

AValiação DO PRÉ-TRATAMENTO OSMÓTICO COM CLORETO DE SÓDIO E DIFERENTES TEMPOS SOBRE A SECAGEM DA ABÓBORA CABOTIÁ

S. C. MAI¹, G. B. FRIEDRICH¹, C. FONSECA¹, S. MENONCIN¹, R. Z. TERNUS¹ e F. DALCANTON¹

¹ Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Área de Ciências Exatas e Ambientais
E-mail para contato: fdalcanton@unochapeco.edu.br

RESUMO - A abóbora Cabotiá possui importância econômica relevante, além de ser uma ótima opção de alimento com propriedades organolépticas agradáveis ao consumidor. A vida útil deste fruto é maior quando comparada a outras espécies, porém, para produção de derivados o teor de água é um fator a ser estudado devido a possíveis perdas quanto a conservação destes produtos. Alguns pré-tratamentos, como a desidratação osmótica podem ser utilizados nas indústrias como alternativas de redução de água. Por isto, este trabalho teve como objetivo realizar a desidratação osmótica da abóbora Cabotiá, variando-se a concentração de cloreto de sódio (NaCl) e o tempo de imersão. Para isto, empregou-se um planejamento fatorial completo 2², sendo variáveis independentes o tempo (30 e 60 min) de imersão em solução osmótica e concentração de cloreto de sódio (1% e 3% m/V) obtendo-se como resposta a perda de massa do produto. Os dois parâmetros estudados foram significativos, sendo que na maior concentração de NaCl e no menor tempo obteve-se os maiores resultados para perda de massa. O uso da desidratação osmótica como um pré-tratamento resulta em maior vida útil do produto, sendo que a utilização do cloreto de sódio mantém ou melhora o sabor do produto processado.

Palavras-chave: Desidratação osmótica; perda de massa; abóbora; pré-tratamento.

1. INTRODUÇÃO

A abóbora Cabotiá é um híbrido desenvolvido no Japão resultante do cruzamento entre *Curcubita máxima Duch* e *Curcubita moschata Duch*. Caracteriza-se por ser um fruto mais precoce e produtivo devido a facilidade de adaptação ao solo e clima brasileiro. Possuem elevada importância socioeconômica em diferentes regiões do país, devido a uma série de características positivas, tais como rusticidade, precocidade, uniformidade, qualidade organoléptica e prolongada conservação pós-colheita, quando comparada com cultivares locais de polinização aberta (AMARO et al., 2014). Para os consumidores, a abóbora Cabotiá apresenta frutos atraentes e saborosos; em geral com coloração de casca escura, formato arredondado, levemente achatado e polpa alaranjada (PEIXOTO, 2000).

As abóboras em geral são consideradas ricas fontes de fibras, retinol, provitamina A, também fornece vitaminas do complexo B, vitamina C, ácido fólico, niacina, cálcio, potássio, ferro e fósforo sendo ainda, rica em β -caroteno (NASCIMENTO et al., 2011).

Os frutos podem ser comercializados e consumidos na forma imatura ou madura. Com a polpa dos frutos imaturos são preparados pratos salgados e os frutos maduros são utilizados tanto na elaboração dos pratos salgados, quanto em doces caseiros ou industrializados (SILVA, 2013). A polpa também pode ser usada na alimentação animal. Sob a forma desidratada, a abóbora pode ser conservada por mais tempo e utilizada em várias preparações culinárias, contribuindo com mais uma opção alimentícia para combater a hipovitaminose A (BORGES et al., 2008).

A desidratação osmótica tem sido considerada uma ferramenta tecnológica importante para se desenvolver novos produtos derivados de frutas, com valor agregado e com propriedades funcionais. A desidratação por osmose consiste na imersão do alimento sólido, inteiro ou em pedaços, em soluções aquosas concentradas de açúcar ou sais, levando a dois fluxos de massa simultâneos: fluxo de água do alimento para a solução devido a diferença na pressão osmótica e transferência simultânea de soluto da solução para o alimento, devido aos gradientes de concentração (KHAN, 2012). A utilização da desidratação osmótica seguida da secagem convectiva, geralmente fornece um produto atrativo ao consumo minimizando, desta forma, os danos causados pelo calor à cor, à textura e ao sabor do alimento (AGUIRRE & GASPARINO FILHO, 2001). Foi um processo inicialmente recomendado pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) para agregar valor e estender a vida útil de frutas desidratadas (CELESTINO, 2009).

O uso de cloreto de sódio (NaCl) como agente osmótico é desejável quanto as características organolépticas, já que mantém ou melhora o sabor do produto processado. Assim, é um excelente agente desidratante para vegetais, sendo porém, que sua utilização é limitada devido a incorporação excessiva de soluto (TONON, 2005). FONTES et al. (2012) afirmam que os principais parâmetro que influenciam o fluxo de massa criado pela pressão osmótica são a composição química, a concentração de soluto, tempo de imersão e temperatura. LIMA et al. (2004) explica que o aumento da concentração da solução leva a uma maior perda de massa do fruto, o que pode ser explicado pelo consequente aumento da perda de água. Já o tempo de imersão eleva a taxa de incorporação de sólidos, sendo que YADAV & SINGH (2014) mencionam que o processo de desidratação osmótica deve ser conduzido em um curto espaço de tempo com intuito de alcançar alto grau de desidratação com um ganho de sólidos relativamente pequeno. CAMPO (2012) ressalta ainda, que o aumento do tempo de submersão leva normalmente a maior perda de massa, mas a velocidade com que essa perda ocorre é menor a medida que o processo se realiza, tendendo a estabilidade.

Este artigo teve como objetivo estudar a influência do tempo de imersão em diferentes soluções osmóticas de cloreto de sódio na perda de massa da abóbora Cabotiá. Desta maneira, pretende-se estabelecer melhores condições operacionais para utilização da desidratação osmótica como pré-tratamento industrial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

A abóbora Cabotiá foi adquirida em comércio local, sendo os ensaios realizados no Laboratório de Tecnologia de Alimentos e Bromatologia da Unochapecó.

As abóboras maduras foram higienizadas com água corrente e sabão neutro, descascadas e segmentadas transversalmente. Depois da retirada da região do pericarpo da fruta, a abóbora foi cortada em fatias de 4 mm de espessura e pesou-se 10 g de amostra para

cada experimento em balança analítica (Shimadzu, Modelo AY220). Todo procedimento experimental foi realizado com temperatura média de 20 °C.

As soluções osmóticas foram preparadas, em béqueres de 250 mL utilizando NaCl comercial e água destilada, em concentrações de 1 e 3%. Para cada ensaio utilizou-se uma chapa de aquecimento magnética (Quimis, Modelo 261.2) sendo a solução aquecida a 40 °C. A diluição completa da solução foi realizada com agitadores magnéticos durante 10 min. Prosseguindo-se os ensaios de acordo com o planejamento fatorial completo 2², realizado em duplicata e de forma aleatória, conforme a Tabela 1.

Tabela 1 - Matriz do planejamento fatorial completo 2² com valores codificados e reais para avaliar a perda de massa da abóbora.

Ensaio	X ₁	X ₂	NaCl (%)	Tempo (min)
1	-1	-1	1	30
2	+1	-1	3	30
3	-1	+1	1	60
4	+1	+1	3	60

No término da desidratação osmótica, retirou-se a amostra e escorreu-se a água com auxílio de uma peneira de plástico. Logo, as fatias foram dispostas em papel toalha absorventes, para retirada do excesso de água. Dispôs-se cada amostra em cadinhos, previamente secos. As amostras foram colocadas em estufa (Quimis, Modelo Q314M252) a 105 °C e retiradas após 13 h, ponto que atingiram peso constante, segundo metodologia de análise gravimétrica do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (1985).

Os resultados de perda de massa para cada condição experimental estudada foram avaliados no *software* Statistica 7.0 (StatSoft®, USA) e submetidos a análise de variância (ANOVA) ao nível de 5% de significância ($p < 0,05$).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A Tabela 2 apresenta os resultados obtidos neste estudo referentes a perda de massa da abóbora em cada condição estudada, variando-se o tempo de imersão nas diferentes soluções salinas. É possível observar que a perda de massa variou de 8,05 g a 9,68 g, sendo que a maior perda ocorreu com o tempo de 30 min usando uma concentração de 3% de NaCl. Esperava-se que na maior concentração e no maior tempo se obtivesse maior perda de massa, entretanto neste estudo foi verificado que no tempo de 30 min retirou-se um pouco mais água do que a 60 min, sendo que esta diferença foi de 0,73 g. Segundo SIQUEIRA (2014) a desidratação osmótica em relação a preservação de gengibre mostrou que o uso de concentrações mais altas combinado com menor tempo de imersão resultou em uma significativa redução de ganho de soluto e satisfatória perda de massa.

Tabela 2 - Resultados obtidos para perda de massa \pm desvio padrão (g) da abóbora Cabotiá nas diferentes condições de desidratação osmótica.

Ensaio	NaCl (%)	Tempo (min)	Perda de massa (g)
1	1(-)*	30(-)	8,05 \pm 0,07
2	3(+)	30(-)	9,68 \pm 0,11
3	1(-)	60(+)	8,05 \pm 0,06
4	3(+)	60(+)	8,95 \pm 0,07

*Valores reais (valores codificados).

A partir dos dados apresentados na Tabela 2 foi possível realizar a análise estatística para avaliar quais parâmetros são importantes para a perda de massa da abóbora Cabotiá durante a desidratação osmótica, conforme apresentada na Tabela 3.

Tabela 3 - Coeficientes de regressão, erro padrão, $t(4)$ e p-valor para a desidratação osmótica da abóbora.

Fatores	Coeficientes de regressão	Erro padrão	$t(4)$	p-valor
Media	8,6813	0,0286	303,1046	0,000000
1 Tempo	-0,1813	0,0286	22,0400	0,000025
2 Concentração	0,6313	0,0286	-6,3283	0,003191
1 By 2	-0,1813	0,0286	-6,3283	0,003191

Deste modo, verificou-se pela análise da Tabela 3 que o tempo de imersão, a concentração de NaCl, bem como a interação entre os mesmos são significativos para a perda de massa da abóbora Cabotiá, pois todos os parâmetros apresentaram $p < 0,05$ (RODRIGUES e IEMA, 2005). A partir destes resultados, obteve-se o modelo codificado conforme a Equação 1 e para avaliar se este modelo é predito realizou-se a análise de variância (ANOVA) conforme a Tabela 4.

$$\text{Perda de massa (g)} = 8,6813 - 0,1813t + 0,6313C - 0,1813tC \quad (1)$$

Onde: t = tempo (min); C = Concentração de NaCl (%); tC= Interação entre t e C.

Tabela 4 - Análise de variância (ANOVA) para o estudo de perda de massa da abóbora.

Fonte de Variação	Soma dos quadrados	Graus de liberdade	Quadrado médio	Fcal
Regressão	3,7134	3	1,2378	188,62
Resíduo	0,0262	4	0,0066	
Total	3,7397	7		

Coeficientes de determinação (R^2) = 98,77%

$F_{3,4;0,05} = 6,59$ (tabelado)

Conforme demonstra a Tabela 4, o valor de F calculado é igual a 188,62, sendo este um valor aproximadamente 29 vezes maior do que o F tabelado de valor 6,59 (RODRIGUES e IEMA, 2005). Por isto, pode-se afirmar que o modelo representado pela Equação 1 é

preditivo. O valor obtido de R^2 foi igual a 98,77%, ou seja, o modelo obtido neste estudo explica 98,77% das respostas previstas pelo mesmo, sendo que desta maneira outros pesquisadores poderão prever a perda de massa da abóbora Cabotiá dentro dos limites das variáveis neste estudo.

A Figura 1 apresenta a região de maior e menor perda de massa da abóbora em relação aos parâmetros estudados. É possível observar que maiores reduções de massa ocorreram com maiores concentrações salinas e menores tempos, onde a maior perda de massa foi de 9,68 g com utilização da desidratação osmótica. A solução salina tem maior influência na retirada de água do que o tempo de imersão. Além disso, é relevante mencionar que um menor tempo de processo é importante tanto para otimizar o tempo industrialmente, quanto para menor degradação das propriedades nutricionais e sensoriais dos alimentos.

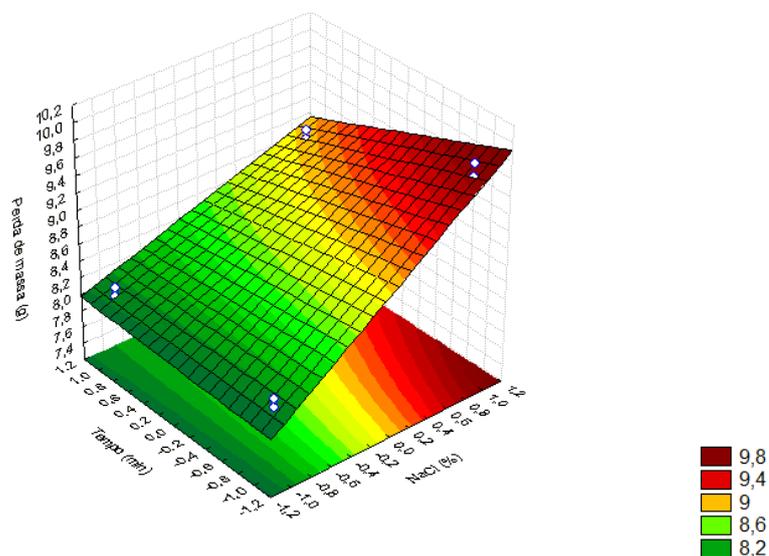


Figura 1 - Superfície de resposta para a variação do tempo e concentração de NaCl para perda de massa da abóbora cabotiá.

Conforme estudo de YADAV & SINGH (2014) um processo de desidratação osmótica deve ser conduzido em um curto espaço de tempo com intuito de alcançar alto grau de desidratação com um ganho de sólidos relativamente pequeno. CAMPO (2012) em uma pesquisa utilizando desidratação osmótica com posterior secagem dos morangos demonstrou que a concentração de soluto foi significativa para perda de massa, sendo que não houve diferença significativa nas concentrações de 40 para 80% nos tempos testados (60 e 120 min). SOUSA (2003) em estudo de pesquisa dos parâmetros de desidratação osmótica na banana verificou diminuição do tempo de secagem, tornando-se uma alternativa para diminuição dos gastos com o posterior processo de secagem.

FERRARI et al. (2005) trabalhando com desidratação osmótica de melão obtiveram resultados coincidentes, sendo que o aumento da concentração da solução favoreceu a perda de água, pelo maior gradiente de pressão osmótica na interface produto/solução, proporcionando maior transferência de massa. Ainda, mencionam que mesmo em maiores concentrações a incorporação de sólidos foi menor, ocasionado pelo fato da alta concentração

limitar a entrada de sólidos no produto pela formação de uma camada superficial sobre o fruto (GIRALDO et al., 2003). A maioria das literaturas abordam o estudo da desidratação osmótica aplicado em outros frutos, porém a maioria utiliza a combinação de sacarose com NaCl, com a justificativa de obter resultados sensoriais mais agradáveis, sendo que NETO et al. (2005) em estudo com melão combinando processo de desidratação com atmosfera de vácuo, explica o uso dos solutos combinados pelo fato da sacarose ser incorporada no fruto após 1h, tempo onde o NaCl começa a diminuir relativamente sua incorporação. Assim, caso a solução for constituída de açúcar é possível sua reutilização com posterior aplicação em coprodutos como licores e xaropes, oferecendo maiores vantagens financeira, como explicam GOMES et al. (2007).

De fato, para amplificação deste estudo, a desidratação osmótica da abóbora deve ser analisada em conjunto a outros parâmetros, como agitação e tamanho da amostra e entrada de soluto, destacados significativos por alguns autores (FONTES et al., 2012; CAMPO, 2012; TONON et al., 2006; QUINTO, 2004). Além disso, pode-se também estudar características de textura e contaminação com a utilização de desidratação osmótica em alimentos, explicado por GONÇALVES & BLUME (2008), que apresentaram redução nos níveis de contaminação microbiológica e efeitos de textura agradáveis ao consumidor, retardando principalmente o escurecimento enzimático em abacaxis. De fato estes fatores são essenciais para a vida útil do alimento.

O aproveitamento de soluções osmóticas citadas por GOMES et al. (2007) é uma alternativa para redução de custos e resíduos. Pode se utilizar sacarose como soluto, o que segundo estes autores, também age da mesma forma que o cloreto de sódio, porém sua solução é uma ótima alternativa para produção de licores. PEIRÓ- MENA et al. (2007) explicam que estas soluções utilizadas na desidratação osmótica, normalmente descartadas como resíduo, podem aumentar os custos dos próprios produtos. Isso por que ocorre uma perda muito grande de substâncias naturais e de grande valor nutritivo e sensorial, além do próprio sabor e compostos aromáticos da fruta. A possibilidade de reciclagem destas soluções, ou utilizá-las na formulação de outros produtos alimentícios pode tornar o processo de desidratação osmótica econômica e ambientalmente viáveis.

4. CONCLUSÃO

Através deste estudo pode-se observar que a concentração da solução salina teve maior influência na desidratação osmótica da abóbora Cabotiá do que o tempo de imersão, porém os dois parâmetros foram significativos no estudo. O uso de 3% de NaCl durante 30 min, de fato, apresentou maior eficiência.

O modelo empírico obtido, além de ser preditivo, explica 98,77% das respostas obtidas por ele. É importante ressaltar, que a utilização da desidratação osmótica seguida da secagem convectiva, fornece um produto atrativo ao consumidor minimizando, desta forma, os danos causados pelo calor à cor, à textura e ao sabor do alimento, por reduzir o período de secagem do produto. Assim, utilizar a desidratação osmótica como pré-tratamento para a abóbora Cabotiá é uma opção viável e de baixo custo, sendo que agrega valor ao produto final e reduz custos operacionais posteriores.

5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem o apoio financeiro do NIC de Tratamento e Reaproveitamento de Efluentes Industriais e do PIBIC/FAPE 2014.

6. REFERÊNCIAS

AGUIRRE, J. M.; GASPARINO FILHO, J. **Desidratação de frutas e hortaliças: manual técnico**. Campinas: Instituto Tecnológico de Alimentos - ITAL, 2001.

AMARO, G. B. et al. **Recomendações técnicas para o cultivo de abóbora híbrida do tipo japonesa**. Embrapa, Brasília, out., 2014.

BORGES, S. V. et al. Secagem de fatias de abóboras (*Cucurbita moschata*, L.) por convecção natural e forçada. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. n. 28, p. 245-251, 2008.

CAMPO, C. **Desidratação osmótica de morangos CV. Aromas**. 44 p. Trabalho de Conclusão de curso (Tecnologia de Alimentos). Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – Campus Bento Gonçalves, Bento Gonçalves, 2012.

CELESTINO, S. M. C. **Desidratação osmótica na produção de frutas passa e sulfitação**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2009. Disponível em: <<http://www.cpac.embrapa.br/noticias/artigosmidia/publicados/152/>>. Acesso em: 19 jan. 2010.

FERRARI, C. C. et al. Cinética de transferência de massa de melão desidratado osmoticamente em soluções de sacarose e maltose. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v. 25, n. 3, 2005.

FONTES, L. C. B. et al. Efeito das condições operacionais no processo de desidratação osmótica de batata-doce. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.14, n.1, p.1-13, 2012.

GIRALDO, G. et al. Influence os sucrose Solution Concentration on Kinetics and Yield during Osmotic Dehydration os Mango. **Journal of Food Enginnering**, v. 58, p. 33-43, 2003.

GONÇALVES, A. A.; BLUME, A. R. Efeito da desidratação osmótica como tratamento preliminar na secagem do abacaxi. **Estudos tecnológicos**, v. 4, n. 2, p. 124-134, 2008.

GOMES, A. T.; CEREDA, M. P.; VILPOUX, O. Desidratação osmótica: uma tecnologia de baixo custo para o desenvolvimento da agricultura familiar. **Revista Brasileira de Gestão e Desenvolvimento Regional**, v. 3, n. 3, p. 212-226, 2007.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. v. 1: Métodos químicos e físicos para análise de alimentos, 3. ed. São Paulo: IMESP, 1985.

KHAN, M. R. Osmotic dehydration technique for fruits preservation - A review. **Pakistan Journal of Food Sciences**, v. 22, n. 2, p. 71-85, 2012.

LIMA, A. S. et al. Estudo das variáveis de processo sobre cinética de desidratação osmótica de melão. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 24, n. 2, p. 282-286, 2004.

NASCIMENTO, W. M.; PESSOA, H. B. S. V.; SILVA, P. P. **Produção de sementes híbridas de abóbora do tipo tetsukabuto**. Embrapa Hortaliças. Porto Alegre, 2011.

NETO, M. A. S. et al. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 29, n. 5, p. 1021-1028, 2005.

PEIXOTO, ALVARO. **Abóbora: como no Japão**. Revista Cultivar, Hortaliças e Frutas. Ago/set. 2000. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/site/content/artigos/artigos.php?id=35>>. Acesso em: 20 mar. 2015

PEIRÓ-MENA, R.; CAMACHO, M. M.; MARTÍNEZ-NAVARRETE, N. Composition and physicochemical changes associated to successive osmotic dehydration cycles of pineapple (*Ananas comosus*). **Journal of Food Engineering**, v. 79, n. 3, p. 842-849, 2007.

QUINTO, T. C. et al. Avaliação das condições operacionais na desidratação osmótica de fatias de chuchu (*Sechium edule*, Sw.) e de abóbora (*Curcubita moschata*, L.). **Revista Universidade Rural**, v. 23, n. 1-2, p. 62-68, 2004.

RODRIGUES, M. I.; IEMMA, A. F. **Planejamento de experimentos e otimização de processos: uma estratégia seqüencial de planejamentos**. Campinas, SP: Casa do Pão Editora, 325 p. ISBN 859838903X (broch.), 2005.

SILVA, I. C. O. **Processamento da polpa de abóbora para fabricação de doce cristalizado**. 72 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

SIQUEIRA, L. P. **Desidratação osmótica como alternativa tecnológica para preservação do gengibre**. 109 p. Tese (Doutorado em Nutrição) - Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 2014.

SOUSA, P. H. M et al. Influência da concentração e da proporção do fruto: xarope na desidratação osmótica de bananas processadas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, p. 126-130, 2003.

TONON, R.V. **Influência das variáveis de processo sobre a cinética de desidratação osmótica de tomates em soluções ternárias de cloreto de sódio e sacarose**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2005.

TONON, R. V.; BARONI, A. F.; HUBINGER, M. D. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, n. 3, p. 715-723, 2006.

YADAV, A. K.; SINGH, S. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. *Journal of Food Science and Technology*, v. 51, n. 9, p. 1654-1673, 2014