamente a outras fontes vegetais, os valores obtidos superaram significativamente os reportados para goiaba (38,94-40,99%), melão-caipira (29-40,9%) e pequi (31,7-37%) (Munhoz *et al.*, 2008; Sousa *et al.*, 2017; Silva, 2021) e manga bacuri (40,03± 3,40 %) (Costa Filho *et al.*, 2025).

O teor de ácido galacturônico (AUA), parâmetro essencial para avaliar a pureza da pectina, atendeu aos padrões da FAO (>65%) no presente estudo, com valores entre 66,90% e 79,20%. Esses resultados superaram os reportados para pectina de maçã (53,75 ± 2,90%) (Fertonani *et al.*, 2006) e manga bacuri (27,24 ± 0,96%) (Costa Filho *et al.*, 2025), e aproximaram-se dos valores para maracujá-amarelo (72,8%) (Silva, 2018) e goiaba (64,88 ± 0,11% a 68,84 ± 0,77%) (Munhoz *et al.*, 2008). As variações observadas reforçam a influência da matéria-prima e do método de extração no teor de AUA, destacando a eficiência do processo utilizado e a qualidade das pectinas obtidas das cascas de maracujá-amarelo.

O teor de metoxila (MeO), que quantifica a porcentagem de resíduos de ácido galacturônico esterificados (Huisman *et al.*, 2004), é determinante para a capacidade gelificante da pectina (Canteri *et al.*, 2012). No presente estudo, os valores variaram entre 6,98% e 9,53%, superando os reportados para pectinas de goiaba (4,45-4,95%), manga bacuri (2,49± 0,01%) (Costa Filho



*et al.*, 2025) e bagaço de maçã ( $4,81 \pm 0,8\%$ ) (Munhoz *et al.*, 2008; Fertoni *et al.*, 2006). Estes resultados aproximam-se dos valores obtidos para pectinas comerciais de maçã ( $8,45 \pm 0,075\%$ ) e pectinas de pequi (7,2-8,6%) (Fertoni *et al.*, 2006; Silva, 2021), indicando que as pectinas de maracujá-amarelo apresentam características adequadas para aplicações que demandam propriedades gelificantes.

As frações ácidas das pectinas deste estudo (75,10-86,81%, média 80,88%) superaram os valores reportados para maçã (58,57-69,83%) e goiaba (69,33-73,81%) (Fertoni *et al.*, 2006; Munhoz *et al.*, 2008). Paralelamente, a fração neutra (13,19-24,90%, média 19,12%) mostrou-se inferior às observadas nestas matérias-primas (26,19-39,02%). Estes resultados evidenciam a predominância de grupos ácidos (anidrogalaetúrico e metoxilas) nas pectinas de maracujá-amarelo, indicando elevada pureza do polissacarídeo e reduzido teor de impurezas neutras.

O rendimento de extração de pectina, diretamente relacionado à sua estrutura química e método de obtenção (Kulkarni; Vijayanand, 2010; Liang *et al.*, 2012), apresentou valor médio de 55,76% no presente estudo, superando os resultados reportados para maracujá-amarelo na literatura (5,9-38,0%) (Yapo, 2009; Kliemann, 2006) e para outras fontes vegetais como caju (11,85%), melão-caipira (8-14%), laranja pera (23,54%) (Ribeiro, 2017; Sousa *et al.*, 2017; Ramos, 2021) e manga bacuri (30,05%) (Costa Filho *et al.*, 2025).

A eficácia do processo de extração é grandemente influenciada pelos parâmetros do processo (Lutckmeier, 2015). As características da matéria-prima, combinadas com as condições otimizadas de extração, contribuíram para o alto rendimento obtido, destacando o potencial das cascas de maracujá-amarelo como fonte viável para produção de pectina.

### CONSIDERAÇÕES FINAIS

As cascas de maracujá-amarelo apresentam viabilidade técnica para produção de pectinas de altas qualidades técnicas, com teores de AUA e DE dentro dos padrões exigidos. A titulometria potenciométrica demonstra eficiência na caracterização química dessas pectinas, garantindo precisão nos resultados e validando o método para controle de qualidade.

## REFERÊNCIAS

- BATISTA, Juliana Alves. **Desenvolvimento, caracterização e aplicações de biofilmes a base de pectina, gelatina e ácidos graxos em bananas e sementes de brócolos**. Dissertação (Mestre em Alimentos e Nutrição) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas. Campinas, p. 140, 2004.
- CANTERI, M. H. G.; DE PAULA SCHEER, A.; GINIES, C.; RENARD, C. M. G. C.; WOSIACKI, G. Importância do tratamento térmico na casca de maracujá para extração de pectina. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 4, n. 1, 2010.
- CANTERI, M. H. G.; MORENO, L.; WOSIACKI, G.; SCHEER, A. P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Polímeros**, vol. 22, n. 2, p. 149-157, 2012.
- COSTA FILHO, M. C. DA; SOUZA, J. M. DE; BARBOSA, A. B. DE S.; ZORTÉA, J. E.; NASCIMENTO, S. C. C.; MARTELLI, M. C. Extração e caracterização da pectina da casca da manga (*Mangífera indica* L.) CV. Bacuri. **OBSERVATÓRIO DE LA ECONOMÍA LATINOAMERICANA**, v. 23, n. 7, e10560, 2025. <https://doi.org/10.55905/oelv23n7-011>.
- DE SOUSA, A. L.; RIBEIRO, A. C.; SANTOS, D. G.; RICARDO, N. M.; RIBEIRO, M. E.; CAVALCANTI, E. S.; CUNHA, A. P.; RICARDO, N. M. Modificação química da pectina do melão caipira (*Cucumis melo* var. *Acidulus*). **Química Nova**, v. 40, pág. 554-560, 2017.
- FERTONANI, H. C. R.; SCABIO, A.; SCHEMIN, M. H. C.; CARNEIRO, E. B. B.; NOGUEIRA, A.; WOSIACKI, G. Influência da concentração de ácidos no processo de extração e na qualidade de pectina de bagaço de maçã. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 27, n. 4, p. 599-612, 2006.
- HUISMANN M. M. H.; OOSTERVELD A.; SCHOLS H. A. Fast determination of the degree of methyl esterification of pectins by head-space GC. **Food Hydrocolloids**, v. 18, p. 665-668, 2004.
- KLIEMANN, E. **Extração e caracterização da pectina da casca do maracujá amarelo. (*Passiflora edulis* flavicarpa)**. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos- Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 75, 2006.
- KULKARNI, S. G.; VIJAYANAND, P. Effect of extraction conditions on the quality characteristics of pectin from passion fruit peel (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* L.). **LwtFood Science and Technology**, v. 43, n. 7, p. 1026-1031, Set. 2010. ISSN 0023-6438.
- LAMBERT, A. B.; OLIVEIRA, B. C. P.; ALMEIDA, V. C.; NASCIMENTO, S. C. C.; MARTELLI, M.C. Extração e caracterização da Pectina de maçã gala (*Malus domestica* Bork) *In*: BARBOSA, M. S. (Org). **Tecnologias avançadas em Ciências Exatas: desenvolvimentos recentes e perspectivas futuras**. Editora e -publicar: Rio de Janeiro, cap.07, p. 11-23, 2023.
- LIANG, R-H.; CHEN, J.; LIU, W.; LIU, C-M.; YU, W.; YUAN, M.; ZHOU, X-Q. Extraction, characterization and spontaneous gel-forming property of pectin from creeping fig (*ficus pumila* linn.) seeds. **Carbohydrate Polymers**, London, v. 87, p.76–83, 2012.





LIMA, Rodrigo Tanajura Freire Meire. **Extração da pectina do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) para incorporação em biofilmes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Departamento Acadêmico de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, p. 46, 2019.

LIMA, Rodrigo Tanajura Freire Meire. **Extração da pectina do maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*) para incorporação em biofilmes**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) – Departamento Acadêmico de Engenharia Química, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, p. 46, 2019.

LUTCKMEIER, Rafael. **Extração de pectina da casca do maracujá assistida por ultrassom**. Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação (Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 34, 2015.

MAY, C. D. Industrial pectins: sources, production and applications. **Carbohydrate Polymers**, Barking, v. 12, p. 79–99, 1990.

MUNHOZ, Cláudia Leite; SANJINEZ-ARGANDOÑA, Eliana Janet; SOARES-JÚNIOR, Manoel Soares. Extração de pectina de goiaba desidratada. **Food Science and Technology**, v. 30, p. 119-125, 2010.

OLIVEIRA, T. A. S. et al. Caracterização de pectina extraída da casca de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis*). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Lavras, v. 18, n. 1, p. 49–57, 2016.

PAGAN, J. et al. Pectins from industrial by-products: extraction and characterization. **Food Research International**, Oxford, v. 34, n. 9, p. 599–605, 2001.

RAMOS, Alice Cristini dos Santos. **Elaboração de biofilmes a partir da pectina extraída do mesocarpo da laranja pera**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia Química) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Francisco Beltrão, p. 44, 2021.

RIBEIRO, Ana Carolina Barbosa. **Isolamento e Caracterização da Pectina do Caju (*Anacardium occidentale* L.) para Aplicação na Liberação Controlada de Mangiferina**. Dissertação (Mestre em Química) – Programa de Pós-Graduação em Química, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, p. 80, 2017.

ROLIN, C.; De VRIES, S. J. Pectin. In: HARRIS, P. **Food Gels**. Elsevier Applied Science. Ch 10, p.401-434. 1990.

SILVA, A. R. A. et al. Extração e caracterização de pectina da casca de maracujá amarelo (*Passiflora edulis f. flavicarpa*). **Cadernos de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 9, n. 4, 2014.

SILVA, Beatriz Araújo Moreira. **Extração e caracterização de pectina do mesocarpo externo do pequi (*Caryocar brasiliensis*)**. Trabalho de Conclusão de Curso (Engenharia de Alimentos) – Escola de Engenharia, Pontifícia Universidade Católica De Goiás. Goiânia, p. 55, 2021.

SILVA, Juliana Resende Gonçalves. **Estudo físico-químico da farinha e pectina do mesocarpo do maracujá e reologia de géis de sistemas-modelo**. Dissertação (Mestre em Produção Vegetal) – Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Campos dos Goytacazes, 2018.



WANG, Q.; PAGAN, J.; SHI, J. Pectin from fruits. In: SHI, J.; MAZZA, G.; LE MAGUER, M.. **Functional foods. Biochemical an processing aspects**, Boca Raton: CRC Press, 2002.

WOSIACKI, G.; KAMIKOGA, A. T. M.; CHIQUETTO, N. C.; ROCCO, C. S.; KIRCHNER, C. L. Estabilidade de sucos despectinizados de maçãs (safra 1988/1989). **Boletim Centro de Pesquisa de Processamento de Alimentos**, Curitiba, v.10, n.1, p.55-74, jan./jun. 1992.

YAPO, B. M. Biochemical characteristics and gelling capacity of pectin from yellow passion fruit rind as affected by acid extractant nature. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 57, p. 1572–1578, 2009.