

# CARACTERIZAÇÃO DA MUCILAGEM DE JARACATIÁ (*CARICA QUERCIFOLIA* (A. ST.-HIL.) HIERON) LIOFILIZADA PARA USO EM PROCESSOS DE SEPARAÇÃO

H. M. HEIDEMANN<sup>1</sup>, C. FACCIO<sup>1</sup>, M. G. N. QUADRI<sup>1</sup>, U. SIMÃO<sup>1</sup> e S. R. ZOLDAN<sup>2</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal de Santa Catarina, Departamento de Engenharia Química e Engenharia de Alimentos

<sup>2</sup> Empresa de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina - EPAGRI, Campos Novos/SC

E-mail para contato: [mar@enq.ufsc.br](mailto:mar@enq.ufsc.br)

**RESUMO** – O jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron) pertence à família *Caricaceae* e ao gênero *Vasconcellea*, o qual possui 21 espécies. O foco do presente estudo é a caracterização da sua mucilagem, pois poucos são os dados encontrados e a partir destes vislumbrar possíveis aplicações, corroborando com a preservação da espécie e o aproveitamento de novas fontes vegetais. Foi determinada a composição química, incluindo análises dos grupos funcionais, da estrutura do sólido e o comportamento térmico. A mucilagem de jaracatiá liofilizada apresentou 2,9% de umidade, 9,8% de cinzas, 15,8% de fibra alimentar, 36,4% de carboidratos totais, 16% de açúcares redutores, 3,5% de lipídeos e 15,6% de proteínas. A atividade antioxidante foi de 26,6 % DPPH sequestrado e o teor de fenólicos de 173,2 mg/L EAG. Os principais grupos funcionais observados no FTIR foram O-H, C-H, C=O e C-O. Em relação à TGA/DTG a mucilagem demonstrou maior perda de massa, cerca de 50%, à temperatura média de 300 °C. A curva de estabilidade térmica por DSC mostrou que acima de 300 °C ocorre a degradação do material. A mucilagem de jaracatiá liofilizada apresentou características de um material semicristalino.

## 1. INTRODUÇÃO

Os gêneros *Carica* (uma espécie), *Horovitzia* (uma espécie), *Jacaratia* (sete espécies), *Jarilla* (três espécies) e *Vasconcellea* (21 espécies) são originários do continente americano, enquanto o gênero *Cylicomorpha* (duas espécies) pertence ao continente africano (VAN DROOGENBROECK *et al.*, 2004), no entanto todos pertencem à família *Caricaceae*. Outros nomes utilizado para identificar a *Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron são *Vasconcellea quercifolia* A. St.-Hil. e *Carica quercifolia* Solms-Laub. (COLOMBO *et al.*, 1989), e os nomes populares pelos quais é conhecida são jaracatiá, jacaratiá, mamute, mamão-do-mato, mamoeiro-do-mato, mamãozinho-do-mato, mamãozinho, mamoeirinho e mamoeiro-bravo (KINUPP, 2007).

Essa espécie, no entanto, está em risco de extinção em virtude, provavelmente, do fato de a indústria de doces caseiros usar partes do seu caule em substituição à polpa do fruto de coco. Hoje, o jaracatiá é encontrado nas fazendas tradicionais, onde a vegetação nativa foi preservada,

ou nos viveiros de alguns centros de pesquisa, sendo importantes estudos para viabilizar sua propagação e a conservação de material genético (FREITAS *et al.*, 2011).

A mucilagem é constituinte natural e não é indicação de alterações da planta. Ocorre geralmente nas sementes, nas quais parece ter a função de reter água para facilitar a germinação, mas pode ocorrer também em outras partes do vegetal (SIMÕES *et al.*, 2007). É uma fração da composição polissacarídica das plantas, capaz de se tornar viscosa na presença de água (CÁRDENAS *et al.*, 1998). Ocorre geralmente nas sementes, nas quais parece ter a função de reter água para facilitar a germinação, mas pode ocorrer também em outras partes do vegetal (SIMÕES *et al.*, 2007).

A caracterização da mucilagem liofilizada é o objetivo deste estudo, a qual se faz necessária, visto que os dados referentes à espécie *Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron são escassos na literatura. A investigação destas características irá servir de base para vislumbrar possíveis aplicações, com o intuito tanto de preservação ambiental da espécie, como de aproveitamento de novas fontes vegetais (biodiversidade brasileira).

## 2. MATERIAIS E MÉTODOS

### 2.1 Materiais

Os jaracatiás (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron) foram obtidos através da EPAGRI – Campos Novos/SC e enviados ao LASIPO/ENQ/UFSC para obtenção da mucilagem, os quais permaneceram congelados até o momento da extração. Uma exsicata da espécie foi depositada no Herbário do Instituto de Biociências (Herbário ICN) da Universidade Federal do Rio Grande do Sul sob o número de tomo ICN 173708. Todos os experimentos foram realizados em duplicata.

### 2.2 Métodos

Extração: A mucilagem bruta (proporção polpa com as sementes/água) de 1:1,25 foi extraída do jaracatiá descascado e triturado brevemente em liquidificador, após foi realizada a filtração em malha de poliéster com auxílio de vácuo. A mucilagem bruta foi liofilizada em liofilizador marca Liotop, modelo L101, Brasil; para posterior realização das análises. A liofilização foi realizada no Laboratório de Propriedades Físicas de Alimentos do Departamento de Engenharia de Alimentos da Universidade Federal de Santa Catarina.

Rendimento: Os frutos foram pesados, descascados e triturados. A mucilagem foi extraída da polpa com as sementes, e submetida ao processo de liofilização. Em seguida, o material foi novamente pesado a fim de verificar o rendimento total da mucilagem liofilizada.

Composição química: Umidade: secagem direta em estufa 105 °C (IAL, 2008). Lipídios: método enzimático-colorimétrico Analisa, comercializado por Gold Analisa Diagnóstica Ltda. Proteína total: baseia-se na determinação de nitrogênio pelo processo de digestão Kjeldahl (GALVANI; GAERTNER, 2006) com algumas modificações. Cinzas: incineração a 550 °C (IAL, 2008). Carboidratos Totais: fenol sulfúrico (DUBOIS *et al.*, 1956) e açúcares redutores: ácido dinitrosalicílico (DNS) (MILLER, 1959). Fibra alimentar: método enzimático-

gravimétrico (AOAC 991.43, 1995). Compostos fenólicos (SINGLETON; ROSSI, 1965). Atividade antioxidante (BRAND-WILLIAMS *et al.*, 1995), com algumas modificações.

Espectroscopia no infravermelho com transformada de Fourier (FTIR): As amostras foram analisadas por espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR), em um espectrofotômetro FTIR Shimadzu modelo IRP Prestige-21 com detector DLATGS, com faixa espectral de 400 a 4000  $\text{cm}^{-1}$  e resolução de 2  $\text{cm}^{-1}$ , por transmissão em pastilhas de KBr de 7 mm de diâmetro (200-300 mg). A análise foi realizada no Laboratório de Controle de Processos do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina.

Análise térmica (TGA, DTG e DSC): Para a realização da análise de calorimetria diferencial de varredura (DSC) foram utilizadas cerca de 5 - 10 mg de amostra, as quais foram colocadas em cadinho de platina e analisadas em equipamento Netzsch STA modelo 449 F3 Jupiter com faixa de temperatura de 25 °C a 700 °C, taxa de aquecimento de 10 °C.min<sup>-1</sup> e vazão de nitrogênio de 20 mL.min<sup>-1</sup>. Para a análise termogravimétrica (TGA) e a derivada (DTG) foram utilizadas as mesmas condições de operação, visto que o equipamento é acoplado. A análise foi realizada no Laboratório de Controle de Processos do Departamento de Engenharia Química da Universidade Federal de Santa Catarina.

Difratometria de raio X (DRX): Foi realizada em difratômetro marca PANanalytical modelo X'Pert PRO MPD, com variação angular de 4° a 80° (2 $\theta$ ), operado em 30,0 kV, 30,0 mA e passo de 0,33° a cada 20 segundos, de acordo com metodologia utilizada por Branco (2011), com algumas modificações. A análise foi realizada no Laboratório Multiusuário de Difração de Raio X do Departamento de Física da Universidade Federal de Santa Catarina.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Rendimento

Para avaliação do rendimento foram utilizadas, em cada batelada, 300 g de jaracatiás (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron). Depois de descascados, o peso total da polpa com as sementes foi de aproximadamente 200 g, apresentando, assim, um rendimento médio de 66,67% de polpa/sementes e 33,33% de casca. Após a extração da mucilagem bruta e liofilização o rendimento foi em torno de 5%.

#### 3.2 Composição proximal

Na Tabela 1 são mostrados os resultados obtidos da composição proximal da mucilagem de jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron) liofilizada, e de forma comparativa valores encontrados por outros autores para outras mucilagens, pois não foi encontrado nenhum estudo com a avaliação da composição proximal da mucilagem em estudo.

Tabela 1 – Composição proximal da mucilagem de jaracatiá liofilizada.

Componente	Mucilagem		
	Jaracatiá*	Inhame (TAVARES et al., 2011)	Chia (CAPITANI et al., 2013)
Umidade (%)	2,91±0,49	8,68	11,5±3,0
Cinzas (%)	9,85±0,03	5,33	8,4±1,0
Fibra Alimentar (%)	5,35±0,11	10,45	13,5±6,0
Carboidratos (%)	36,43±1,96	65,18	63,7±5,0
Açúcares redutores (%)	16,01±1,52	n.a.	n.a.
Proteína (%)	15,57±1,83	9,66	11,2±3,0
Lipídios (%)	3,55±0,50	0,7	3,1±5,0

\*base seca; n.a. – não analisado

A concentração obtida para compostos fenólicos da mucilagem de jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron) liofilizada foi de  $173 \pm 3,97$  mg.L<sup>-1</sup> EAG (equivalente ácido gálico) e a atividade antioxidante foi de  $26,66 \pm 1,3\%$  DPPH sequestrado. Como podemos observar, em relação aos compostos fenólicos, a mucilagem de jaracatiá liofilizada apresentou baixa concentração quando comparada a polpa de *Cereus hildmannianus* com  $324 \pm 0,71$  mg.L<sup>-1</sup> EAG (PILETTI, 2011), ao yacon com  $635 \pm 20,82$  mg.L<sup>-1</sup> EAG (VANDRESEN, 2011) e a da acerola com  $3366,55 \pm 67,33$  mg.L<sup>-1</sup> EC (equivalente catequina) (MELO *et al.*, 2008).

A avaliação da atividade antioxidante em extratos de frutas utilizou a classificação adotada por Melo *et al.* (2008): acima de 70% de sequestro como forte ação antioxidante, entre 50 e 70% moderada e abaixo de 50% como fraca. Seguindo esta classificação a mucilagem de jaracatiá liofilizada mostrou fraca ação antioxidante, o que pode ser atribuído ao processo de liofilização e tempo de armazenamento, já que os antioxidantes são muito lábeis e fotossensíveis (TAVARES *et al.*, 2011), principalmente as reações de oxidação (ROBARDS *et al.*, 1999).

### 3.3 Espectroscopia na região do infravermelho com transformada de Fourier (FTIR)

O espectro na região do infravermelho obtido da mucilagem de jaracatiá liofilizada é mostrado na Figura 1.

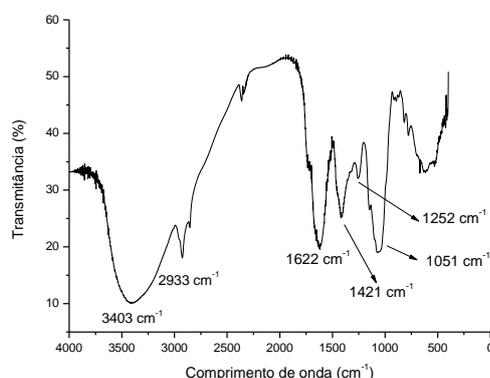


Figura 1 – Espectro de FTIR da mucilagem de jaracatiá liofilizada.

O espectro da mucilagem de jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron) liofilizada apresentou uma banda forte e larga em  $3403\text{ cm}^{-1}$ , que pode ser atribuída ao estiramento vibracional do grupo O-H de água e álcoois (SILVERSTEIN *et al.*, 2006; PAVIA *et al.*, 2008; YUEN *et al.*, 2009). Também são encontradas duas bandas de intensidade baixa na faixa de absorção a  $2900\text{-}2800\text{ cm}^{-1}$ , que podem ser atribuídas às vibrações simétricas e assimétricas do grupamento C-H (SILVERSTEIN *et al.*, 2006; TAVARES *et al.*, 2011). A banda de média intensidade em  $1622\text{ cm}^{-1}$  pode ser do grupo C=O (PAVIA *et al.*, 2008; TAVARES *et al.*, 2011). A banda em  $1421\text{ cm}^{-1}$  pode ser atribuída às deformações simétricas dos grupos C-H e C-OH (WANG; SOMASUNDARAN, 2006). A banda em  $1252\text{ cm}^{-1}$  corresponde ao estiramento C-O em polissacarídeos (SILVERSTEIN *et al.*, 2006; CAI *et al.*, 2008). A banda em  $1051\text{ cm}^{-1}$  pode ser relacionada à deformações simétricas e assimétricas do grupo C-OH. (TAVARES *et al.*, 2011).

### 3.4 Análise térmica (DSC, TGA e DTG)

As curvas da DSC, TGA e DTG obtidas da mucilagem de jaracatiá liofilizada são mostradas na Figura 2.

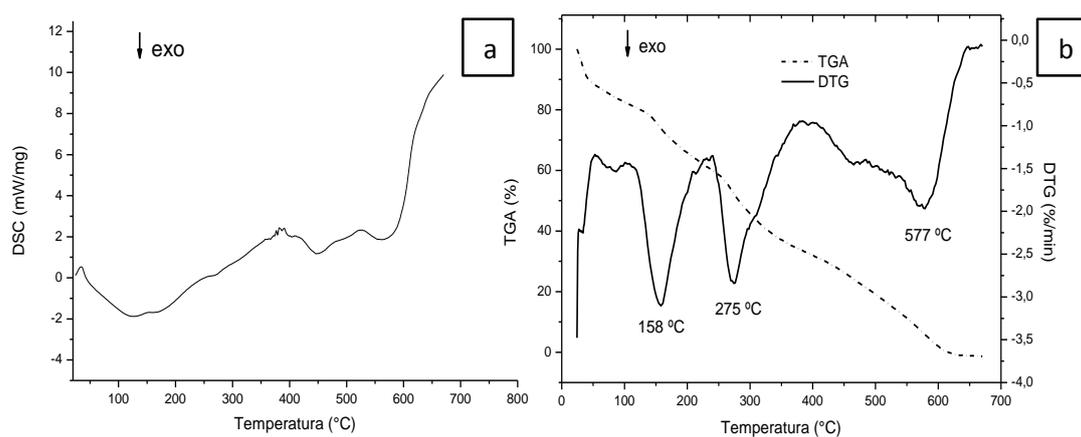


Figura 2 – Curvas de DSC (a) e TGA/DTG (b) da mucilagem de jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron) liofilizada.

A curva de estabilidade térmica (Figura 2 (a)) por DSC da mucilagem de jaracatiá liofilizada apresenta três transições térmicas, uma endotérmica na faixa de  $0\text{-}100\text{ }^{\circ}\text{C}$ , associado à evaporação da água. Os eventos exotérmicos acima de  $300\text{ }^{\circ}\text{C}$  são atribuídos à degradação do material (MACEDO, 2006; VENDRUSCOLO *et al.*, 2009; BRANCO, 2011).

De acordo com a Figura 2 (b) podemos observar que a primeira perda de massa ocorre entre  $0\text{-}150\text{ }^{\circ}\text{C}$ , a qual pode ser atribuída à evaporação de água contida no polímero (KITTUR *et al.*, 2002; TAVARES *et al.*, 2011; SUN *et al.*, 2011), em concordância com o resultado obtido pela DSC. As perdas de massa subsequentes de 30% e 50% podem estar atribuídas à decomposição dos polissacarídeos (ZOHURIAAN; SHOKROLAHI, 2004; TAVARES *et al.*, 2011).

### 3.5 Difractometria de raio X (DRX)

O difratograma obtido da mucilagem de jaracatiá liofilizada é mostrado na Figura 3.

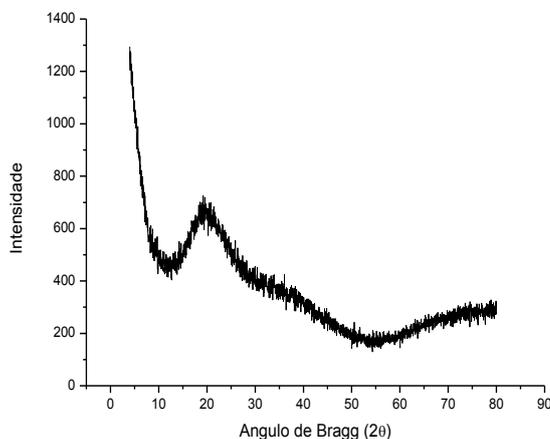


Figura 3 – Difratograma da mucilagem de jaracatiá liofilizada.

Como podemos visualizar na Figura 3, a mucilagem de jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron) liofilizada apresenta características de um material semicristalino, o que pode ser observado na faixa de  $10^\circ < 2\theta < 80^\circ$ , mesmo comportamento foi observado por Mishra *et al.* (2006) para a mucilagem de feno-grego e Branco (2011) para a mucilagem do cladódio de *Cereus hildmaniannus* K. Schum.

## 4. CONCLUSÃO

Nas condições experimentais em que foi realizado o presente trabalho, os resultados obtidos permitiram concluir que: o rendimento médio da mucilagem de jaracatiá (*Carica quercifolia* (A. St.-Hil.) Hieron) liofilizada foi de 5%; a mucilagem de jaracatiá liofilizada apresenta teores consideráveis de proteína bruta, fibra alimentar, açúcares redutores, cinzas e carboidratos totais; e baixo teor de gordura; os compostos fenólicos apresentaram baixa concentração e a atividade antioxidante foi fraca; os principais grupos funcionais encontrados na mucilagem de jaracatiá liofilizada foram OH, C-H, C=O e C-O; o comportamento da mucilagem de jaracatiá liofilizada na análise termogravimétrica, demonstra maior perda de massa cerca de 50% à temperatura média de 300° C, o que inviabiliza o seu uso acima dessa temperatura e a curva de estabilidade térmica por DSC mostrou que acima de 300 °C ocorre a degradação do material; a mucilagem de jaracatiá liofilizada apresentou características de um material semicristalino.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC – Association of Official Agricultural Chemists. *Official methods of the Association of the Agricultural Chemists*. 16. ed. Washington, DC, v. 2, Fibra alimentar – nº 991.43, 1995.

- BRANCO, N. B. C. *Mucilagem do cladódio de Cereus hildmaniannus K. Schum: caracterização física, química e reológica*. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Departamento de Engenharia Química e de Alimentos, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2011.
- BRAND-WILLIAMS, W.; CUVELIER, M.E.; BERSET, C. Use of free radical method to evaluate antioxidant activity. *Lebensm. Wiss. Technol.*, v.28, p.25-30, 1995.
- CAI, W.; GU, X.; TANG, J. Extraction, purification, and characterization of the polysaccharides from *Opuntia milpa alta*. *Carbohydr. Polym.*, v. 71, p. 403–410, 2008.
- CAPITANI, M. I.; IXTAINA, V. Y.; NOLASCO, S. M.; TOMÁS, M. C. Microstructure, chemical composition and mucilage exudation of chia (*Salvia hispanica* L.) nutlets from Argentina. *J. Sci. Food Agric.*, v. 93, p. 3856–3862, 2013.
- CÁRDENAS, A.; ARGUELLES, W. M.; GOYCOOLEA, F. On the possible role of *Opuntia ficus-indica* Mucilage in Lime Mortar Performance in the Protection of Historical Buildings. *J. Profess. Assoc. Cactus Developm.*, v. 3, 1998.
- COLOMBO, P.; MELATI, M. R.; SCIALABBA, A.; TRAPANI, S.; SORTINO, M. The ecomorphology of *Carica quercifolia* Solms-Laub. in a Mediterranean climate. *Agric. Ecosyst. Environ.*, v. 27, p. 397-409, 1989.
- DUBOIS, M.; GILLES, K. A.; HAMILTON, J. K.; REBERS, P. A.; SMITH, F. Colorimetric method for determination of sugars and related substances. *Anal. Chem.*, v. 28, p. 350-428, 1956.
- FREITAS, S. J.; BARROSO, D. G.; SILVA, R. F. DA; MARTINS, V. H. C. R.; FREITAS, M. D. S.; FERREIRA, P. R. Métodos de remoção da sarcotesta na germinação de sementes de Jaracatiá. *Rev. Árvore*, v. 35, p. 91-96, 2011.
- GALVANI, F.; GAERTNER, E. *Adequação da metodologia Kjeldahl para determinação de nitrogênio total e proteína bruta*. EMBRAPA Pantanal - Circular Técnica 63, 2006.
- IAL – Instituto Adolfo Lutz. Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Métodos físico-químicos para análise de alimentos, 4ª ed., 1ª ed. online, São Paulo, 2008.
- KINUPP, V. F. *Plantas alimentícias n-convencionais da região metropolitana de Porto Alegre, RS*. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre/RS, 2007.
- KITTUR, F. S.; HARISH PRASHANTH, K. V.; UDAYA SANKAR, K.; THARANATHAN, R. N. Characterization of chitin, chitosan and their carboxymethyl derivatives by differential scanning calorimetry. *Carbohydr. Polym.*, v. 49, p. 185-193, 2002.
- MACÊDO, A. A. M. *Filmes de colágeno-polissacarídeo sulfatado como matrizes com propriedades antitrombogênicas: preparação e caracterização*. Dissertação (Mestrado em Bioquímica) – Departamento de Bioquímica e Biologia Molecular, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza/CE, 2006.
- MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de frutas. *Rev. Bras. Ciênc. Farm.*, v. 44, p. 193-201, 2008.
- MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugar. *Anal. Chem.*, v. 31, p. 426-428, 1959.

- MISHRA, A.; YADAV, A.; PAL, S.; SINGH, A. Biodegradable graft copolymers of fenugreek mucilage and polyacrylamide: A renewable reservoir to biomaterials. *Carbohydr. Polym.*, v. 65, p. 58–63, 2006.
- PAVIA, D. L.; KRIZ, G. S.; LAMPMAN, G. M. *Introduction to Spectroscopy*. Fourth Edition. Brooks Cole, 2008.
- PILETTI, R. *Extração da mucilagem da tuna (Cereus hildmaniannus K. Schum) para aproveitamento industrial*. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2011.
- ROBARDS, K.; PRENZLERA, P. D.; TUCKERB, G.; SWATSITANGB, P.; WILLIAM GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. *Food Chem.*, v. 66, p. 401-436, 1999.
- SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A.; PETROVICK, P. R. *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. Porto Alegre: UFRGS Editora, Florianópolis: Editora da UFSC, 2007, 1104 p.
- SILVERSTEIN, R. M.; WEBSTER, F. X.; KIEMLE, D. J. *Identificação espectrofotométrica de compostos orgânicos*. 7ª edição, Rio de Janeiro: LTC, 2006.
- SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. *Am. J. Enol. Viticult.*, v. 20, p.144-158, 1965.
- SUN, Y. C.; WEN, J. L.; XU, F.; SUN, R. C. Structural and thermal characterization of hemicelluloses isolated by organic solvents and alkaline solutions from *Tamarix austromongolica*. *Bioresour. Technol.*, v. 102, p. 5947-5951, 2011.
- TAVARES, S. A.; PEREIRA, J.; GUERREIRO, M. C.; PIMENTA, C. J.; PEREIRA, L.; MISSAGIA, S. V. Caracterização físico-química da mucilagem de inhame liofilizada. *Ciênc. Agrotec.*, v. 35, p. 973 -979, 2011.
- VAN DROOGENBROECK, B.; KYNDT, T.; MAERTENS, I.; ROMEIJN-PEETERS, E.; SCHELDEMAN, X.; ROMERO-MOTOCHI, J.; VAN DAMME, P.; GOETGHEBEUR, P.; GHEYSEN, G. Phylogenetic analysis of the highland papayas (*Vasconcellea*) and allied genera (*Caricaceae*) using PCR-RFLP. *Theor. Appl. Genet.*, v. 108, p. 1473-1486, 2004.
- VANDRESEN, S. *Purificação parcial de inulina obtida a partir de yacon e recuperação de compostos antioxidantes por processos de sorção*. Tese (Doutorado em Engenharia Química) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis/SC, 2011.
- WANG, J.; SOMASUNDARAN, P. Mechanisms of ethyl(hydroxyethyl) cellulose-solid interaction: Influence of hydrophobic modification. *J. Colloid Interface Sci.*, v. 293, p. 322-332, 2006.
- YUEN, S.-N.; CHOI, S.-M.; PHILLIPS, D. L.; MA, C.-Y. Raman and FTIR spectroscopy study of carboxymethylated non-starch polysaccharides. *Food Chem.*, v. 114, p. 1091–1098, 2009.
- ZOHURIAAN, M. J.; SHOKROLAHI, F. Thermal studies on natural and modified gums. *Polym. Test.*, v. 23, p. 575-579, 2004.