

AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DE BATATAS BAROA MINIMAMENTE PROCESSADAS POR MEIO DA MODELAGEM DO PROCESSO DE RELAXAÇÃO

LARA S. FERNANDES¹, PAULO C. CORRÊA², FERNANDA M. BAPTESTINI³, JAIME
DANIEL B. VANEGAS⁴, DAVI DE S. L. VASCONCELLOS⁵

¹ Engenheira de Alimentos, M.Sc., Doutoranda, UFV/Viçosa – MG, (31)3899-2030, lara.santanaf@gmail.com

² Engenheiro Agrônomo, Prof. Associado, UFV/Viçosa – MG, (31)3899-2030, copace@ufv.br

³ Engenheira Agrícola e Ambiental, M.Sc., Doutoranda, UFV/Viçosa – MG, (31) 3899-2030, fbaptestini@yahoo.com.br

⁴ Engenheiro Agroindustrial, Mestrando, UFV/Viçosa – MG, (31) 3899-2030, jdbustosv@misena.edu.co

⁵ Engenheiro Agrícola e Ambiental, UFV/Viçosa – MG, (31)3899-2030, slv.davi@gmail.com

Apresentado no

XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola - CONBEA 2014
27 a 31 de julho de 2014- Campo Grande- MS, Brasil

RESUMO: Em produtos minimamente processados, o uso de embalagens é uma técnica aplicada para diminuir mudanças na textura e aumentar a vida de prateleira. A modelagem do processo de relaxação pode fornecer índices práticos de textura, como também características dos processos que ocorrem durante o armazenamento. Objetivou-se avaliar o efeito de 4 tipos de embalagens plásticas na qualidade de batatas baroa minimamente processadas, utilizando a modelagem do processo de relaxação. Foram utilizadas batatas baroa da cultivar Amarela de Carandaí. Estas foram selecionadas, lavadas, sanitizadas, descascadas e cortadas em rodela. O processamento prosseguiu com sanitização final, enxágue e imersão em solução de ácido ascórbico e ácido cítrico. As rodela foram centrifugadas e acondicionadas em bandejas de poliestireno expandido revestidas com filme de PVC e em sacos de polietileno de alta densidade, de polipropileno e de poliolefina multicamadas para vácuo e foram mantidas a 5 °C por 12 dias. Para a modelagem da relaxação utilizou-se o modelo generalizado de Maxwell. As rodela acondicionadas nas embalagens de polipropileno e à vácuo apresentaram maior força normalizada no equilíbrio (0,7502 e 0,7580, respectivamente) indicando que foram mais elásticas, preservando melhor a qualidade durante o armazenamento em relação as outras embalagens.

PALAVRAS-CHAVE: *Arracacia xanthorrhiza*, embalagem, textura.

EVALUATION OF MINIMALLY PROCESSED YELLOW PERUVIAN ROOTS QUALITY THROUGH THE RELAXATION PROCESS MODELING

ABSTRACT: In minimally processed products, the use of packaging is a technique applied to minimize texture changes and increase the shelf-life. The relaxation process modeling can provide practical indexes of texture, as well characteristics of processes that occur during storage. The aim of this study was to evaluate 4 types of plastic packages in the quality of minimally processed yellow peruvian roots, using the relaxation process modeling. Yellow Peruvian roots from cultivar Amarelo de Carandaí were used. These were selected, washed, sanitized, peeled and cut into slices. The processing continued with a final sanitization, rinse and immersion in an ascorbic and citric acid solution. The slices were centrifuged and packed into expanded polystyrene trays with PVC film and in sacks made of high density polyethylene, polypropylene and multilayer polyolefin for vacuum, and then kept in a 5 °C temperature during 12 days. For the relaxation modeling, general Maxwell model was used. Slices packed in polypropylene packages and in vacuum showed a higher normalized force in the balance (0,7502 and 0,7580 respectively), indicating that they were more resilient, better preserving the quality during storage over other packaging.

KEYWORDS: *Arracacia xanthorrhiza*, package, texture.

INTRODUÇÃO: A batata baroa apresenta baixa conservação pós-colheita quando comparada com outras hortaliças. O processamento mínimo dessa hortaliça é uma solução para sua alta perecibilidade além de contribuir para a sua valorização. Para alimentos consumidos in natura, a textura é um dos atributos de qualidade mais importantes para a definição da qualidade (LIU et al., 2009). Em produtos minimamente processados, várias técnicas de conservação são aplicadas para diminuir mudanças na textura, sendo o uso de embalagens uma das principais. As embalagens tem função de minimizar ou retardar a perda de água, a taxa respiratória e as alterações bioquímicas que se intensificam nos produtos minimamente processados (MORETTI et al., 2006). A textura dos alimentos pode ser mensurada por meio de testes físicos: punção, penetração, compressão, cisalhamento e relaxação. O teste de relaxação é usualmente utilizado para o estudo do comportamento viscoelástico de materiais biológicos (BELLIDO & HATCHER, 2009), sendo que a modelagem é um instrumento matemático fundamental para análise deste comportamento. Portanto, a fim de se conhecer as alterações texturais decorrentes do processamento mínimo de batatas baroa, objetivou-se com o este trabalho avaliar o efeito de 4 tipos de embalagens na qualidade de batatas baroa minimamente processadas, através da modelagem do processo de relaxação.

MATERIAL E MÉTODOS: Foram utilizadas batatas baroa da cultivar Amarela de Carandaí. As batatas foram selecionadas, lavadas em água corrente para retirada de sujeiras do campo. Posteriormente, foram levadas para a sala de processamento mínimo, refrigerada a $18 \pm 1^\circ\text{C}$, e sanitizadas em solução com 200 mg.L^{-1} de cloro ativo, por 15 min. Em seguida, foram descascadas e cortadas em rodela na espessura de $\pm 1 \text{ cm}$. Para a sanitização final as rodela de batatas baroa foram imersas em solução contendo 200 mg L^{-1} de cloro ativo, a 5°C , por 15 min, com posterior enxágue em solução contendo 3 mg L^{-1} de cloro ativo, a 5°C por 15 min e imersão em solução de ácido ascórbico 3% e ácido cítrico 3% por 5 min. O excesso de água foi retirado por centrifugação a 2000 rpm por 15 s e as rodela foram acondicionadas nas seguintes embalagens: bandejas de poliestireno expandido revestidas com filme de PVC, polietileno de alta densidade (PEAD), polipropileno (PP) e poliolefina multicamadas para vácuo, e foram armazenadas a 5°C por 12 dias. O teste de relaxação foi realizado em texturômetro, modelo TA.HD (Stable Micro System). Foi utilizado um probe circular com 100 mm de diâmetro a uma velocidade de teste de $0,02 \text{ m min}^{-1}$ durante 20s. Para a modelagem das curvas de relaxação, foi empregado o modelo generalizado de Maxwell, Equação 1:

$$\sigma(t) = \sigma e + A_1 \exp\left(\frac{-t}{\sigma_1}\right) + A_2 \exp\left(\frac{-t}{\sigma_2}\right) + A_3 \exp\left(\frac{-t}{\sigma_3}\right) \quad (1)$$

Em que: $\sigma(t)$: força normalizada no tempo t , adimensional; σe : força normalizada no equilíbrio ($t = \infty$), adimensional; A_1, A_2, A_3 : constantes do modelo, adimensionais; t : tempo, s; e τ_1, τ_2, τ_3 : tempo de relaxação, s.

Para verificar o grau de ajuste do modelo generalizado de Maxwell, foi considerada a magnitude do coeficiente de determinação (R^2), do erro médio relativo (P) (Equação 2) e do desvio padrão da estimativa (SE) (Equação 3).

$$P = \frac{100}{n} \sum_{i=1}^n \frac{|Y_i - \hat{Y}_i|}{Y_i} \quad (2)$$

$$SE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (Y_i - \hat{Y}_i)^2}{GLR}} \quad (3)$$

Em que: P: erro médio relativo, %; Y_i : valor observado experimentalmente; \hat{Y}_i : valor estimado pelo modelo; n : número de dados observados; SE: desvio padrão da estimativa, adimensional e GLR: graus de liberdade do resíduo (número de dados observados menos o número de parâmetros do modelo).

RESULTADOS E DISCUSSÃO: Os parâmetros estatísticos do modelo generalizado de Maxwell para descrever o processo de relaxação das batatas baroa minimamente processadas estão apresentados na Tabela 1.

TABELA 1. Valores do desvio padrão da estimativa (SE), erro médio relativo (P), coeficiente de determinação (R^2) e coeficientes (σ_e , A_1 , A_2 , A_3 , τ_1 , τ_2 e τ_3) do modelo generalizado de Maxwell obtidos pelo ajuste aos dados experimentais do processo de relaxação das rodelas de batatas baroa acondicionadas nas embalagens de PVC, PEAD, PP e VÁCUO.

Tempo	Parâmetros	Embalagens			
		PVC	PEAD	PP	VÁCUO
0	σ_e	0,7580**	0,7580**	0,7580**	0,7580**
	A_1	0,1679**	0,1679**	0,1679**	0,1679**
	A_2	0,0761**	0,0761**	0,0761**	0,0761**
	A_3	0,0013**	0,0013**	0,0013**	0,0013**
	τ_1 (s)	2,9219**	2,9219**	2,9219**	2,9219**
	τ_2 (s)	0,2501**	0,2501**	0,2501**	0,2501**
	τ_3 (s)	0,2091**	0,2091**	0,2091**	0,2091**
	SE	0,01	0,01	0,01	0,01
	P (%)	0,63	0,63	0,63	0,63
	R^2	0,9962	0,9962	0,9962	0,9962
4	σ_e	0,7475**	0,7505**	0,7851**	0,7725**
	A_1	0,1705**	0,1637**	0,1698**	0,1566**
	A_2	0,0749**	0,0784**	0,0780**	0,0756**
	A_3	0,0008**	0,0001**	0,0021**	0,0013**
	τ_1 (s)	3,1270**	2,9328**	2,9298**	2,8394**
	τ_2 (s)	0,2619**	0,2418**	0,2399**	0,2288**
	τ_3 (s)	1,1274**	0,0209**	0,3185**	0,1910**
	SE	0,01	0,01	0,01	0,01
	P (%)	1,07	1,30	1,15	1,17
	R^2	0,9890	0,9842	0,9891	0,9851
8	σ_e	0,7306**	0,7220**	0,7681**	0,7694**
	A_1	0,1527**	0,1892**	0,1702**	1,1484**
	A_2	0,0702**	0,0814**	0,0765**	0,0739**
	A_3	0,0007**	0,0001**	0,0004**	0,0004**
	τ_1 (s)	2,8126**	2,9012**	2,8702**	2,9161**
	τ_2 (s)	0,2549**	0,2738**	0,2478**	0,2367**
	τ_3 (s)	0,1260**	0,0166**	0,0731**	0,0581**
	SE	0,01	0,02	0,01	0,01
	P (%)	1,04	1,74	0,81	1,07
	R^2	0,9874	0,9832	0,9943	0,9876
12	σ_e	0,7215**	0,7125**	0,7502**	0,7580**
	A_1	0,1437**	0,1940**	0,1689**	0,1301**
	A_2	0,0754**	0,0853**	0,0749**	0,0696**
	A_3	0,0006**	0,0001**	0,0012**	0,0003**
	τ_1 (s)	2,5075**	2,9737**	2,7392**	2,6929**
	τ_2 (s)	0,2317**	0,2722**	0,26**	0,2369**
	τ_3 (s)	0,1252**	0,0135**	0,1674**	0,0516**
	SE	0,02	0,01	0,02	0,02
	P (%)	1,46	0,53	2,28	1,80
	R^2	0,9725	0,9978	0,9617	0,9574

* Significativo a 1 % de probabilidade pelo teste "t".

De acordo com Draper e Smith (1998), a capacidade de um modelo para descrever um processo físico é inversamente proporcional aos valores de SE, sendo que uma variabilidade menor que 10 % indica um melhor ajuste de modelos, o que é recomendado para o uso de modelos não lineares (CUNNINGHAM et al., 2007). Os valores de P e SE foram satisfatórios, indicando que o modelo de Maxwell representa o comportamento das curvas de relaxação das rodelas de batata baroa ao longo do

armazenamento. Nota-se, nos resultados da Tabela 1, que as rodela s acondicionadas nas embalagens de PP e à vácuo são mais elásticas, uma vez que o parâmetro σ_e representa o componente elástico de maior magnitude do modelo. Com isso, maiores valores de σ_e denotam produtos mais elásticos e de melhor qualidade (BELLIDO e HATCHER, 2009). Isso também pode ser visto pela Figura 1, em que, fixando um tempo durante a análise, as rodela s acondicionadas nas embalagens de PP e à vácuo apresentam uma maior força normalizada que as rodela s acondicionadas em PVC e PEAD.

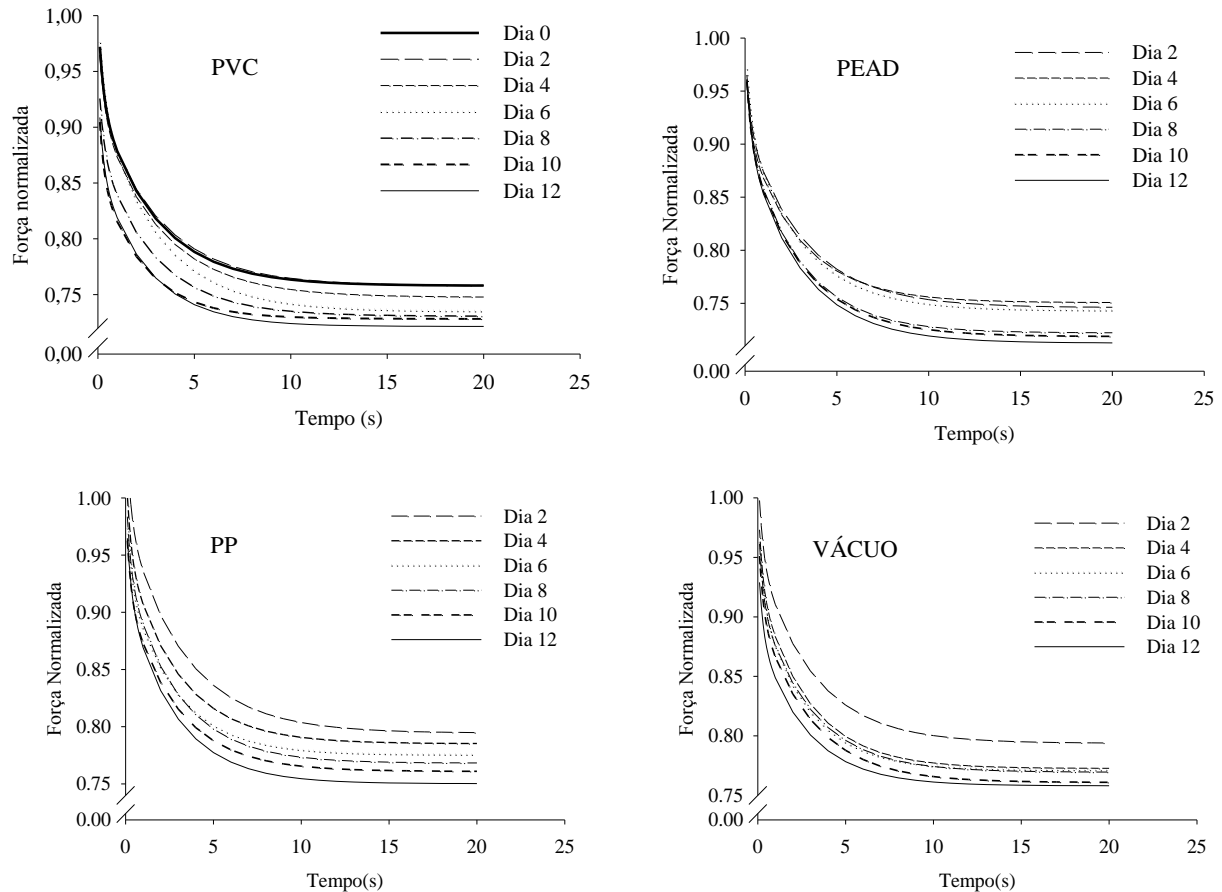


Figura 1. Curvas de relaxação das rodela s de batatas baroa acondicionadas em todas as embalagens estudadas, em diferentes tempos de armazenamento.

CONCLUSÕES: O modelo generalizado de Maxwell representou bem o processo de relaxação em todas as embalagens estudadas. As rodela s de batata baroa acondicionadas nas embalagens de PP e à vácuo foram mais elásticas que as rodela s acondicionadas nas demais embalagens.

AGRADECIMENTOS: Ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro.

REFERÊNCIAS

- BELLIDO, G.G.; HATCHER, D.W. Stress relaxation behaviour of yellow alkaline noodles: Effect of deformation history. **Journal of Food Engineering**, v. 93, p. 460–467. 2009.
- CUNNINGHAM, S.E.; MCMINN, W.A.M.; Richardson, P.S. Modelling water absorption of pasta during soaking. **Journal of Food Engineering**, v. 82, p. 600 – 607, 2007.
- DRAPER, N.R.; SMITH, H. **Applied regression analysis**. 3 ed. New York: John Wiley & Sons, 1998.
- LIU, L.H.; ZABARAS, D.; BENNETT, L.E.; AGUAS, P.; WOONTON, B.W. Effects of UV-C, red light and sun light on the carotenoid content and physical qualities of tomatoes during post-harvest storage. **Food Chemistry**, v. 115, p. 495 – 500, 2009.
- MORETTI, C. L.; BERG, F. L. N.; MATTOS, L. M. **Fluxograma de processamento mínimo de mini cenouras**. IV Encontro Nacional sobre Processamento Mínimo de Frutas. São Pedro-SP. 2006.