

Otimização do processo de extração e caracterização química de pectina de cenoura

Regiane Victória de Barros Fernandes¹; Fabrícia Queiroz Mendes¹; Diego Alvarenga Botrel²; Marília Crivelari da Cunha¹

¹Instituto de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Viçosa, Campus de Rio Paranaíba, Rodovia MG-230 km 7, Caixa Postal 22, Rio Paranaíba, MG, Brasil, CEP: 38810-000. E-mails: regiane.fernandes@ufv.br, fabricia.mendes@ufv.br, marilia.cunha@ufv.br.

²Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 3037, Lavras, MG, Brasil, CEP: 37200-000. E-mail: diegobotrel@dca.ufla.br

Resumo: Estudos de extração de pectina utilizando cenoura podem contribuir para um melhor aproveitamento desta olerícola. O objetivo deste trabalho foi caracterizar bromatologicamente a farinha de cenoura, avaliar e otimizar o processo de extração de pectina de cenoura utilizando ácido cítrico como agente extrator em diferentes tempos e valores de pH e determinar o grau de esterificação. A cenoura ralada foi seca em estufa (60°C/24 horas) e, após a secagem, moída para obtenção da farinha. A partir desta farinha determinaram-se os teores de umidade, extrato etéreo, teor de proteínas, fibras e cinzas e foram realizados os testes de extração para otimização do processo. Foi empregado o delineamento composto central rotacional (DCCR) com duas variáveis independentes: pH e tempo de extração. A cenoura apresentou um rendimento de 13,18% em farinha. A farinha obtida apresentou em média, 9,8% de umidade, 11,67% de proteínas, 8,52% de extrato etéreo, 5,57% de fibras e 2,05% de cinzas. O modelo de regressão representou significativamente ($p < 0,05$) a relação entre as variáveis independentes e a resposta (rendimento), com $R^2 = 0,93$. O maior rendimento observado (14,73%) foi obtido em pH 1,5 e tempo de extração de 180 minutos. O grau de esterificação da pectina observado para a farinha de cenoura foi 27,05%, considerado de baixo grau de esterificação. A pectina extraída da cenoura pode, por exemplo, ser utilizada como aditivo em bebidas com a finalidade de aumentar o teor de fibras destes produtos sem, contudo, alterar significativamente a viscosidade.

Palavras chave: *Daucus carota* L., metodologia de superfície de resposta, polissacarídeo.

Optimization of extraction process and chemical characterization of carrot pectin

Abstract: Studies on extraction of pectin using carrot can contribute to a better use of this vegetable. The objective of this study was to characterize bromatologically carrot flour, evaluate and optimize the extraction process of carrot pectin using citric acid as extracting agent at different extraction times and pH values and determine the degree of esterification. The carrots were dried (60 °C/24hours) and, after drying, were ground to obtain flour. This flour was used for determination of moisture, fat, proteins, fiber and ash content and tests were performed to optimize the extraction process. Central composite rotational design (CCRD) was used with two independent variables: pH and extraction time. Carrot presented yield of 13.18% in flour. The flour obtained contained, on average 9.8% moisture, 11.67% protein, 8.52% ether extract, 5.57% fiber and 2.05% ash. The regression model for the relation between independent variables and the response (yield) was significant ($p < 0.05$), with $R^2 = 0.93$. The highest observed yield (14.73%) was obtained at pH 1.5 and extraction time of 180 minutes. The degree of esterification of the pectin observed with carrot flour was 27.05%, which is considered low. The pectin extracted from carrot may for example be used as an additive in beverages to increase the fiber content thereof, but without changing the viscosity.

Key words: *Daucus carota* L., response surface methodology, polysaccharide.

Introdução

A pectina é um polissacarídeo encontrado na parede celular de vegetais superiores, contribuindo para adesão entre as células, firmeza e resistência mecânica do tecido. A molécula de pectina é constituída de uma cadeia principal linear de unidades repetidas de ácido D-galacturônico ligados covalentemente por ligações α -(1,4), na qual os grupos carboxílicos podem ser metil esterificados em diferentes extensões. Em alguns trechos, L-ramnose se alterna com os resíduos de ácido D-galacturônico em ligações α -(1,2). Outros açúcares neutros, como galactose e arabinose podem ser encontrados em cadeias laterais (WILLATS et al., 2006; SILA et al., 2009).

A aplicação da pectina na tecnologia e no processamento de alimentos está associada às suas propriedades geleificantes, espessantes e estabilizantes (PHILLIPS e WILLIAMS, 2009). A formação do gel é a principal característica funcional da pectina e está associada a características do meio, como pH, sólidos solúveis e concentração de cátions bivalentes e do grau de esterificação da pectina (WILLATS et al., 2006).

As pectinas são classificadas em alto e baixo grau de esterificação, conforme a quantidade de grupos carboxil esterificados com metanol. Aquelas de alta esterificação (acima de 50%) formam géis após aquecimento em soluções com concentração de açúcar superior a 60% e pH inferior 3,6; por outro lado, pectinas de baixa esterificação (abaixo de 50%) formam géis na presença de íons bivalentes, como o cálcio (MAY, 2000).

O processo de obtenção da pectina geralmente abrange: extração aquosa do material da planta; purificação do extrato líquido e separação do extrato da pectina do líquido. A extração da pectina pode ser realizada por meio aquoso ácido, básico, com agentes quelantes ou por ação de enzimas. O método de extração tem influência direta no rendimento e nas propriedades da pectina (JOYE e LUZIO, 2000).

A cenoura apresenta ampla adaptabilidade a diferentes condições de cultivo, tornando-se uma das hortaliças mais cultivadas e consumidas no mundo (PEREIRA et al., 2012). No Brasil, durante a colheita de cenoura, ocorre perda em torno de 15% da produção devido,

principalmente, as características de má formação das raízes, o que dificulta a venda *in natura* do produto. Portanto, estudos de extração de pectina utilizando cenoura poderiam contribuir para um melhor aproveitamento desta olerícola, apresentando uma alternativa para agregação de valores aos resíduos sólidos e minimizando o volume a ser descartado.

O teor em substâncias pécticas varia de acordo com a origem botânica do produto vegetal, sendo quatro subprodutos de indústrias agrícolas e alimentares ricos em substâncias pécticas (teor superior a 15% em base seca): bagaço de maçã, albedo cítrico, polpa de beterraba e capítulos de girassol. A maior parte da pectina utilizada pela indústria de alimentos é originária dessas matérias-primas (VORAGEN et al., 2009; CANTERI et al., 2012).

Existe uma grande necessidade de novas fontes viáveis para obtenção de pectina, em virtude de sua ampla utilização pela indústria de alimentos e farmacêutica. Apesar da cenoura conter quantidades consideráveis de pectina, existem poucas informações sobre o seu uso como fonte de extração, bem como, sobre a qualidade funcional deste polissacarídeo. Com isso, o objetivo do presente estudo foi otimizar um método de extração de pectina da cenoura, determinar o rendimento do processo e avaliar as características químicas e físicas da pectina obtida.

Material e Métodos

O experimento foi realizado na laboratório de Química e Análise de Alimentos da Universidade Federal de Viçosa/Campus de Rio Paranaíba. Cenouras (*Daucus carota* L.) foram adquiridas no comércio local de Rio Paranaíba, MG, Brasil. Em seguida foram lavadas, higienizadas, raladas e secas em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C por 24 horas. O material obtido foi moído em liquidificador para obtenção de uma farinha fina.

Caracterização bromatológica das farinhas de cenoura

Amostras das farinhas obtidas foram submetidas às análises descritas a seguir. Os teores de umidade foram determinados por secagem das amostras em estufa a 105 °C até peso constante, as cinzas foram quantificadas

utilizando-se o método de incineração a 550 °C, o teor de proteína de cada amostra foi determinado pelo método semimicro Kjeldhal e o teor de lipídios foi determinado utilizando o método intermitente de Soxhlet (AOAC, 1984). O teor de carboidratos totais foi calculado por diferença considerando os teores descritos anteriormente (GUIMARÃES e SILVA, 2008).

O teor de fibra bruta foi determinado utilizando o determinador de fibras. As amostras foram colocadas em embalagens de celulose, devidamente pesadas, e sofreram digestão ácida (solução de H₂SO₄ 1,25%) seguida de digestão básica (solução de NaOH 1,25%) em temperatura de ebulição, por 30 minutos cada (ANDRADE et al., 2008). Em seguida foram lavadas e secas em estufa a 105 °C. O teor de fibra bruta foi determinado subtraindo-se a quantidade de cinzas presente no material. Os pHs das amostras foram medidos por meio de leitura direta em potenciômetro digital, previamente calibrado com soluções-padrão de pHs 4 e 7, sendo que 10 g da amostra foram diluídas em 100 mL de água (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 2005).

Extração de pectina

A extração de pectina foi realizada de acordo com Munhoz et al. (2010) e Siqueira et al. (2012) com algumas modificações. Amostras de 50 gramas de farinha de cenoura foram adicionadas a um béquer contendo 450mL de solução de ácido cítrico em temperatura de 60 °C, durante o tempo de extração e nos valores de pH determinados no delineamento experimental (Tabela 1). Após o tempo de extração, o material insolúvel foi

separado por filtração e resfriado a 4 °C. Ao filtrado (contendo a pectina) foi adicionado etanol 92 ° GL, na proporção duas partes de etanol para uma parte de filtrado (2:1) e deixada em repouso por 1 hora para permitir a precipitação da pectina. A pectina precipitada foi separada por centrifugação a 840 x g por 15 minutos e seca em estufa com circulação forçada de ar a 60 °C por 12 horas. O material resultante foi pesado para a determinação do rendimento em relação ao material seco e moído em liquidificador. Para efeito de comparação, depois de determinado o ponto de maior rendimento na extração de pectina de cenoura, foram extraídas pectina de maracujá e de laranja, sob as mesmas condições.

Planejamento experimental e análise estatística

Foram avaliados os efeitos de pH e do tempo de extração no rendimento e na qualidade da pectina de cenoura extraída e a metodologia de superfície de resposta (RSM) foi utilizada para determinar a condição ótima. Foi empregado o delineamento composto central rotacional (DCCR) com duas variáveis independentes: pH (1,3 a 2,7) e tempo de extração (70 a 200 minutos) e o efeito da interação destas variáveis. O planejamento completo consistiu-se de 13 experimentos, incluindo quatro fatoriais (níveis -1 e +1), quatro pontos axiais (níveis $\pm\alpha$) e cinco repetições no ponto central (Tabela 1). Todos os experimentos foram realizados em ordem aleatória para minimizar o efeito de variações inexplicáveis das respostas, devido a erros metodológicos. A função resposta (y) foi o rendimento da extração (RE).

Tabela 1 - Níveis codificados das duas variáveis empregadas para extração de pectina no planejamento composto central.

Variáveis	Níveis				
	- α	-1	0	+1	+ α
pH	1,3	1,5	2,0	2,5	2,7
Tempo de extração (minutos)	70	90	135	180	200

$\alpha = \pm 1,414$ para $k = 2$ (duas variáveis independentes).

Os coeficientes de regressão para termos lineares, quadráticos e interação foram determinados por regressão linear múltipla (MLR). A significância de cada coeficiente de regressão foi avaliada estatisticamente pelo valor-t a partir

do erro puro obtido das repetições no ponto central. A análise de variância (ANOVA) foi aplicada para validar o modelo. Os coeficientes de regressão foram utilizados para gerar as superfícies de resposta. As análises foram feitas

com auxílio do software Statistica® versão 8.0 (Stat Soft. Inc., Tulsa, EUA).

Caracterização titulométrica das pectinas das farinhas de cenoura

As amostras de pectina obtidas nas condições experimentais ótimas foram quantificadas por titulometria (WANG et al., 2002). Aproximadamente 250mg de pectina foi umedecida com 2mL de álcool etílico P.A. e solubilizada em 25mL de água deionizada sob agitação constante por 30 minutos em agitador magnético, sendo em seguida determinado o pH da solução. As carboxilas livres dos ácidos anidrogacturônicos foram neutralizadas com solução de NaOH 0,1N. As carboxilas esterificadas após saponificação com 10mL de

solução de NaOH 0,25N por 60 minutos à temperatura ambiente foram neutralizadas com 10 mL de solução de HCl 0,25N e novamente neutralizadas com solução de NaOH 0,1N, obtendo-se então os valores de mEq de NaOH referentes aos dois tipos de carboxilas, livres e esterificadas, respectivamente representados por mEq' e mEq''. Com os dados obtidos foram realizados os cálculos para determinação da quantidade de massa por mEq (Equação 1), teor de resíduos galacturônicos (Equação 2), teor de metoxilas (Equação 3), percentual de ácidos poligacturônicos (Equação 4), percentual de açúcares neutros (Equação 5) e grau de esterificação (Equação 6).

Quantidade de massa por mEquivalente (Z):

$$Z = \frac{\text{massapectina}}{\text{mEq totais}} \quad \text{Equação (1)}$$

Teor de resíduos galacturônicos (AUA %):

$$\text{AUA\%} = \frac{17600}{Z} \quad \text{Equação (2)}$$

Teor de metoxilas (MeO%):

$$\text{MeO\%} = \frac{(\text{mEq}' \times 31 \times 100)}{\text{massapectina}} \quad \text{Equação (3)}$$

Percentual de ácido poligacturônico:

$$\text{Fração ácida} = \text{AUA\%} + \text{MeO\%} \quad \text{Equação (4)}$$

Percentual de açúcares neutros:

$$\text{Fração neutra} = 100 - \text{Fração ácida} \quad \text{Equação (5)}$$

Grau de esterificação (DE):

$$\text{DE} = \left(\frac{176}{31} \right) \times \left(\frac{\text{MeO}}{\text{AUA}} \right) \quad \text{Equação (6)}$$

Para efeito de comparação, também foi realizada caracterização titulométrica de pectina comercial.

Resultados e Discussão

Caracterização bromatológica das farinhas de cenoura

A cenoura apresentou rendimento de 13,18% em farinha. A composição bromatológica da farinha de cenoura obtida em base úmida e seca pode ser observada na Tabela 2. Os dados encontrados apresentaram pequenas variações

em relação aos encontrados para cenoura crua na Tabela de Composição de Alimentos (TACO, 2011). Foram verificadas maiores diferenças nos teores medidos em relação ao extrato etéreo e cinzas, variações estas que podem estar relacionadas às diferentes matérias-primas e aos diferentes locais de cultivo dos vegetais usados em ambas determinações.

Tabela 2 - Valores médios dos teores de umidade (%), proteínas (%), extrato etéreo (%), cinzas (%), carboidratos totais (%), fibra bruta (%) e fibra alimentar (%) para a farinha de cenoura em base úmida e base seca.

	Umidade (%)	Proteínas (%)	Extrato etéreo (%)	Cinzas (%)	Carboidratos Totais (%)	Fibra Bruta (%)	Fibra Alimentar (%)
Base úmida	9,8±0,18	11,67±0,13	8,52±0,20	2,05±0,07	67,96	5,57±0,13	nd
Base seca	-	12,93±0,14	9,44±0,22	2,27±0,08	75,36	6,18±0,14	nd
TACO*		12,87	1,98	8,91	76,24	nd	31,68

*Composição em base seca para cenoura crua (TACO, 2011).

nd: não determinado

Extração da pectina

O modelo de regressão representou significativamente ($p < 0,05$) a relação entre as variáveis independentes e a resposta (rendimento), com $R^2 = 0,93$. Os parâmetros foram testados a 5% pelo teste t e foram avaliados os efeitos linear (L) e quadrático (Q) das variáveis sendo significativo ($p < 0,05$) apenas o efeito linear (L) das duas variáveis e a interação entre elas. Observou-se que a variável pH (L) tem influência negativa no rendimento da extração de pectina, indicando que menores valores de pH resultaram em maior rendimento, dentro das faixas estudadas. Os resultados mostraram, também, que a variável pH foi o principal fator que afetou o rendimento. A variável tempo (L) apresentou efeito positivo no rendimento da extração de pectina. Isto indica que o aumento desta variável, dentro das faixas estudadas, acarretou em um aumento no rendimento. Entretanto, Kalapathy e Proctor (2001) relatam que tempos de extração longos favorecem a degradação da molécula de pectina, principalmente quando associada à alta concentração de ácido. Munhoz et al. (2010),

estudando a extração de pectina das farinhas de polpa e da polpa com casca de goiaba, observaram, para os dois tipos de farinha, efeito significativo para a concentração de ácido cítrico (linear e positiva) e para tempo de extração (linear positiva e quadrática negativa). Canteri-Schemin et al. (2005) verificaram comportamento semelhante aos encontrados por Munhoz et al. (2010) das variáveis independentes (concentração de ácido cítrico e tempo de extração) para a extração de pectina de bagaço de maçã com ácido cítrico, na qual os efeitos lineares foram positivos e os quadráticos negativos. Siqueira et al. (2012) verificaram que os efeitos lineares das variáveis temperatura e concentração de ácido cítrico e interação tempo de extração e temperatura foram significativos para o rendimento de pectina extraída de casca de pequi. Neste estudo, o rendimento também aumentou com a elevação do ácido cítrico. Considerando as variáveis significativas, o modelo que expressa o rendimento (%), em função do pH e tempo de extração, é representado pela Equação 7:

$$R(\%) = 13,26 - 9,215 pH + 7,0077t - 4,30898 pHt$$

Equação (7)

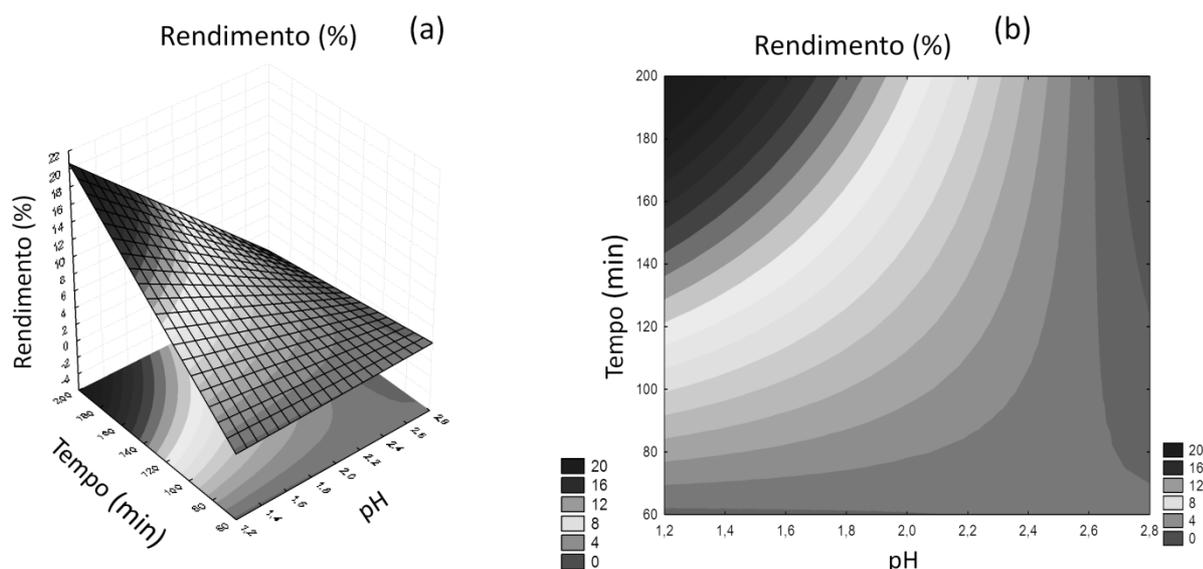
A maior parte da pectina utilizada comercialmente deriva de cascas de frutas cítricas, que apresenta rendimento de 20 a 30%. Entretanto há vários estudos de aproveitamento de diferentes frutos e resíduos para extração deste insumo. A cenoura contém cerca de 10% de pectina em base seca, o que torna este vegetal uma possível fonte alternativa de pectina (THAKUR et al., 1997). A Figura 1 apresenta os rendimentos de pectina extraída da farinha de cenoura. Os rendimentos de pectina extraída a partir da farinha de cenoura variaram entre 1,95 a 14,73%. O maior rendimento (14,73%) foi obtido em pH 1,5 e tempo de extração de 180 minutos.

Foram realizadas extrações de pectina de laranja e maracujá, nas mesmas condições de obtenção de máximo rendimento da pectina de cenoura. Obteve-se um rendimento de 21,10%

para pectina de maracujá e 19,69% para pectina de laranja, um pouco superiores aos obtidos com a farinha de cenoura.

Munhoz et al. (2010), estudando a extração de pectina das farinhas de polpa e da polpa com casca de goiaba, observaram rendimentos de 7,83 a 13,66% para pectina extraída a partir da farinha de polpa de goiaba e 5,91 a 12,85% para pectina extraída a partir da farinha de polpa com casca de goiaba. O rendimento máximo obtido por Munhoz et al. (2010) com farinha de goiaba estão semelhantes aos encontrados no presente estudo. Siqueira et al. (2012) obtiveram rendimentos médios de pectina extraída de casca de pequi entre 14,89 e 55,86%. Kliemann et al. (2009) registraram rendimentos entre 8,9 e 27,7% na extração de pectina de maracujá utilizando ácido nítrico como extrator.

Figura 1 - (a) Superfície de resposta mostrando a dependência do rendimento de extração de pectina de farinha de cenoura com pH e tempo de extração. (b) Projeção da superfície de resposta em gráfico área entre pH e tempo de extração no Rendimento de extração de pectina de farinha de cenoura.



Caracterização titulométrica das pectinas das farinhas de cenoura

As características de qualidade da pectina extraída em pH 1,5 a 180 minutos são apresentadas na Tabela 3. A pectina obtida a partir de farinha de cenoura apresentou grau de esterificação (25,44%) inferior ao obtido para a pectina comercial (75,55%), caracterizando-se como uma pectina de baixo grau de esterificação. O grau de esterificação encontrado foi menor do

que aquele encontrado por Munhoz et al. (2010) para farinha de polpa de goiaba (38,94%) e para farinha de casca e polpa de goiaba (40,99%), ambas também caracterizadas como pectina de baixo grau de esterificação. Em estudos com maracujá, diversos autores obtiveram pectina de alto grau de esterificação: Pinheiro et al. (2008) que obtiveram pectina com 78,59% utilizando 0,086% de ácido cítrico e tempo de extração de 60 minutos; Corona et al. (1996) que obtiveram

pectina com 71,6% de grau de esterificação. Matsumoto e Otagaki (1990) (73,2%) e D'Addosio et al. (2005) (69,7%), que utilizaram ácido clorídrico como agente extrator sob diferentes condições de extração. Canteri-Schemin et al. (2005) também obtiveram pectina com alto grau de esterificação (68,8%) a partir do bagaço de maçã utilizando ácido cítrico como extrator. Por outro lado, Siqueira et al. (2012) obtiveram

também valores de baixa esterificação (11,79-48,07%) para pectinas da casca de pequi. O grau de esterificação pode ainda sofrer variação em função dos parâmetros de extração. Siqueira et al. (2012) trabalhando com a extração de pectina de casca de pequi observaram que a concentração de ácido cítrico na solução de extração teve efeito significativo ($p < 0,05$) sobre o grau de esterificação da pectina obtida.

Tabela 3 - Características titulométricas da pectina comercial e da pectina extraída a partir da farinha de cenoura na condição de extração de pH 1,5, 60 °C por 180 minutos.

Características da pectina	Pectina cítrica	Pectina de farinha
	comercial	de cenoura
Ácidos galacturônicos (AUA) (%)	77,98	45,63
Metoxilas (MeO) (%)	6,07	3,49
Fração ácida (%)	51,70	81,47
Açúcares Neutros (%)	48,30	18,52
Grau de esterificação (DE) (%)	75,55	25,44

Em relação aos ácidos galacturônicos, os valores obtidos estão abaixo da porcentagem mínima de ácido galacturônico para pectinas comerciais (65%) estabelecida pela Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO, 1994).

As pectinas de baixo poder de esterificação possibilitam a formação de géis estáveis na ausência de açúcares e na presença de alguns íons metálicos. Em comparação com as pectinas de alto poder de esterificação, são menos sensíveis a alterações de pH, formando géis na faixa de pH 2,6-6,0, podendo também ser empregadas como fibra dietética solúvel, espessantes e estabilizantes de emulsões em alimentos (SHARMA et al., 1998; YAPO et al., 2007; MUNHOZ et al., 2010). Pectinas com estas características podem, ainda, ser utilizadas na produção de bebidas e geleias diet com o intuito de aumentar o teor de fibras solúveis no produto, sem contudo, alterar significativamente algumas propriedades físicas, como a viscosidade. Com isso, obtêm-se um produto de boa qualidade para um público cada vez mais exigente (PÚBLIO et al., 2012). No trabalho de Siqueira et al. (2012), a geleia elaborada com a pectina de baixo poder de esterificação, extraída de casca de pequi, obteve uma boa aceitação por parte dos provadores. As

fibras presentes nos alimentos são importantes para a saúde, pois melhoram as funções do intestino grosso por meio da redução do tempo de trânsito intestinal, pelo aumento de peso e da frequência de eliminação de fezes, pela diluição do conteúdo do intestino grosso e pelo fornecimento de substrato fermentável à microbiota, normalmente presente no intestino (BOEKEL et al., 2011).

Conclusões

As pectinas obtidas nas melhores condições de extração apresentaram grau de esterificação inferior a 50%, sendo consideradas de baixa esterificação. Pectinas com estas características podem ser utilizadas como fibra dietética solúvel em sucos ou refrigerantes, pois não alteram a viscosidade dos mesmos.

Agradecimento

Os autores agradecem o apoio financeiro concedido pela FAPEMIG, FUNARBE E CNPq.

Referências

- ANDRADE, M. C. N.; MINHONI, M. T. A.; ZIED, D. C. Caracterização bromatológica de oito linhagens de *Lentinula edodes* (Shiitake) cultivadas em toras de *Eucalyptus grandis*. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p. 793-797, 2008.
- AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of The Association of Official Analytical Chemists**. ARLINGTON: A.O.A.C., 1984, 1141p.
- BOEKEL, S. V.; COUTO, M. A. P. G.; ASCHERI, J. L. R.; SRUR, A. U. O. S.; LIMA, E. C. S. Elaboração de farinha mista extrusada de arroz, soja e resíduo de laranja-pêra como fonte de fibra alimentar. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 23, n. 4, p. 243-251, 2011.
- CANTERI, M. H. G.; MORENO, L.; WOSIACKI, G.; SCHEER, A. P. Pectina: da matéria-prima ao produto final. **Polímeros**, São Carlos, v. 22, n. 2, p. 149-157, 2012.
- CANTERI-SCHEMIN, M. H. et al. Extraction of pectin from Apple pomace. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v. 48, n. 2, p. 259-266, 2005.
- CORONA, M. et al. Extracción y caracterización de pectina de la corteza de parchita. **Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)**, Maracaibo, v. 13, p. 785-791, 1996.
- D'ADDOSIO, R. et al. Obtención y caracterización de pectina a partir de la cáscara de parchita (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa* Degener). **Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ)**, Maracaibo, v. 22, p. 240-249, 2005.
- FAO - FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Health (emulsifiers, stabilisers, thickeners and gelling agents in food) regulations 1994**. Roma, 2008. Disponível em: <<http://www.fao.org.com>>. Acesso em: 08 jan. 2013.
- GUIMARÃES, M. M.; SILVA, M. S. Valor nutricional e características químicas e físicas de frutos de murici-passa (*Byrsonima verbascifolia*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 28, n. 4, p.817-821, 2008.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. 4. ed. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária, 2005. 1018 p.
- JOYE, D. D. ; LUZIO, G. A. Process for selective extraction of pectins from plant material by differential pH. **Carbohydrate Polymers**, Worcester, v. 43, n.4, p. 337-342, 2000.
- KALAPATHY, U.; PROCTOR, A. Effect of acid extraction and alcohol precipitation conditions on the yield and purity of soy hull pectin. **Food Chemistry**, Barking, v. 73, n. 4, p. 393-396, 2001.
- KLIEMANN, E. et al. Optimization of pectin acid extraction from passion fruit peel (*Passiflora edulis* flavicarpa) using response surface methodology. **International Journal of Food Science and Technology**, Oxford, v. 44, n. 3, p. 476-483, 2009.
- MAY, C. D. **Pectins**. In: PHILLIPS, G. D.; WILLIAMS, P. A. (ed). Handbook of Hydrocolloids. Boca Raton: CRC Press, 2000, p. 169-188.
- MATSUMOTO, L.; OTAGAKI, M. Pectin content in dried peel of passion fruit. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 18, n. 1, p. 132-137, 1990.
- MUNHOZ, C. L.; SANJINEZ-ARGANDOÑA, E. J.; SOARES-JÚNIOR, M. S. Extração de pectina de goiaba desidratada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 30, n. 1, p. 119-125, 2010.
- PEREIRA, R. B. et al. Resistência de populações de cenoura à queima-das-folhas com diferentes níveis de germoplasma tropical. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 30, n. 3, p. 489-493, 2012.
- PHILLIPS, G. O.; WILLIAMS, P. A. **Handbook of Hydrocolloids** (2nd Ed.). Cambridge, UK: Woodhead Publishing Ltd, 2009.
- PINHEIRO, E. R. et al. Optimization of extraction of high-ester pectin acid from passion fruit peel (*Passiflora edulis* flavicarpa) with citric acid by using response surface methodology.

Bioresource Technology, New York, v. 99, n. 13, p. 5561-5566, 2008.

PÚBLIO, A. P. P. B.; REBOUÇAS, T. N. H.; PRADO, N. B.; SILVA, D. S.; CHATZIVAGIANNIS, M. A. F.; SOUZA, I. V. B.; SANTOS, R. L.; JOSÉ, A. R. S. Características físico-químicas de tubérculos de batata submetidos a fontes e concentrações de potássio. **Magistra**, Cruz das Almas, v. 24, n. 2, p. 89-95, 2012.

SHARMA, S. K.; LIPTAY, A.; LE MARGUER, M. Molecular characterization, physico-chemical and functional properties tomato fruit pectin. **Food Research International**, Essex, v. 30, n. 7, p. 543-547, 1998.

SILA, D. N. et al. Pectins in processed fruits and vegetables: Part II – Structure-function relationships. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, State College, v. 8, n. 2, p. 86-104, 2009.

SIQUEIRA, B. S.; ALVES, L. D., VASCONCELOS, P. N., DAMIANI, C.; SOARES JÚNIOR, M. S. Pectina extraída de casca de pequi e aplicação em geleia *light* de manga. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 2, p. 560-567, 2012.

TACO - TABELA BRASILEIRA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS. 4. ed. Campinas: NEPA-UNICAMP, 2011, 161 p.

THAKUR, B. R.; SINGH, R. K.; HANDA, A. K. Chemistry and uses of pectin – a review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Boca Raton, v. 37, n. 1, p. 47-73, 1997.

VORAGEN, A. G. J.; COENEN, G. J.; VERHOEF, R. P.; SCHOLS, H. A. Pectin, a versatile polysaccharide present in plant cell walls. **Structural Chemistry**, Nova Iorque, v. 20, n. 2, p. 263-275, 2009.

WANG, Q.; PAGAN, J.; SHI, J. **Pectins from fruits**. In. SHI, J.; MAZZA, G.; MAGUER, M.L. (Ed.). *Functional foods, biochemical and processing aspects*. CRC Press: New York, 2002, p. 263-309.

WILLATS, W. G. T.; KNOX, P.; MIKKELSEN, J. D. Pectin: new insights into an old polymer are

starting to gel. **Trends in Food Science and Technology**, Cambridge, v. 17, n. 3, p. 97-104, 2006.

YAPO, B. M.; ROBERT, C.; ETIENNE, I.; WATHELET, B.; PAQUOT, M. Effect of extraction conditions on the yield, purity and surface properties of sugar beet pulp pectin extracts. **Food Chemistry**, Barking, v. 100, n. 4, p. 1356-1364, 2007.

Recebido em: 15/10/2013
Aceito em: 17/02/2014