

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE MAMÃO FORMOSA: USO DE COADJUVANTES DE PROCESSO E VIDA-DE-PRATELEIRA

JULIA P. **LANCHA**¹; SILVIA P. M. **GERMER**²; CRISTHIANE C. **FERRARI**³;
CRISTIANE R.G.**RUFFI**⁴; SHIRLEY A.G. **BERBARI**⁵

Nº 11211

RESUMO

O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito do uso de coadjuvantes no processo combinado de desidratação osmótica e secagem com ar quente (DOSC) de mamão, em termos do desempenho de processo, qualidade do produto, e estabilidade na vida-de-prateleira. Na primeira etapa avaliou-se o emprego dos coadjuvantes: cloreto de cálcio; lactato de cálcio; ácido cítrico; ácido láctico e enzima pectinametilesterase (PME). A pré-secagem foi realizada a 50°C com solução de sacarose (65°Brix), por 2 horas, seguida de secagem com ar a 60°C. Observou-se que o uso dos coadjuvantes melhorou o desempenho osmótico e a qualidade do produto. Na segunda fase realizou-se estudo de vida-de-prateleira com os produtos do processo sem coadjuvantes(A) e dos tratamentos: (B)ácido láctico, associado ao uso do CaCl₂; e (C)PME, também associada ao CaCl₂. Os produtos foram armazenados a 25 e 35°C por 107 dias. Realizou-se análise de microscopia óptica nos tecidos do mamão in natura e dos produtos secos. Realizaram-se, periodicamente, as seguintes análises: cor e teor de vitamina C. Houve perda de vitamina C em todos os tratamentos, seguindo modelo de reação de primeira ordem. Os valores de Q₁₀ obtidos foram: 2,91(A), 2,93(B) e 4,03(C). O uso do cloreto de cálcio/ácido láctico resultou nas menores variações dos parâmetros a* e b* de cor. A análise de microscopia revelou diferentes alterações da estrutura dos tecidos de acordo com o tratamento. Conclui-se, em termos gerais, que o emprego de ácido láctico/CaCl₂ na desidratação de mamão por DOSC foi a melhor alternativa dentre as pesquisadas.

¹ Bolsista CNPq: Graduação em Eng. de Alimentos, UNICAMP, Campinas-SP, julialancha@gmail.com.

² Orientadora: Pesquisadora, FRUTHOTEC/ITAL, Campinas-SP.

³ Colaboradora: Pós-doutoranda, FRUTHOTEC/ITAL, Campinas-SP.

⁴ Colaboradora: Pesquisadora, CEREAL CHOCOTEC/ITAL, Campinas-SP.

⁵ Colaboradora: Pesquisadora, FRUTHOTEC/ITAL, Campinas-SP.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the effect of using different additives in the osmotic dehydration combined to the conventional drying (ODCD) of papaya pieces, analyzing osmotic behavior, product quality and shelf-life stability. In the first part, the use of additives (calcium chloride, calcium lactate, citric acid, lactic acid and pectin methylesterase - PME) was evaluated. The osmotic dehydration was performed at 50°C using sucrose solution (65°Brix) for 2 hours, followed by the conventional drying at 60°C. The use of additives improved the osmotic behavior and the product quality. In the second part, the shelf-life study was done using dried papaya without the additives(A) and using (B)lactic acid and calcium chloride; and (C)PME combined with calcium chloride. Fruits were stored at 25 and 35°C for 107 days and the fruits were periodically analyzed with respect to color and vitamin C content. Furthermore the samples were also subjected to light microscopy analyze using the fresh fruit as control sample. All the treatments showed vitamin C losses according to a reaction of first order. Q10 values obtained were: 2,91(A), 2,93(B) e 4,03(C). The use of lactic acid and calcium chloride resulted in lower variation of color parameters (a^* and b^*). Light microscopy analyze showed different changes of tissue structure depending on the treatment used. The conclusion of this work was that the use of lactic acid and calcium chloride in the osmotic dehydration was the best alternative among the evaluated ones.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas, com uma produção que superou 40 milhões de toneladas em 2007 (IBRAF, 2009). A produção de frutas desidratadas se apresenta como uma alternativa para o aproveitamento de excedentes, oferecendo oportunidade de agregação de valor. A produção de fruta passa por DOSC é uma alternativa tecnológica com vantagens comparativas aos processos convencionais. A DO do mamão apresenta alguns problemas que limitam sua aplicação, quais sejam: o tecido celular da fruta é bastante frágil (FERNANDES et al., 2006) colapsando-se no processo; a cor alaranjada é devido ao alto teor de carotenóides, pigmento sensível à oxidação, cuja reação altera a cor do produto no processo e/ou na vida-de-prateleira.

O objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito do emprego de coadjuvantes tecnológicos na DOSC de mamão, variedade Formosa, em termos dos seguintes aspectos: desempenho do processo osmótico, quanto à perda de água e ganho de

sólidos; qualidade do produto final; e estabilidade da qualidade na vida-de-prateleira do produto.

MATERIAL E MÉTODOS

1) Etapa 1 – Estudo dos coadjuvantes

1.1 Ensaios experimentais:

Os frutos foram obtidos no mercado local de Campinas. O estudo constituiu-se de 8 ensaios, sendo os três primeiros preliminares. Nos ensaios utilizaram-se os seguintes coadjuvantes: cloreto de cálcio, lactato de cálcio, ácido cítrico, ácido láctico e PME (Novoshape–Novozyme) (vide Tabela 1). A PME desterifica as pectinas de alto grau de metoxilação. O processamento constituiu-se de lavagem, higienização, descaroçamento e corte manual em fatias de 5mm de espessura. A desidratação osmótica (DO) foi feita em banho termostático com agitação (Immersion Circulation – Model 1266-02) e capacidade de 8 litros, utilizando-se de xarope de sacarose (União) com concentração de 65°Brix, no qual os coadjuvantes foram adicionados. As condições da DO foram: razão de massa de xarope por massa de fruta de 4:1; temperatura de 50°C; tempo de 2 horas. Pesou-se a massa de fruta no início e no final da operação em balança mecânica (Filizola, BPS-15, Brasil). Ao final, os pedaços foram drenados, enxaguados com água e secos com papel absorvente. A fruta pré-seca foi encaminhada para a secagem convencional em secador de bandeja (Proctor & Schwartz, K13964, EUA) com circulação de ar (velocidade de 1,5m/s) a 60°C até umidade de 15 a 18% (base úmida).

1.2 Ensaios Analíticos:

1.2.1 Textura Instrumental:

As determinações de firmeza das amostras secas foram realizadas em texturômetro Stable Micro Systems Texture Analyser TAXT2i, empregando-se o probe Blade Set (HDP/BSK), plataforma HDP/90. Os resultados foram expressos em N (Newton) e representaram a média aritmética de 13 leituras para cada ensaio (n = 13).

1.3 Cálculo dos Parâmetros de Secagem Osmótica

Para os cálculos dos parâmetros Perda de Água (PA), Perda de Massa (PM) e Incorporação de Sólidos (IS) da DO empregaram-se as seguintes relações:

$$PA = \frac{(U_t M_t - U_i M_i)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g /100g de massa inicial}) \quad (1)$$

$$PM = \frac{(M_t - M_i)}{M_i} \times 100 \quad (\text{g/100g de massa inicial}) \quad (2)$$

$$IS = \frac{ST_t M_t - ST_i M_i}{M_i} \times 100 \quad (\text{g /100g de massa inicial}) \quad (3)$$

onde M_t = massa no tempo t ; U_t = teor de umidade no tempo t ; ST_t = teor de sólidos totais no tempo t ; M_i = massa inicial; U_i = teor de umidade inicial; ST_i = teor de sólidos iniciais; M_f = massa no final; U_f = teor de umidade no final; ST_f = teor de sólidos totais no final.

1.4 Métodos Sensoriais

A avaliação sensorial de mamão seco foi realizada com uma equipe de 16 provadores treinados. Foram utilizadas escalas estruturadas horizontais com 12 pontos para avaliar os atributos de aparência (ruim e ótima); cor laranja (fraca e intensa); textura quanto à elasticidade (pouco e muita); sabor (ruim e ótimo) e qualidade geral (ruim e ótima). Os resultados foram analisados através de análise de variância, Teste F e Teste de Tukey.

2) Etapa 2 – Estudo da vida-de-prateleira

2.1 Métodos experimentais

O estudo foi realizado com os produtos dos tratamentos que apresentaram melhores desempenhos na primeira etapa: ácido láctico e cloreto de cálcio (B); PME (C); sem coadjuvante como padrão (A). O preparo da fruta e os processamentos foram realizados conforme descrito anteriormente. O produto seco foi acondicionado em embalagem dupla de filme aluminizado e filme de PEBD (15 μm) e armazenado em estufa BOD nas temperaturas de 25 e 35°C (65% de umidade).

2.2 Métodos Analíticos

2.2.1 Cor

A análise foi realizada por leitura no instrumento Chromameter CR-400 (Konica-Minolta Sensing Inc., Japão), programado nas coordenadas L^* , a^* b^* .

2.2.2 Ácido Ascórbico (Vitamina C)

Utilizou-se o método padrão da AOAC (1997), com adaptações baseadas em De Oliveira, Godoy e Prado (2010).

2.2.3 Microscopia Óptica

Amostras de mamão in natura e dos produtos secos no tempo inicial foram submetidas à análise de estrutura celular através de microscopia óptica. Empregou-se um microscópio óptico Olympus BX51 (Olympus Optical CO., Tokyo, Japão), e seguindo-se metodologia descrita por Ferrari et al. (2010).

2.2.4 Ordem da Reação e determinação de Q_{10}

As variações do teor de vitamina C foram analisadas com relação aos modelos matemáticos de reação de ordens 0 e 1 de acordo com Moura e Germer (2002). O valor de Q_{10} foi calculado de acordo com a seguinte equação:

$$Q_{10} = \frac{VF(T)}{VF(T+10)} \quad (4)$$

Onde: VP(T): vida-de-prateleira a uma determinada temperatura (°C); VP(T+10): vida-de-prateleira a uma temperatura 10°C maior

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 1 e Tabela 2 apresentam os resultados dos parâmetros da DO, força de corte e as médias da avaliação sensorial dos produtos secos obtidos na etapa 1.

TABELA 1: Parâmetros da desidratação osmótica e força de corte dos produtos dos diferentes tratamentos

Ensaio	Tratamento	Textura (N)	Parâmetros da PSO (%)	
A	sem coadjuvantes	17.77±3.43	PM	34.46
			PA	40.65
			IS	6.20
B	Ácido láctico (0,1M) Cloreto de cálcio (0,5%)	24.05±3.98	PM	55.96
			PA	60.25
			IS	4.29
C	PME (1ml/kg fruta) Cloreto de cálcio (1g/Kg de fruta)	16.83±3.10	PM	41.43
			PA	51.37
			IS	9.94
D	Ácido cítrico 0,1M e cloreto de cálcio 0,5%	28.15±5.47	PM	47.39
			PA	52.00
			IS	4.61
E	Ácido cítrico (0,1M) Lactato de cálcio (0,5%)	35.98±3.65	-	-
			-	-
F	Ácido láctico (0,1M) Lactato de cálcio (0,5%)	24.38±4.67	-	-
			-	-

TABELA 2: Médias da avaliação sensorial de mamão seco dos diferentes tratamentos

Atributos	Tratamentos				
	B	C	D	E	F
Aparência	8,62 ^{b,c}	7,75 ^b	9,18 ^c	7,31 ^b	2,62 ^a
Cor laranja	8,81 ^{b,c}	8,37 ^{b,c}	9,25 ^c	7,43 ^b	2,68 ^a
Sabor	6,62 ^{a,b}	7,87 ^b	6,43 ^{a,b}	5,68 ^a	6,75 ^{a,b}
Textura - Elasticidade	6,87 ^a	5,56 ^a	6,18 ^a	7,00 ^a	6,31 ^a
Qualidade geral	7,81 ^{c,d}	8,50 ^d	7,00 ^{b,c}	5,93 ^{a,b}	5,43 ^a

Médias seguidas da mesma letra nas linhas (comparação entre as amostras) não diferem significativamente entre si ao nível de erro de 5% (p<0,05)

Observa-se, na Tabela 1, que o uso de sais de cálcio durante o processo levou a uma maior perda de água (PA) e a uma redução da incorporação de sólidos (IS). Segundo Ferrari et al. (2010) o aumento da perda de água com o uso do cálcio ocorre devido à formação de pectato de cálcio, gerando pontes na parede celular, que resultam em uma estrutura mais aberta. O cloreto de cálcio foi mais eficiente no processo de perda de água do que o lactato de cálcio. O uso da enzima (ensaio C) resultou em uma maior perda de água comparando-se com o ensaio sem coadjuvantes (A), no entanto, apresentou um maior ganho de sólidos.

Verifica-se na Tabela 1 que nos ensaios em que foram empregados sais de cálcio houve aumento da força de corte. Além disto, observou-se, nestes casos, uma maior facilidade no manuseio da fruta ao longo do processo. Por outro lado, o produto do ensaio C apresentou uma força de corte menor. Neste ensaio houve um aumento no volume da fruta, e uma melhoria no aspecto geral do produto ao final da DO. Entretanto, durante o processo, as alterações observadas não foram suficientes para

facilitar o manuseio da fruta, que continuou frágil. Portanto, aparentemente, o uso da enzima PME não trouxe vantagem com relação ao objetivo de melhorar a estrutura da fruta e facilitar o manuseio.

A Tabela 3, Figuras 1 e 2 apresentam resultados relativos ao estudo de vida-de-prateleira.

TABELA 3: Parâmetros de cor dos diferentes tratamentos ao longo da vida-de-prateleira nas temperaturas de 25 e 35°C

Temperatura de armazenamento	Tempo (dias)	Tratamento A		Tratamento B		Tratamento C	
		a*	b*	a*	b*	a*	b*
25°C	0	29.16	46.98	27.61	53.49	32.84	42.73
	15	29.26	45.08	25.91	51.95	29.98	42.35
	30	24.51	43.07	23.60	53.21	27.58	43.08
	60	24.72	39.54	26.51	48.04	21.64	32.70
	90	22.39	33.28	21.40	51.62	16.81	30.70
	120	21.16	38.41	20.40	53.73	15.05	29.71
35°C	0	29.16	46.98	27.61	53.49	32.84	42.73
	15	26.40	46.91	23.13	54.05	29.13	41.06
	30	23.47	37.80	20.83	53.10	25.30	39.61
	45	23.35	38.23	21.67	50.76	24.39	39.44
	60	29.46	29.60	21.81	44.36	19.56	33.67
	75	23.64	28.39	20.34	45.31	18.97	29.12

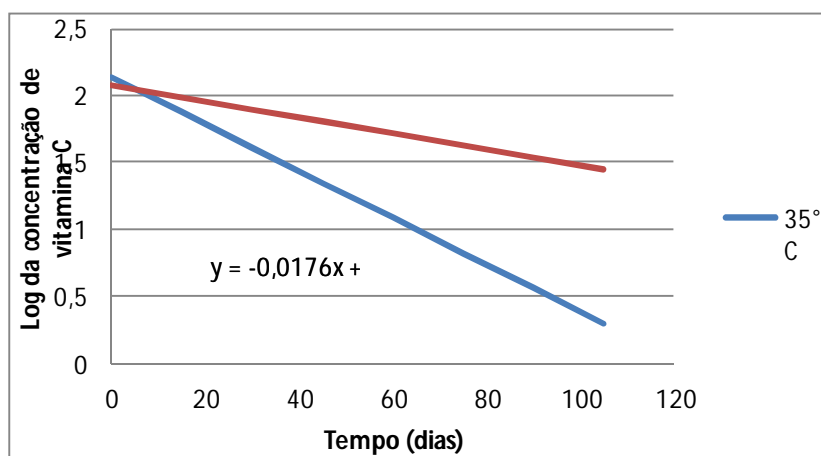


FIGURA 1: Variação do teor de vitamina C do tratamento B ao longo da vida-de-prateleira nas temperaturas de 25 e 35°C

Observa-se na Tabela 3 que houve diminuição do parâmetro b* (azul-amarelo), em todos os tratamentos. Ou seja, o mamão perdeu a cor amarela com o tempo. No tratamento A, a variação foi maior. Por sua vez, os produtos do tratamento B foram os que tiveram menor alteração, e conseqüentemente, melhor manutenção da cor. Da mesma forma, todos os tratamentos apresentaram diminuição do parâmetro a* (verde-vermelho), indicando perda da cor vermelha. As variações observadas de cor podem ter ocorrido devido à oxidação de carotenoides. Pode-se dizer que o emprego do ácido láctico associado ao cloreto de cálcio contribuiu na manutenção da cor do mamão passa ao longo da vida-de-prateleira. O mesmo não ocorreu com o uso da enzima.

A Figura 1 ilustra o modelo de reação de ordem 1 da perda de vitamina C do tratamento B. Para os outros tratamentos os resultados foram semelhantes. Os valores calculados de Q10 considerando a limitação da vida-de-prateleira com a perda de 50% da concentração inicial de vitamina C foram: 2,91(A), 2,93(B) e 4,03(C).

Pode-se dizer que o emprego do ácido láctico/cloreto de cálcio não contribuiu na preservação da vitamina C, tampouco o uso da enzima PME.

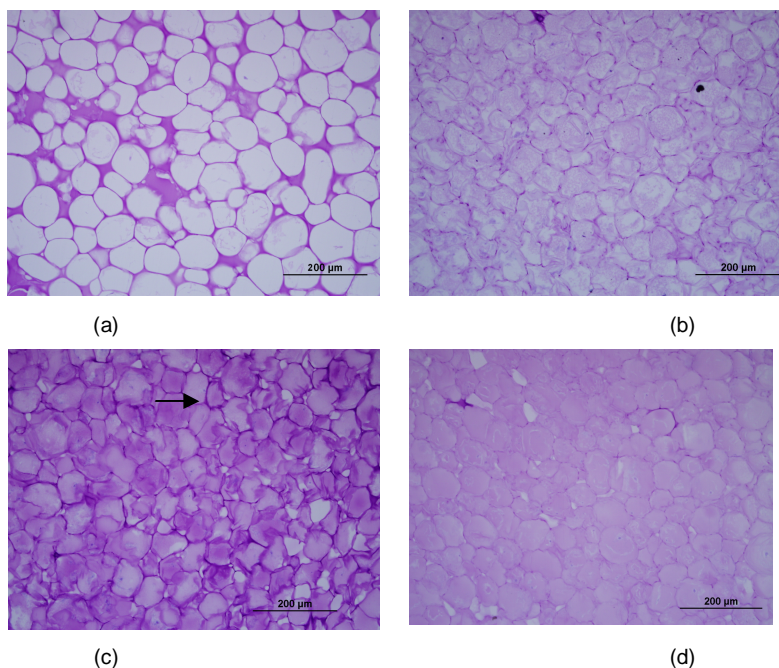


FIGURA 2: Microscopia óptica de **(a)**Mamão in natura; **(b)**Produto do tratamento A **(c)**Produto do tratamento B **(d)**Produto do tratamento C.

A Figura 2(a) mostra que o mamão fresco apresenta células túrgidas e arredondadas. Os compostos pécticos ficam evidenciados pelo azul de toluidina, apresentando coloração roxa. As Figuras 2(b), (c) e (d) evidenciam, conforme esperado, que os tratamentos de secagem resultaram em significativas alterações no formato das células, bem como no turgor. O mesmo foi verificado por Ferrari et al. (2010) na DO de melão. A Figura 2(c), relativa ao tratamento B, mostra que a parede celular ficou mais espessa e conservada (vide seta). Este fato pode estar relacionado ao uso de cloreto de cálcio e a formação de pectato de cálcio. O mesmo resultado foi apontado por Pereira et al.(2007) e Ferrari et al.(2010) na DO de goiaba e melão empregando-se lactato de cálcio. No tratamento C, Figura 2(d), verifica-se que a estrutura celular do mamão foi mais preservada que no tratamento A, mostrando células com formato mais esférico. A pectina apresenta-se bastante espalhada, provavelmente devido ao efeito da enzima PME na parede, que se encontra homogênea e conservada.

CONCLUSÃO

Pode-se dizer, que em termos gerais, o emprego de ácido láctico em conjunto com o cloreto de cálcio no processo de desidratação osmótica de mamão/ secagem com ar quente é a melhor alternativa dentre os coadjuvantes estudados. As razões que embasam esta conclusão são: maior facilidade no manuseio da fruta durante o processo; bom desempenho sensorial do produto; preservação da cor do produto na vida-de-prateleira.

AGRADECIMENTOS

Ao CNPQ – PIBIC, pela bolsa concedida.

Ao FRUTHOTEC – ITAL, pela oportunidade de estágio.

REFERÊNCIAS

- DE OLIVEIRA R. G.; GODOY, H. T.; PRADO, M. A. Otimização de metodologia colorimétrica para a determinação de ácido ascórbico em geléias de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, p. 244-249, 2010.
- IBRAF - Instituto Brasileiro de Frutas. **Produção Brasileira de Frutas 2007**. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_frutas.asp>. Acesso em: 15/5/09.
- FERNANDES, F.; RODRIGUES, S.; GASPARETO, O. C. P.; OLIVEIRA, E. Optimization of osmotic dehydration of papaya followed by air-drying. **Food Research International**, v.39, p.492-498, 2006.
- FERRARI, C. C.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; BOLINI, H. M. A.; HUBINGER, M. D. Structural changes, mechanical properties and sensory preference of osmodehydrated melon pieces with sucrose and calcium lactate solutions. **International Journal of Food Properties**, v.13, p. 112-130, 2010.
- MOURA, S. C. R.; GERMER, S. P. M. **Manual do curso de reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**, Campinas, ITAL, 2002.
- PEREIRA, L. M.; CARMELLO-GUERREIRO, S. M.; BOLINI, H. M. A.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Effect of calcium salts on the texture, structure and sensory acceptance of osmotically dehydrated guavas. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 87, p. 1149 – 1156, 2007.