

Área: Tecnologia de Alimentos

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE LARANJAS (*Citrus sinensis*) UTILIZANDO O GLICEROL COMO AGENTE DESIDRATANTE

**Priscila Tessmer Scaglioni*, Gabriela Lemos Mendes, Cristina Hallal de Freitas,
Cristiano Gautério Schmidt, Eliana Badiale Furlong**

Laboratório de Micotoxinas e Ciência de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Engenharia e Ciência de Alimentos, Escola de Química e Alimentos, Universidade Federal do Rio Grande, Rio Grande, RS

**E-mail: priscilascaglioni@gmail.com*

RESUMO – O objetivo deste estudo foi determinar as melhores condições experimentais para a desidratação osmótica de laranjas através do ganho de sólidos, perda de água e redução de massa das frutas, utilizando o glicerol como agente desidratante. Foi realizado um DCCR 2², sendo o tempo e a proporção fruta:solução as variáveis independentes. As respostas foram ganho de sólidos, perda de água e redução de massa. Os resultados foram tratados com auxílio do software *Statistica 7.0*. A análise das superfícies geradas mostrou que a melhor combinação de fatores foi com proporção fruta:solução igual a 1:2,2 por 120 min, chegando as respostas de 4,3 g sólidos/100g, 12,5 g água/100g e 8,3 g/100g para o ganho de sólidos, perda de água e redução de massa, respectivamente.

Palavras-chave: glicerol, desidratação osmótica, *Citrus sinensis*.

1 INTRODUÇÃO

O processo de desidratação osmótica consiste em remover água do alimento por efeito da pressão osmótica, o que ocorre por imersão do produto em uma solução hipertônica de um ou mais solutos (agente desidratante), durante um tempo e temperatura específicos. Nesse processo há incorporação de sólidos, aumentando assim sua concentração no material, e há diminuição da atividade de água e consequente diminuição da deterioração do alimento (CÓRDOVA, 2006).

A troca osmótica ocorre pelo estabelecimento de gradientes de concentração entre a solução e o alimento, ocasionando fluxos de massa em contracorrente onde a água flui para fora do alimento e simultaneamente ocorre a transferência do soluto da solução para o interior do alimento. Com o fluxo de água pode ocorrer a transferência de alguns sólidos naturais do alimento, como açúcares, minerais, entre outros que muitas vezes são insignificantes no processo de desidratação, mas fundamentais quando se pretende reutilizar a solução osmótica (MARTIM, 2006).

Neste estudo foram determinadas as melhores condições experimentais para a desidratação osmótica de laranjas por ganho de sólidos, perda de água e redução de massa das frutas, utilizando o glicerol como agente desidratante.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Amostragem e preparo das amostras

Foram utilizadas laranjas da variedade Valência provenientes de cultivo localizado na cidade de Rio Grande-RS. O estágio de maturação das laranjas foi uniformizado pelo emprego de frutas provenientes da mesma coleta. Após a higienização, as frutas foram descascadas manualmente, sendo retirados a casca e o albedo. O fatiamento foi realizado de forma a resultar em pedaços circulares homogêneos, com aproximadamente 6 cm de diâmetro e 1 cm de espessura.

2.2 Planejamento experimental

Para o estabelecimento das melhores condições da desidratação osmótica das laranjas foi realizado um planejamento experimental fatorial 2^2 ($\alpha=1,44$), tratando-se de um DCCR, sendo as variáveis, tempo e proporção fruta:glicerol (Tabela 1). O tratamento estatístico das respostas foi realizado com o software *Statistica 7.0*.

Tabela 1 Valores reais das variáveis do planejamento de desidratação osmótica de laranjas.

Níveis codificados	Tempo (min)	Proporção fruta:solução
$-\alpha$	78	1:2,2
-1	90	1:3
0	120	1:5
+1	150	1:7
$+\alpha$	162	1:7,8

2.3 Desidratação osmótica

A operação de desidratação osmótica foi realizada em agitador horizontal, a 70 rpm e a 20°C. Após a desidratação, as amostras foram submetidas a jatos de água destilada em ambos os lados, para retirar o excesso de soluto da superfície da fruta, sendo o excesso de líquido removido da superfície com papel absorvente.

A avaliação da transferência de massa entre a solução e a fruta durante a desidratação osmótica foi realizada por meio da determinação de três parâmetros: ganho de sólidos, perda de água e redução de massa, segundo Dionello et al. (2009), Tsamo et al.(2004) e Eren e Kaymak Ertekin (2006), conforme as equações:

$$GS \text{ (g sólidos/100g)} = [(m_i - m_f) / m_i] * 100 \quad (1)$$

$$PA \text{ (g água/100g)} = [(m_I \cdot X_I - m_F \cdot X_F) / m_I] * 100 \quad (2)$$

$$RM \text{ (g/100g)} = PA - GS \quad (3)$$

Onde: GS = ganho de sólidos, m_I = massa da laranja *in natura*, m_F = massa da laranja desidratada osmoticamente, PA = perda de água, X_I = fração de água da laranja *in natura*, X_F = fração de água da laranja desidratada osmoticamente, RM = redução de massa.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As respostas do planejamento experimental da Tabela 2 mostram que o maior valor para o GS foi obtido no experimento 6, que usava o maior tempo. A transferência de massa ocorre de modo mais intenso nas primeiras duas horas em relação à PA, e nos primeiros 30 min para o GS, após o processo torna-se cada vez mais lento, assim, num processo muito longo haverá um maior GS (RAOULT-WACK, 1994). A maior RM foi encontrada usando a maior proporção da solução osmótica (experimento 8), comprovado pelo aumento da PA.

Tabela 2 Níveis do planejamento experimental e respostas de GS, PA e RM em laranjas desidratadas osmoticamente.

Exp.	Tempo (min)	Prop. fruta:solução	GS (g sólidos/100g)	PA (g água/100g)	RM (g/100g)
1	-1 (90)	-1 (1:3)	3,88±1,47	11,40±1,32	7,52±1,46
2	1 (150)	-1 (1:3)	4,50±1,43	12,86±0,64	8,36±1,57
3	-1 (90)	1 (1:7)	7,76±1,57	13,85±0,61	6,09±2,18
4	1 (150)	1 (1:7)	9,07±0,03	13,46±0,35	4,39±0,33
5	-α (78)	0 (1:5)	6,62±5,39	12,47±4,36	5,85±3,97
6	+α (162)	0 (1:5)	9,39±0,41	16,47±0,12	7,08±0,58
7	0 (120)	-α (1:2,2)	4,25±1,52	12,52±1,42	8,27±1,56
8	0 (120)	+α (1:7,8)	8,04±0,02	17,26±0,03	9,22±0,02
9	0 (120)	0 (1:5)	5,82±0,60	13,16±3,02	7,34±2,88
10	0 (120)	0 (1:5)	5,75±0,69	12,90±1,84	7,15±1,98
11	0 (120)	0 (1:5)	5,80±1,32	12,64±2,08	6,84±0,76

GS: Ganho de sólidos; PA: Perda de água; RM: Redução de massa; ± desvio padrão; n = 3.

3.1 Efeito das variáveis estudadas no GS

A partir dos dados obtidos foi possível analisar os efeitos dos fatores tempo e proporção fruta:solução, assim como suas interações para o GS a um nível de confiança de 95% (Tabela 3). Pode-se observar os efeitos de cada variável estudada e suas interações em relação ao GS. A variável proporção fruta:glicerol apresentou maior

efeito sobre a média, demonstrando que ao aumentar a proporção fruta:glicerol de 1:3 para 1:7 ocorreu um acréscimo de 3,5 g sólidos/100 g amostra no valor do GS.

Tabela 3 Efeitos estimados para o GS durante a desidratação osmótica

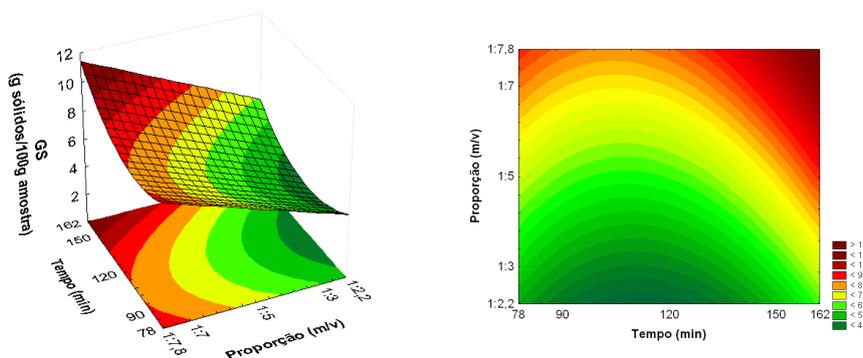
Fatores	Efeitos (g sólidos/100g)	Erro padrão	valor t	valor p
Média	5,79	0,02	310,43	<0,0001
Tempo (L)	1,46	0,02	63,93	0,0002
Tempo (Q)	1,83	0,03	67,11	0,0002
Proporção (L)	3,46	0,02	151,11	<0,0001
Tempo x Proporção	0,35	0,03	10,67	0,0087

Para a verificação do modelo matemático que descreve o comportamento do GS durante o processo de desidratação osmótica foi realizada uma análise de variância. O modelo apresentou significação estatística, pois o valor de $F_{\text{calculado}}$ foi 3,8 vezes maior que o F_{tabelado} , portanto o modelo foi suficientemente confiável para prever o GS. O coeficiente de determinação do modelo (R^2) mostrou que 92% da variação na resposta de GS foram explicadas pela função estimada. Foi construída a superfície de resposta e sua respectiva curva de contorno para as variáveis estudadas (Figura 1). Com os valores de coeficientes de regressão obtidos pela análise, o modelo apresentou a seguinte equação:

$$GS = 5,78 + 0,73 t + 0,92 t^2 + 1,73 \text{ prop} + 0,17 t \times \text{prop} \quad (4)$$

Onde: GS = ganho de sólidos; t = Tempo (min); prop.= Proporção entre a solução osmótica e a fruta.

Figura 1 Superfície de resposta e curva de contorno para o GS em função do tempo e proporção.



Os valores baixos de GS foram obtidos com uso das menores proporções fruta:glicerol, inferiores a 1:3, e em intervalo de desidratação entre 90 e 120 min. Esse comportamento está de acordo com Lenart (1996), que afirmou que o processo de desidratação não deve ser realizado em intervalos prolongados, para que se alcance um alto grau de desidratação com um GS relativamente pequeno.

Pela análise das superfícies foi possível verificar que se pode obter valores de GS em torno de 11% para elevados tempos de desidratação e maiores proporções fruta:solução. Esse valor foi semelhante ao encontrado

por Nunes (1997), que realizou a desidratação osmótica em mangas, utilizando misturas de glicerol com sacarose obtendo 11,6% de GS. Também ocorreu um pequeno aumento no GS quando o tempo de imersão foi inferior a 90 min e em elevadas proporções fruta:solução.

3.2 Efeito das variáveis estudadas na PA

Os efeitos de cada variável estudada e de suas interações na PA das laranjas estão na Tabela 4. A proporção (linear) foi a variável que apresentou maior influência na PA. Consta na literatura (KOWALSKA e LENART, 2001; SOUSA et al., 2003) que a velocidade e o grau de remoção de água de um material depende, entre outros fatores, da proporção entre material e solução osmótica.

Tabela 4 Análise de variância para a PA da laranja no processo de desidratação osmótica

Fatores	Efeitos (g água/100g)	Erro padrão	valor t	valor p
Média	12,91	0,15	85,98	0,0001
Tempo (L)	1,68	0,18	9,14	0,0118
Proporção (L)	2,44	0,18	13,26	0,0056
Proporção (Q)	1,09	0,22	4,96	0,0383

A análise de variância mostrou que a PA não foi descrita por um modelo matemático preditivo relacionando as variáveis estudadas, visto que o valor de $F_{\text{calculado}}$ é menor que o valor de F_{tabelado} , e tendo em vista, também, que somente 60% do comportamento da PA poderia ser explicado pelo modelo, desta forma não foi possível construir as superfícies de resposta e contorno relacionando o tempo e a proporção da fruta:solução com a PA.

3.3 Efeito das variáveis estudadas na RM

A Tabela 5 apresenta os efeitos das variáveis estudadas e sua interação na RM, a um nível de confiança de 95%. A análise dos dados do planejamento mostrou que a variável que apresentou maior efeito na média foi o tempo (quadrático), com efeito negativo, ou seja, quanto maior o tempo, menor a RM.

A análise de variância mostrou que a RM da laranja não apresentou um modelo matemático preditivo relacionando as variáveis em questão, pois o $F_{\text{calculado}}$ foi menor do que o F_{tabelado} e somente 50% do comportamento da RM poderia ser explicado pelo modelo.

4 CONCLUSÃO

As melhores condições de desidratação osmótica de laranja Valência foram proporção fruta:glicerol igual a 1:2,2 por 120 min, condições em que se obtiveram 4,3 g sólidos/100g; 12,5 g água/100g e 8,3 g/100g para o ganho de sólidos, perda de água e redução de massa, respectivamente.

Tabela 5 Análise de variância para a RM da laranja no processo de desidratação osmótica.

Fatores	Efeitos (g/100g)	Erro padrão	valor t	valor p
Média	7,11	0,15	48,78	0,0004
Tempo (Q)	-1,17	0,21	-5,46	0,0320
Proporção (L)	-1,02	0,18	-5,69	0,0295
Proporção (Q)	1,13	0,21	5,29	0,0340
Tempo x Proporção	-1,27	0,25	-5,03	0,0374

5 REFERÊNCIAS

- CÓRDOVA, K. R. **Desidratação osmótica e secagem convectiva de maçã Fuji comercial e industrial.** Dissertação apresentada à Universidade Federal do Paraná como requisito para a obtenção do título de mestre, 2006.
- DIONELLO, R. G.; BERBERT, P. A.; MOLINA, M. A. B.; PEREIRA, R. C.; VIANA, A. P.; VINICIUS O. CARLESSO, V. O. Desidratação osmótica de frutos de duas cultivares de abacaxi em xarope de açúcar invertido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 596-605, 2009.
- EREN, I.; KAYMAK-ERTEKIN, F. Optimization of osmotic dehydration of potato using response surface methodology. **Journal of Food Engineering**, v. 79, p. 344-352, 2007.
- KOWALSKA, H.; LENART, A. Mass exchange during osmotic pretreatment of vegetables. **Journal of Food Engineering**, v. 49, p. 137-140, 2001.
- LENART, A. Osmo-convective drying of fruits and vegetables: Technology and application. **Drying technology**, v. 14, p. 391-413, 1996.
- MARTIM, N. S. P. P. **Estudo das características de processamento da manga (*Mangifera indica L.*) variedade *Tommy Atkins* desidratada.** Dissertação apresentada à Universidade Federal do Paraná como requisito para obtenção do título de mestre, 2006.
- NUNES, M. H. O. **Conservação de fatias de manga utilizando técnicas combinadas: desidratação osmótica e congelamento.** Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Campinas como requisito para obtenção do título de mestre em Engenharia Química, 1997.
- RAOULT-WACK; A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods, **Food Science & Technology**, v. 5, p. 255-260, 1994.
- SOUSA, P. H. M.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; SOUZA NETO, M. A. Influência da concentração e da proporção fruto:xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 126-130, 2003.
- TSAMO, C. V.; BILAME, A.; NDJOJENKEU, R.; NONO, Y. J. Study of material transfer during osmotic dehydration of onion slices (*Allium cepa*) and tomato fruits (*Lycopersicon esculentum*). **Food Science and Technology**, v. 38, p. 494-500, 2005.