

AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE IMPREGNAÇÃO A VÁCUO EM MELÃO, UTILIZANDO DIFERENTES SUBSTÂNCIAS

Evaluation of the process of vacuum impregnation in melon using different substances

Marcu José Reno¹, Jaime Vilela de Resende², Mônica Elisabeth Torres Prado³

RESUMO

Cortes cilíndricos de melões (*Cucumis melo* var. *inodorus* Naudin tipo amarelo) foram submetidos à impregnação com soluções de cloreto de cálcio (0,5 g.100 mL⁻¹ de solução), adicionadas de amido gelatinizado (0, 5 e 10 g.100 mL⁻¹ de solução) e glicose (0, 10 e 20 g.100 mL⁻¹ de solução), com pressão de vácuo (84,4; 50,5 e 16,6 kPa) controlada. Foram feitas medidas do teor de sólidos solúveis totais, perda ou incorporação de componentes e textura de pedaços dos melões antes e após impregnação a vácuo. As variações desses parâmetros foram calculadas em relação aos do fruto original. Alterações na viscosidade das soluções devido aos processamentos também foram quantificadas. A existência de processos sinérgicos entre os fluxos de solutos do fruto e da solução pode ser constatada e analisada através de superfícies de resposta para as diferentes pressões, em função das concentrações de amido gelatinizado e de glicose nas soluções. A mobilidade molecular dos componentes do fruto e da solução em relação à viscosidade foi discutida.

Termos para indexação: Pré-tratamento, textura, viscosidade.

ABSTRACT

Cylindrical cuts of melon (*Cucumis melo* var. *inodorus* Naudin, yellow type) were submitted to impregnation with calcium chloride solutions (0.5 g.100 mL⁻¹ of solution) added with gelatinized starch (0, 5 and 10 g.100 mL⁻¹ of solution) and glucose (0, 10 and 20 g.100 mL⁻¹ of solution) with controlled vacuum pressure (84.4; 50.5 and 16.6 kPa). Measurements of the total soluble solids, incorporation or loss components (turgidity) and texture of melon slices were made before and after vacuum impregnation. Quality parameter variations were calculated in relation to the original fruit. Alterations in the viscosity of the solutions during the processing had been also quantified. The existence of synergistic processes between the solute flows from the fruit and from the solution was evident and could be analyzed using response surfaces for the different pressures as a function of the glucose and gelatinized starch concentrations in the solutions. The molecular mobility of components of the fruit and the solution related to viscosity was discussed.

Index termes: Pretreatment, texture, viscosity.

(Recebido em 19 de setembro de 2008 e aprovado em 15 de julho de 2009)

INTRODUÇÃO

A impregnação a vácuo é uma operação geralmente usada em processamento de frutas e vegetais para obter diversos tipos de produtos, tais como minimamente processados ou produtos de umidade intermediária (Alzamora et al., 1997), pré-tratamento para secagem (Nieto et al., 1998) e congelamento (Forni et al., 1987).

A impregnação a vácuo é considerada uma técnica útil para introduzir rapidamente líquidos externos nas estruturas porosas de tecidos de plantas e animais. Como consequência alguns processos de transferência de massa são melhorados e podem ser produzidas alterações nas composições do produto. Geralmente três fenômenos estão acoplados ao processamento: (i) saída de gases; (ii) deformação e relaxação da matriz sólida e (iii) entrada de líquido (Zhao & Xie, 2004). A impregnação a vácuo é

aplicada para de modificar a composição do alimento através da remoção parcial de água e incorporação de solutos sem afetar a integridade estrutural do material (Torreggiani & Bertolo, 2001). Dependendo da concentração de solutos durante o processo, pode haver dois fluxos principais simultâneos devido à água e à atividade osmótica do soluto: fluxo da água da fruta para a solução de infusão e fluxo dos solutos da solução para a fruta (Zhao & Xie, 2004).

A impregnação a vácuo conduz a um processo osmótico mais rápido devido à ação acoplada dos mecanismos hidrodinâmicos e de fenômenos de afrouxamento e deformação (Shi et al., 1995; Fito et al., 1996). No processo de impregnação a vácuo, a troca gás-líquido causa uma mudança rápida da composição total da amostra (Zhao & Xie, 2004). A penetração do líquido

¹Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Cx. P. 3037 – 37200-000 – Lavras, MG – reno_ufla@yahoo.com.br

²Universidade Federal de Lavras/UFLA – Departamento de Ciência dos Alimentos/DCA – Lavras, MG

³Universidade Federal de Lavras/UFLA – Núcleo de Inovação Tecnológica/NINTEC – Lavras, MG

externo é causada pelo efeito combinado da ação capilar e de um gradiente de pressão (Fito et al., 1996).

Um processo sob vácuo intenso favorece a taxa do fluxo capilar e de transferência de massa. O papel do vácuo nesse processo é teoricamente a redução na tensão fluida interfacial em relação à solução, e na remoção dos gases intercelulares do tecido que são substituídos pela solução na liberação do vácuo (Fito et al., 1996, 2001; Shi et al., 1995; Fito & Chiralt, 1997). Os fluxos de água e de sólidos solúveis implicam mudanças em propriedades estruturais e do transporte (Fito & Chiralt, 2000; Chiralt & Fito, 2003). As mudanças estruturais no tecido dependem da distância em relação à superfície da amostra no contato com a solução de infusão, de acordo com os perfis de concentração desenvolvidos (Salvatori et al., 1998).

Esse método recebe a atenção considerável devido às exigências de baixas energias (Taiwo & Angersbach, 2001) e melhoria de qualidade da fruta (Heng & Guilbert, 1990; Panagiotou et al., 1998), em comparação com processos alternativos. Uma vez que as frutas não são submetidas a altas temperaturas, mudanças sensoriais de atributos, como cor, sabor, textura e aroma são minimizados (SILVA et al., 2008).

O uso de soluções de açúcares, hidrocolóides, sais de cálcio e sódio, associações e misturas envolvendo esses produtos têm sido os tratamentos indicados como substâncias que aumentam a resistência da estrutura celular ao congelamento. Grande parte desses compostos atua interagindo com os componentes da parede celular ou reduzindo o crescimento de cristais de gelo, mantendo a integridade da microestrutura após o descongelamento (Resende & Cal-Vidal, 2002).

Segundo Sousa et al. (2007) a influência do cálcio na textura de vegetais deve-se à formação de pontes de cálcio entre ácidos galacturônicos. McFeeters & Armstrong (1984) sugeriram que o efeito do cálcio na textura era um resultado da ligação do cálcio em radicais carboxilas dos grupos pectínicos. O complexo cálcio pectina formado atua como cimento intracelular para dar firmeza em tecidos vegetais. Independente da formação Ca-pectatos, o grau de esterificação desempenha um papel importante na rigidez e configuração de substâncias pectínicas por meio do qual a firmeza de macromoléculas pectínicas aumenta com o conteúdo de grupos metoxilas (Hudson & Buescher, 1986; VILAS BOAS et al., 2008).

Objetivou-se, no presente trabalho, analisar as principais alterações físico-químicas decorrentes do processo de impregnação a vácuo de melões. Avaliar a influência da pressão e concentração da solução durante a impregnação. Verificar os efeitos dos solutos sobre a resistência do fruto e quantificar a incorporação de componentes após a impregnação a vácuo.

MATERIAL E MÉTODOS

Preparo das amostras

Cilindros (2,5 cm de diâmetro e 2 cm de altura) de melão foram obtidos a partir de seções medianas cortadas perpendicularmente à direção axial de melões frescos obtidos no mercado local. Esses foram submetidos à impregnação com pressões de vácuo controladas de 84,4 kPa (844 mbar); 50,5 kPa (505 mbar) e 16,6 kPa (166 mbar) em soluções constituídas de amido gelatinizado em concentrações de 0%, 5% e 10% , adicionados de cloreto de cálcio 0,5% e glicose, em concentrações de 0%, 10% e 20% durante um período de 4 horas.

Preparo das soluções de amido gelatinizado usadas na impregnação a vácuo

Soluções de amido gelatinizado foram preparadas suspendendo o amido em 100 mL de água destilada e deionizada. A gelatinização foi feita aquecendo a água até a temperatura de 80° C, a partir de então a suspensão em água e os demais componentes foram adicionados à água quente e o volume aferido.

Processo de impregnação a vácuo

A impregnação a vácuo de pedaços de melão foi feita em uma câmara com pressão controlada por manômetro e acoplada a uma bomba de alto vácuo (BOC- EDWARDS – Mod. E2M8), como esquematizado na Figura 1.

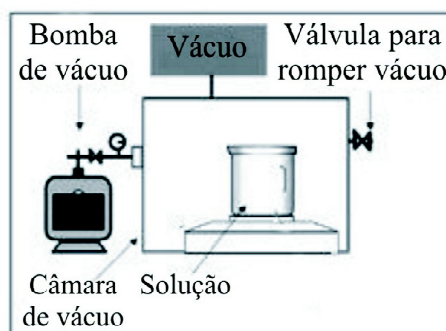


Figura 1 - Equipamento para impregnação a vácuo.

Teor de sólidos solúveis totais (SST)

O teor de SST foi avaliado no melão ("in natura" e após o pré-tratamento), por leitura direta em refratômetro digital (ATAGO – PR100), utilizando suco do melão obtido após a filtração da polpa. A variação do teor de SST de frutos de melão submetidos aos pré-tratamentos foi avaliada pela diferença porcentual entre os valores

medidos após impregnação a vácuo (SST_{IV}) e comparados com os do fruto original (SST_{or}).

$$SST = \frac{SST_{IV} - SST_{or}}{SST_{or}} \times 100 (\%) \quad (1)$$

Onde: SST (°Brix) é o teor de sólidos solúveis totais obtido pela média de 3 repetições.

Textura

A textura em cada etapa do experimento (“in natura” e após o pré-tratamento) foi obtida através de testes de compressão usando uma máquina de teste universal (TA.XT2 Texture Analyser, Stable Micro Systems) e uma sonda de agulha (*puncture test*), o fruto submetendo-se à ação da sonda por 1 segundo, à velocidade de penetração de 5,00 mm s⁻¹. A equação (2) foi utilizada para determinação da variação porcentual da textura.

Os valores médios das leituras da força máxima $FMAX_{IV}$ (N) para a resistência à penetração foram aplicados na equação (2), usada para analisar a variação porcentual da textura após impregnação a vácuo (F).

$$TEXTURA = \frac{FMAX_{IV} - FMAX_{or}}{FMAX_{or}} \times 100 (\%) \quad (2)$$

Incorporação ou perda de componentes após a infusão a vácuo (IPC)

O aumento ou a redução de peso dos cilindros de melão processados foi avaliado através de balanços de massa antes (m_{or}) e após a impregnação a vácuo (m_{IV}). O tratamento dos resultados foi feito usando a seguinte equação:

$$IPC = \frac{m_{IV} - m_{or}}{m_{or}} \times 100 (\%) \quad (3)$$

Viscosidade da solução

A viscosidade da solução em cada etapa do experimento (“in natura” e após o pré-tratamento) foi medida em viscosímetro rotativo (Brookfield modelo RVT), com *Spindle* número 1 e velocidade de 100 rpm. A variação porcentual da viscosidade das soluções após a impregnação a vácuo comparadas com suas características originais foi calculada pela equação (4):

$$VISCOSIDADE = \frac{VISC_{IV} - VISC_{or}}{VISC_{or}} \times 100 (\%) \quad (4)$$

Análise estatística

O experimento foi montado seguindo uma estrutura fatorial com três fatores. Os tratamentos foram realizados em triplicata. O efeito dos fatores sobre a variação do teor de SST, incorporação ou perda de componentes, textura e viscosidade em função das concentrações de amido gelatinizado, glicose, e pressão de vácuo juntamente com o cloreto de cálcio foram avaliados usando a metodologia de superfície de resposta. Essas foram obtidas a partir de ajustes (Statística versão 7.0 – Statsoft®), usando modelo linear e quadrático aplicado aos dados experimentais. O modelo que representa os ajustes é representado pela equação (5):

$$Z = a + bx + cx^2 + dy + ey^2 + fxy + gxy^2 + hx^2y + ix^2y^2 \quad (5)$$

Onde: Z: variável analisada (SST, IPC, Textura, Viscosidade)
x: concentração de sacarose (g de glicose.100mL⁻¹ de solução)

y: concentração de amido (g de amido.100 mL⁻¹ de solução)
a, b, c, d, e, f, g, h, i: constantes obtidas a partir dos ajustes, características para cada variável analisada.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Sólidos solúveis totais (SST)

Os resultados da variação do teor de SST dos melões submetidos aos pré-tratamentos foram avaliados pela diferença porcentual entre os valores medidos após o pré-tratamento comparados com os do fruto com suas características originais.

Na Tabela 1 apresentam-se os resultados da análise de variância para a variação porcentual do teor de SST após tratamento dos frutos por infusão a vácuo. Observa-se na Tabela 1 que os fatores concentração de glicose e concentração de amido e suas interações tiveram influência significativa sobre a variação do teor de SST, exceto para interação à pressão de 84,4 kPa.

Pela Figura 2 pode-se observar que o aumento da concentração de amido e glicose na solução aumenta o teor de SST na fruta após o processo de impregnação a vácuo. Rodrigues & Fernandes (2007) também verificaram que o aumento da concentração de sacarose aumenta o teor de sólidos em melões após desidratação osmótica. A incorporação mais efetiva de solutos no tecido do fruto acontece com concentrações de amido gelatinizado em torno de 5 g.100 mL⁻¹ de solução.

Ainda pode ser observado que a pressão também influencia esse fluxo de solutos. O aumento do teor de SST é mais efetivo para maiores pressões de vácuo no processamento.

Tabela 1 – Análise de variância da variação porcentual do teor de SST após tratamentos de frutas submetidas à impregnação de vácuo, com pressão de 84,4; 50,5; 16,6 kPa.

Fonte de Variação	GL	Pressão 84,4 kPa		Pressão 50,5 kPa		Pressão 16,6 kPa	
		F	p	F	p	F	p
(G) Glicose	2	102,6045	0,0000*	282,3662	0,0000*	182,8623	0,0000*
(A) Amido	2	14,3292	0,0001*	426,5667	0,0000*	13,0113	0,0003*
G x A	4	1,9562	0,1446	58,2014	0,0000*	3,1389	0,0401**
Erro	18						
Total	26						
		R ² =0,9306		R ² =0,9892		R ² =0,9573	

* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

** Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

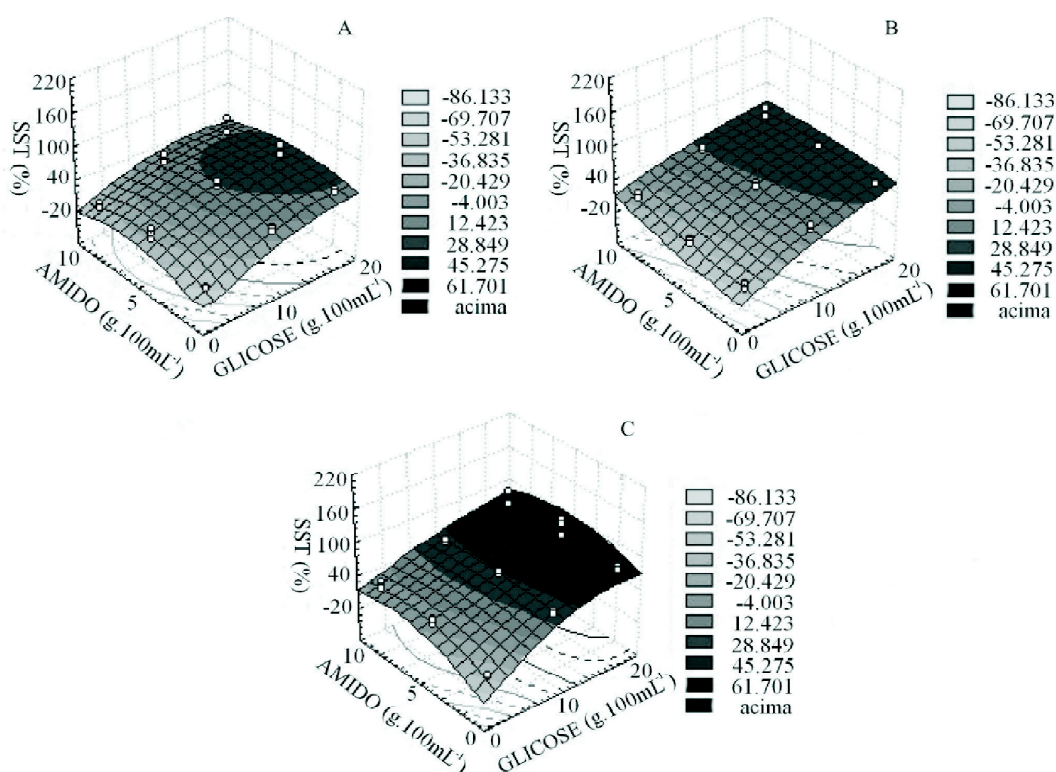


Figura 2 – Variação porcentual de SST, em função das concentrações de amido gelatinizado e glicose para pressão de vácuo: (A) 84,4 kPa; (B) 50,5 kPa; (C) 16,6 kPa.

Textura

Pelos resultados da Tabela 2 observa-se que todos os fatores e suas interações exercem influências significativas sobre a firmeza das amostras após a impregnação a vácuo.

Pressão de vácuo do processamento e concentração de amido gelatinizado na solução influencia

significativamente o aumento da firmeza das frutas após a impregnação a vácuo, quando comparada com a da fruta “*in natura*”. O aumento da textura de frutas após impregnação a vácuo também foi relatada por Mutanda et al. (1998). As superfícies A, B e C da Figura 3 apresentam comportamentos distintos. Pelos resultados observa-se um grande aumento da firmeza para frutos processados

com pressão de 84,4 kPa e menores valores para as pressões de vácuo de 50,5 kPa e 16,6 kPa.

As superfícies A e C da Figura 3 evidenciam que esse aumento é maior quando se utiliza concentração de amido na solução em torno de 5 g.100 mL⁻¹ de solução. Esse comportamento da firmeza pode ser justificado por

interações de compostos da solução com componentes da parede celular e também pela viscosidade da solução. A viscosidade adequada da solução contendo amido gelatinizado promove melhor a difusão e incorporação dos solutos nos espaços intercelulares, com a retirada do ar pelo equipamento de vácuo.

Tabela 2 – Análise de variância da variação percentual da Textura após tratamentos de frutas submetidas à impregnação com pressão de vácuo de 84,4; 50,5 e 16,6 kPa.

Fonte de Variação	GL	Pressão 84,4 kPa		Pressão 50,5 kPa		Pressão 16,6 kPa	
		F	p	F	p	F	p
(G) Glicose	2	41,2080	0,0000*	31,5451	0,0000*	41,6877	0,0000*
(A) Amido	2	97,8365	0,0000*	176,5570	0,0000*	79,3271	0,0000*
G x A	4	14,9343	0,0000*	194,5312	0,0000*	7,5446	0,0009*
Erro	18						
Total	26						
		R ² =0,94941		R ² =0,98515		R ² =0,9379	

* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

** Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

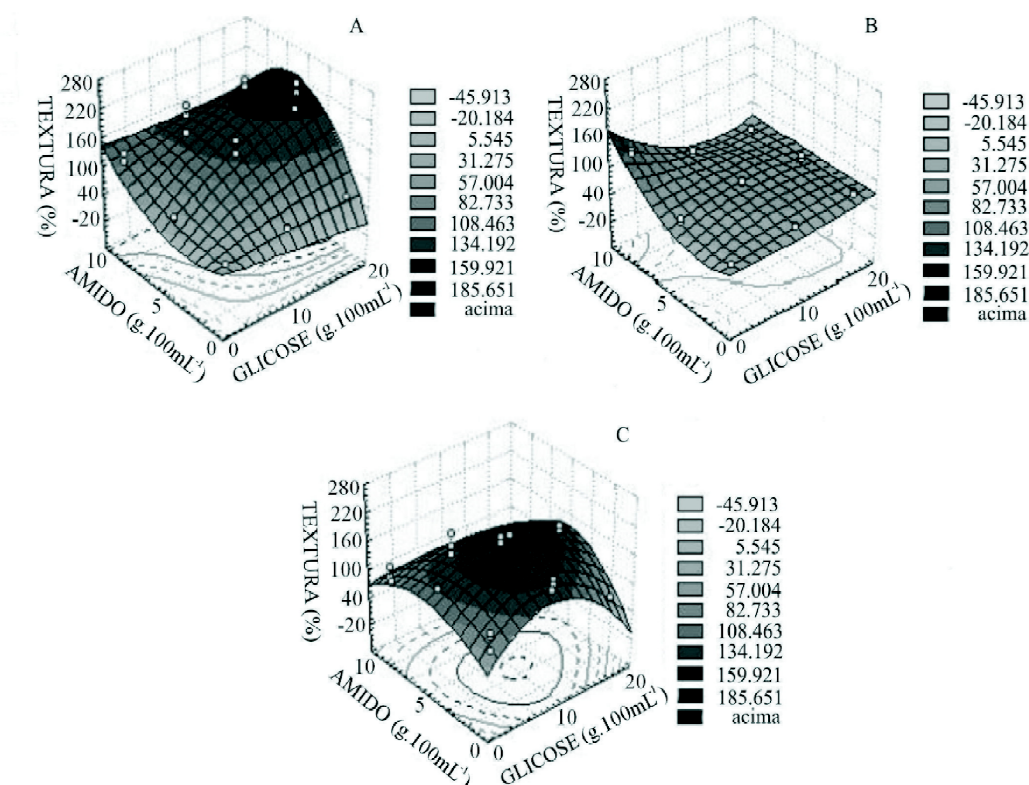


Figura 3 – Variação percentual da resistência à penetração, em função das concentrações de amido gelatinizado e glicose para pressão de vácuo: (A) 84,4 kPa; (B) 50,5 kPa; (C) 16,6 kPa.

Incorporação ou perda de componentes após impregnação a vácuo (IPC)

Pela Tabela 3 observa-se que os fatores considerados, amido e glicose, ($p < 0,01$) influenciaram a transferência de massa, incorporando ou retirando componentes das amostras durante a impregnação a vácuo a interação desses também foi significativa ($p < 0,05$).

Pela Figura 4 verifica-se que aumento da concentração de glicose resulta na redução de peso dos pedaços de fruta por efeitos osmóticos pelo alto fluxo de componentes celulares em direção à solução. Em baixas concentrações de glicose, o efeito é reverso ocorrendo aumento de peso provavelmente pelo grande fluxo de água da solução em direção ao interior da fruta. Mújica-Paz et al. (2003) e Rodrigues & Fernandes (2007) relatam que o

Tabela 3 – Análise de variância da variação percentual de IPC, após tratamentos de impregnação com pressão de 84,4; 50,5 e 16,6 kPa.

Fonte de Variação	GL	Pressão 84,4 kPa		Pressão 50,5 kPa		Pressão 16,6 kPa	
		F	p	F	p	F	p
(G) Glicose	2	88,8143	0,0000*	63,5801	0,0000*	53,3775	0,0000*
(A) Amido	2	7,1009	0,0053*	13,4739	0,0002*	17,4648	0,0000*
G x A	4	4,8863	0,0076*	7,1826	0,0121**	3,4796	0,0284**
Erro	18						
Total	26						
		$R^2=0,9215$		$R^2=0,9103$		$R^2=0,8963$	

* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

** Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

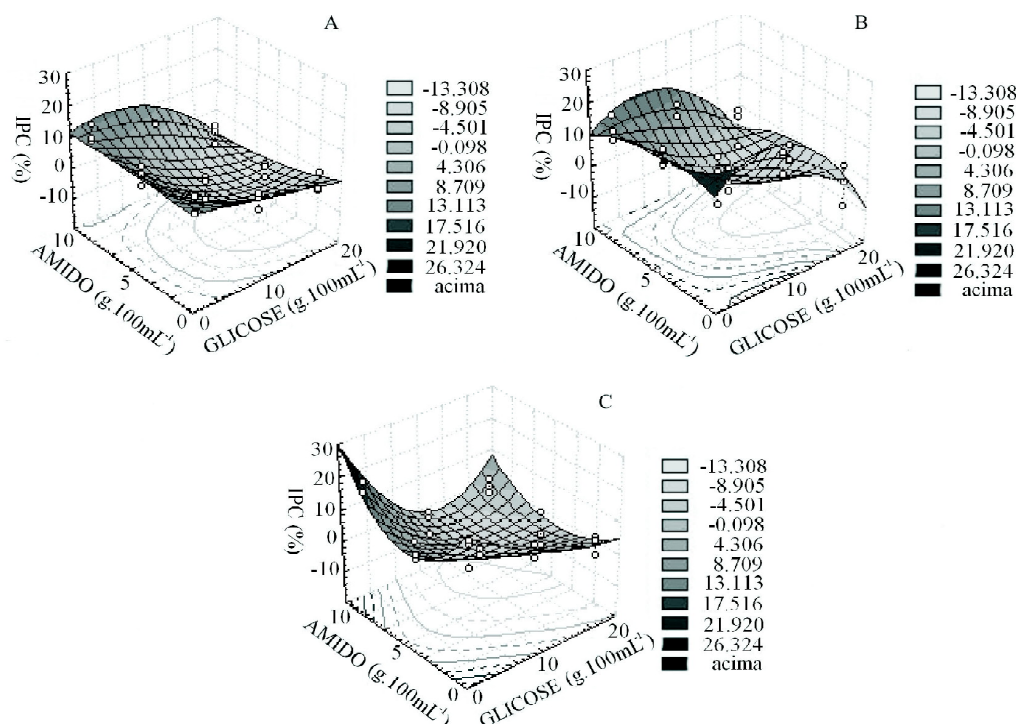


Figura 4 – Variação percentual de IPC em função das concentrações de amido gelatinizado e glicose para pressão de vácuo: (A) 84,4 kPa; (B) 50,5 kPa; (C) 16,6 kPa.

aumento da concentração de sacarose na solução de desidratação diminui o peso de melões.

Viscosidade

Pela Tabela 4 observa-se que os fatores e interações influenciam os valores da viscosidade da solução antes e

após os tratamentos por impregnação a vácuo. As variações percentuais entre os valores da viscosidade para as diferentes pressões podem ser visualizadas nas superfícies de respostas ajustadas por mínimos quadrados, apresentada na Figura 5.

A concentração de amido exerce influência na viscosidade da solução e pela Figura 5 pode-se verificar

Tabela 4 – Análise de variância da variação percentual da Viscosidade, após tratamentos de frutas submetidas à impregnação com pressão de vácuo de 84,4; 50,5 e 16,6 kPa.

Fonte de Variação	GL	Pressão 84,4 kPa		Pressão 50,5 kPa		Pressão 16,6 kPa	
		F	p	F	p	F	p
(G) Glicose	2	5.8937	0,0107*	29.9820	0,0000*	142.7200	0,0000*
(A) Amido	2	2.4736	0,1124	93.6913	0,0000*	3733.531	0,0000*
G x A	4	15.9446	0,0000*	35.0097	0,0000*	76.897	0,0000*
Erro	18						
Total	26						
		R ² =0,8872		R ² =0,9556		R ² =0,9977	

* Significativo, ao nível de 1% de probabilidade.

** Significativo, ao nível de 5% de probabilidade.

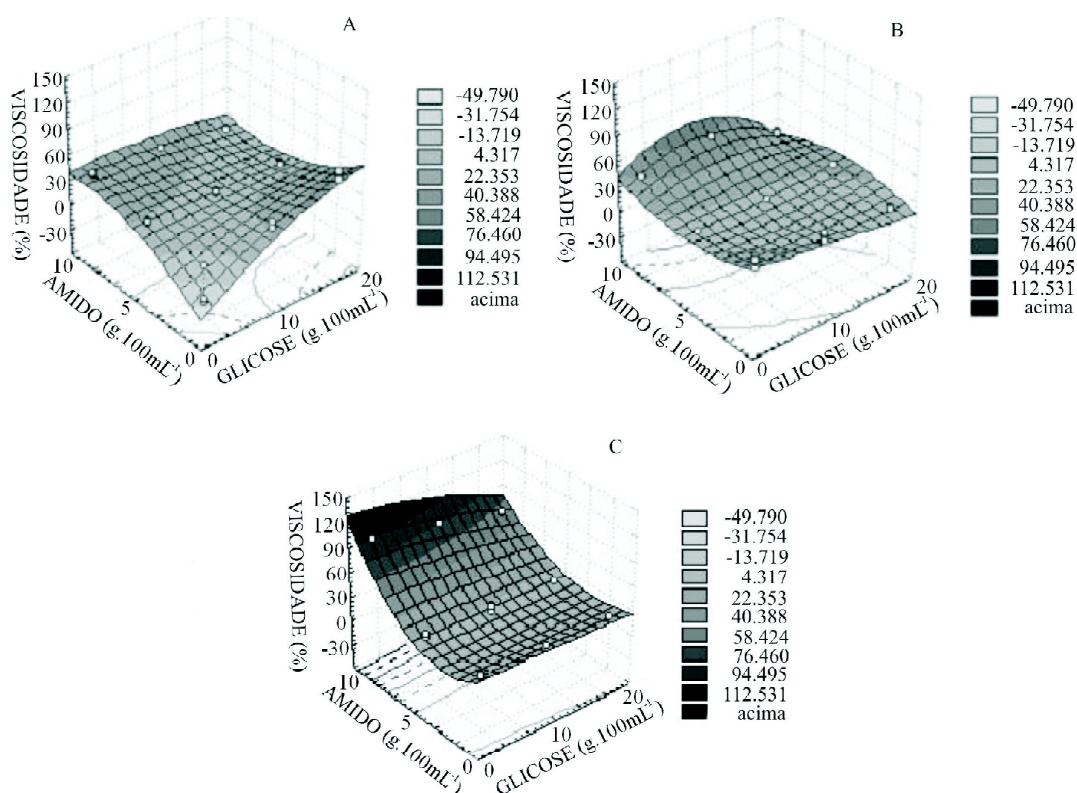


Figura 5 – Variação percentual da viscosidade da solução, após os processos com pressões de vácuo de: (A) 84,4 kPa; (B) 50,5 kPa e (C) 16,6 kPa.

que concentrações em torno de 5 g.100 mL⁻¹ de solução causaram maiores perdas na viscosidade sendo que essa concentração de amido foi a que melhores resultados obteve para preservação da textura. Consequentemente, nessa concentração o fluxo de soluto para dentro do fruto deve ser maior. Observa-se na Figura 5 (B e C) que a diminuição da pressão durante a impregnação resulta uma solução com menor viscosidade, após tratamentos com concentração em torno de 5 g.100 mL⁻¹ de amido.

CONCLUSÕES

A impregnação a vácuo apresenta-se como um tratamento efetivo para modificar a composição de melões pela incorporação de substâncias que interferem nos fluxos moleculares durante o processamento, como hidrocolóides, sais e açúcares. Amido gelatinizado e glicose, em concentrações específicas, desempenham papéis importantes na alteração do teor de sólidos solúveis, textura e aumento de peso de frutas e também na viscosidade da solução, sendo que a eficiência da incorporação na microestrutura é função da viscosidade da solução. A incorporação mais efetiva de solutos no tecido do fruto ocorre com concentrações de amido gelatinizado, em torno de 5 g.100 mL⁻¹ de solução. A existência de processos sinérgicos entre os fluxos de massa da solução para o fruto e do fruto para a solução pode ser constatada e justificada em termos dos gradientes de concentração dos sistemas.

AGRADECIMENTOS

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo suporte financeiro à pesquisa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALZAMORA, S.M.; GERSCHENSON, L.N.; VIDALES, S.; NIETO, A. **Structural changes in the minimal processing of fruits: some effects of blanching and sugar impregnation**. New York: Chapman & Hall, 1997. 140p.
- CHIRALT, A.; FITO, P. Transport mechanisms in osmotic dehydration: the role of the structure. **Food Science and Technology International**, London, v.3, p.179-185, 2003.
- FITO, P.; ANDRES, A.; CHIRALT, A.; PARDO, P. Coupling of hydrodynamic mechanism and deformation relaxation phenomena during vacuum treatments in solid porous food-liquid systems. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.27, p.229-240, 1996.
- FITO, P.; CHIRALT, A. **An approach to the modeling of solid food-liquid operations: application to osmotic dehydration**. New York: Chapman & Hall, 1997. 252p.
- FITO, P.; CHIRALT, A. **Vacuum impregnation of plant tissues: a design of minimal processing technologies for fruit and vegetables**. [S.l.]: Aspen, 2000.
- FITO, P.; CHIRALT, A.; BETORET, N.; GRAS, M.; CHAFER, M.; MARTINEZ-MONZO, J.; ANDRES, A.; VIDAL, D. Vacuum impregnation and osmotic dehydration in matrix engineering application in functional fresh food development. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.49, p.175-183, 2001.
- FORNI, E.; TORREGGIANI, D.; CRIVELLI, G.; MASTRELLI, A.; BRETOLO, G.Z.; SANTELLI, F. Influence of osmosis time on the quality of dehydrofrozen kiwifruit. **Acta Horticulturae**, Leuven, v.282, p.425-433, 1987.
- HENG, S.; GUILBERT, J. Osmotic dehydration of papaya: influence of process variables on the product quality. **Science Des Aliments**, Versailles, v.10, p.831-848, 1990.
- HUDSON, J.M.; BUESCHER, R.W. Relationship between degree of pectin methylation and tissue firmness of cucumber pickles. **Journal of Food Science**, Chicago, v.51, p.138-140, 1986.
- MCFEETERS, R.F.; ARMSTRONG, S.A. Measurement of pectin methylation in plant cell walls. **Analytical Biochemistry**, Amsterdam, v.139, p.212-217, 1984.
- MÚJICA-PAZ, H.; VALDEZ-FRAGOSO A.; LOPEZ-MALO, A.; PALOU, E.; WELTI-CHANES, J. Impregnation and osmotic dehydration of some fruits: effect of the vacuum pressure and syrup concentration. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.57, p.305-314, 2003.
- MUTANDA, V.; GERSCHENSON, L.N.; ALZAMORA, S.M.; CASTRO, M.A.Z. Solute infusion effects on texture of minimally processed kiwifruit. **Journal of Food Science**, Chicago, v.63, p.616-620, 1998.
- NIETO, A.; SALVATORI, D.; CASTRO, M.A.; ALZAMORA, X. Air drying behavior of apples as affected by blanching and glucose impregnation. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.36, p.63-79, 1998.

- PANAGIOTOU, V.T.; KARATHANOS, J.; MAROULIS, Z.B. Mass transfer modelling of the osmotic dehydration of some fruits. **International Journal of Food Science and Technology**, v.33, p.267-284, 1998.
- RESENDE, J.V.; CAL-VIDAL, J. Frutos de melão submetidos à pré-tratamentos com hidrocolóides: efeitos do processo de congelamento sobre a microestrutura celular. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.3, p.295-304, 2002.
- RODRIGUES, S.; FERNANDES, F.A.N. Dehydration of melons in a ternary system followed by air-drying. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.80, p.678-687, 2007.
- SALVATORI, A.; ANDRÉS, A.; CHIRALT, A.; FITO, P. The response of some properties of fruits to vacuum impregnation. **Journal of Food Process Engineering**, v.21, p.59-73, 1998.
- SHI, X.Q.; FITO, P.; CHIRALT, A. Influence of vacuum treatment on mass transfer during the osmotic dehydration of fruits. **Food Research International**, v.28, p.445-454, 1995.
- SILVA, A.S.; GURJÃO, K.C.deO.; ALMEIDA, F.deA.C.; BRUNO, R.deL.A.; PEREIRA, W.E. Desidratação da polpa de tamarindo pelo método de camada de espuma. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 6, p. 1899-1905, Nov./dez., 2008.
- SOUSA, M.B.; CANET, W.; ALVAREZ, M.D.; FERNANDEZ, C. Effect of processing on the texture and sensory attributes of raspberry (cv. Heritage) and blackberry (cv. Thornfree). **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.78, p.9-21, 2007.
- TAIWO, A.; ANGERSBACH, B.I.O. Ade-Omowaye and D. Knorr, Effects of pre-treatments on the diffusion kinetics and some quality parameters of osmotically dehydrated apple slices. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.49, p.2804-2811, 2001.
- TORREGGIANI, D.; BERTOLO, G. Osmotic pretreatments in fruit processing: chemical, physical and structural effects. **Journal of Food Engineering**, Oxford, v.49, p.247-253, 2001.
- VILAS BOAS, E.V.deB.; REIS, C.M.F.; MELO, A.A.M. Uso de misturas químicas para a manutenção da firmeza de banana 'prata' minimamente processada. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 237-244, jan./fev., 2009.
- ZHAO, Y.; XIE, J. Practical applications of vacuum impregnation in fruit and vegetable processing. **Food Science & Technology**, v.15, p.434-451, 2004.