

## DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE TOMATES EM SOLUÇÃO DE SACAROSE+NaCl/KCl

### OSMOTIC DEHYDRATION OF TOMATOES IN SOLUTION OF SUCROSE + NaCl / KCl

Bruna Genoveva Zarzeka<sup>1</sup>  
Barbara Daniele Almeida Porciuncula<sup>2</sup>  
Camila da Silva<sup>3</sup>

**Resumo:** O presente trabalho teve como objetivo avaliar a desidratação osmótica de tomates utilizando solução osmótica de sacarose/NaCl+KCl. Buscando tal propósito, a cinética de desidratação foi obtida e avaliou-se o efeito das variáveis de processo, temperatura, agitação e proporção sacarose/sal, nas respostas teor de umidade, perda de água e ganho de sólidos. A partir dos resultados cinéticos obtidos constatou-se que a substituição parcial do NaCl não apresenta influência significativa ( $p>0,05$ ) no processo de desidratação. A temperatura e proporção sacarose/sal foram às variáveis com maior influência na umidade e perda de água. A agitação apresentou efeito significativo apenas no ganho de sólidos do material.

**Palavras-chave:** Sacarose. Cloreto de potássio. Variáveis do processo.

**Abstract:** This study aimed to evaluate the osmotic dehydration of tomatoes using an osmotic solution of sucrose/NaCl+KCl. For this purpose, the kinetics of dehydration was obtained and evaluated the effect of process variables, temperature, agitation, proportion sucrose / salt, in response moisture content, water loss and gain of solids. From the kinetic results obtained it was found that the partial substitution of NaCl has no significant effect ( $p> 0.05$ ) in the dehydration process. The temperature and proportion sucrose / salt were the variables with the greatest influence on moisture and water loss. The agitation had a significant effect only in the solid gain.

**Keywords:** Sucrose. Potassium chloride. Process variables.

## INTRODUÇÃO

O desperdício de alimentos perecíveis é assunto discutido por produtores de pequeno e grande porte e também pela população, devido à expansão da produção de frutas e vegetais, e pelas condições inapropriadas de colheita, transporte, armazenamento e comercialização.

O tomate (*Solanum lycopersicum*), pertence à família *Solanaceae* e possui teor de umidade de aproximadamente 95% em base úmida na forma *in natura*. É fonte de vitaminas A, C, minerais, cálcio, magnésio, licopeno,  $\beta$ -caroteno e ácido cítrico (Carvalho e Pagliuca, 2007).

Devido ao alto teor de umidade inicial dos tomates faz-se necessário a utilização de métodos de conservação, com intuito de aumentar a vida útil do mesmo. Um dos métodos de conservação que pode ser utilizado é a desidratação osmótica, processo que promove o contato do alimento com soluções hipertônicas de açúcares e/ou sais (Torreggiani, 1993). A parede

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Maringá DTC/UEM. Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506- 370 Umuarama-PR. E-mail: bruninha\_gz@hotmail.com

<sup>2</sup> Universidade Estadual de Maringá DTC/UEM. Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506- 370 Umuarama-PR. E-mail: barbara.porciuncula@gmail.com

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Maringá DTC/UEM. Av. Ângelo Moreira da Fonseca, 1800 Bairro: Zona VII CEP: 87506- 370 Umuarama-PR. E-mail: camiladasilva.eq@gmail.com

celular dos alimentos atua como uma membrana semipermeável proporcionando a formação de dois fluxos em contracorrente, no primeiro ocorre à saída da água do interior do alimento para a solução, e no segundo há migração de soluto da solução para o alimento. Um terceiro fluxo pode também ocorrer, que é à saída de sólidos naturais como vitaminas, açúcares, sais e pigmentos. Com a utilização deste processo é possível obter alimentos com teor de umidade intermediário e com maior vida útil (Torreggiani, 1993; Mayor et al., 2011).

A desidratação osmótica em alimentos depende de parâmetros como temperatura, concentração da solução, agitação, proporção fruta:solução, geometria e tamanho (Raoult-Wack, 1994). Com o aumento da temperatura e da concentração da solução ocorrem mudanças físicas na estrutura da membrana celular, proporcionando aumento da sua permeabilidade. A elevada concentração da solução também provoca aumento na viscosidade, diminuindo a taxa de transferência de massa (Tonon et al., 2007). A agitação da solução é aplicada para diminuir a resistência externa no processo osmótico e assim manter a taxa de transferência de massa (Chenlo et al., 2002).

Na desidratação osmótica de frutas e hortaliças empregam-se comumente como solutos, sais e/ou açúcares, especificamente, sacarose e cloreto de sódio. O cloreto de sódio destaca-se como bom agente desidratante, entretanto, devido ao seu baixo peso molecular, proporciona elevado ganho de sólidos (Raoult-Wack, 1994; Mayor et al., 2005), que pode proporcionar acúmulo de sódio nas células conferindo ao alimento sabor salgado. Além disso, ocasiona malefícios à saúde, sugerindo assim, a restrição do seu uso em alguns alimentos (Telis et al., 2004).

Uma alternativa para redução de sódio é a utilização de concentrações menores de sais ou substituição por sais com reduzido teor de sódio sendo estes constituídos por 50% de cloreto de sódio (NaCl) e 50% de cloreto de potássio (KCl). Estes sais apresentam sabor mais suave quando comparado com o sal comum (NaCl), propiciam menor retenção de água no organismo, auxiliando na redução do risco de hipertensão e de doenças cardíacas (Kajima et al., 2012; Barros et al., 2014). Apesar dos benefícios apresentados, a desidratação osmótica empregando estes sais ainda é pouco explorada na literatura, o que justifica o desenvolvimento da presente investigação.

Considerando o contexto apresentado, este trabalho teve como objetivo avaliar a desidratação osmótica de tomates, substituindo o cloreto de sódio por mistura de 50% de cloreto de sódio + 50% de cloreto de potássio. Buscando tal propósito, avaliou-se a cinética de desidratação e o efeito das variáveis de processo (temperatura, agitação e proporção da solução) no teor de umidade, perda de água e ganho de sólidos.

## **1. MATERIAL E MÉTODOS**

### **1.1. MATERIAIS**

Foram utilizados tomates do tipo italiano, adquiridos no comércio local da cidade de Umuarama-PR. Realizou-se a seleção por meio de observação visual, analisando uniformidade de cor, tamanho e grau de maturação. No preparo das soluções osmóticas foram utilizados: cloreto de sódio (Cisne®), mistura de cloreto de sódio e potássio (Moc®) e sacarose (Cristal®).

### **1.2. CARACTERIZAÇÃO E PREPARO DA MATÉRIA-PRIMA**

Os tomates foram selecionados pela aparência (coloração e tamanho) e pela concentração de sólidos solúveis com o auxílio de refratômetro ótico manual (REICHERT, modelo AR200). Os tomates selecionados apresentavam coloração vermelho brilhante, tamanho médio, teor de umidade de ~95% (base úmida) e sólidos solúveis totais de

aproximadamente 4 °Brix. O teor de umidade das amostras de tomates *in natura* foi determinado pelo método gravimétrico em estufa (LOGEN, modelo LS1.3) a 105 °C.

Após a seleção, os tomates foram lavados em água corrente e cortados ao meio, sendo suas sementes e o pedúnculo removidos. As amostras foram cortadas com auxílio de molde de formato retangular (5,0 cm de comprimento e 2,0 cm de largura). Logo após, os tomates foram pesados em balança semi-analítica (Gehka, modelo BG440) e colocados em telas plásticas, nestas telas foram fixados pesos de 2,0 g de forma paralela, para que assim, as amostras ficassem em contato com a solução.

### 1.3. DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

Realizou-se a desidratação osmótica utilizando relação mássica de 10:1 (solução: massa de amostra), relação esta suficiente para manter a transferência de massa. As soluções osmóticas foram acondicionadas em Erlenmeyers (UNIGLAS, 250 mL) e levadas para agitador orbital (MARCONI, modelo MA830/A) até atingir a temperatura de teste. Com as soluções na temperatura de teste, os tomates foram imersos e em seguida iniciou-se a agitação do sistema.

Em um primeiro momento, avaliou-se a cinética da desidratação osmótica utilizando duas soluções, uma constituída por sacarose/NaCl e a outra por sacarose/NaCl+KCl numa proporção mássica de 35/5 (m/m) sacarose/sal. Os testes foram realizados, em triplicata, durante 360 minutos, a 30 °C e com agitação de 150 rpm. Em tempos pré-determinados as amostras foram retiradas da solução osmótica, o excesso da solução aderida à superfície foi removido com auxílio do papel toalha. Posteriormente, determinou-se o teor de umidade. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias submetidas ao Teste de Tukey, considerando grau de confiança de 95%.

Na sequência, avaliou-se o efeito das variáveis temperatura, agitação e proporção sacarose/sal no processo de desidratação osmótica, utilizando planejamento experimental Box-Behnken, mantendo o tempo fixo. A Tabela 1 apresenta os valores, reais e codificados, adotados para cada variável. Para a análise dos dados foi utilizado o software Statistica® 8.0 (STATSOFT TM, Inc), considerando grau de confiança de 95%. Os níveis das variáveis foram selecionados com base no trabalho de Tonon et al. (2006).

**Tabela 1.** Níveis das Variáveis avaliadas no planejamento experimental Box-Behnken

Variáveis	-1	0	1
Temperatura - T (°C)	30	40	50
Proporção - P (sacarose/ NaCl+KCl)	35/5	32,5/7,5	30/10
Agitação -AG (rpm)	100	150	200

Após o processo de desidratação osmótica foram calculados os parâmetros umidade, perda de água e ganho de sólidos, sendo estes calculados a partir das Equações 1, 2 e 3, respectivamente:

$$U = \frac{W_w - W_{so}}{W_w} \times 100 \quad (1)$$

$$Pa = \frac{W_{wo} - W_w}{W_o} \times 100 \quad (2)$$

$$Gs = \frac{W_s - W_{so}}{W_o} \times 100 \quad (3)$$

em que,  $W_{w0}$  é a massa inicial de água na amostra (g),  $W_w$  é a massa de água na amostra ao fim do tratamento (g),  $W_s$  é a massa de sólidos secos ao fim do tratamento (g),  $W_{so}$  é a massa inicial de sólidos secos da amostra (g),  $W_o$  é a massa inicial da amostra (g).

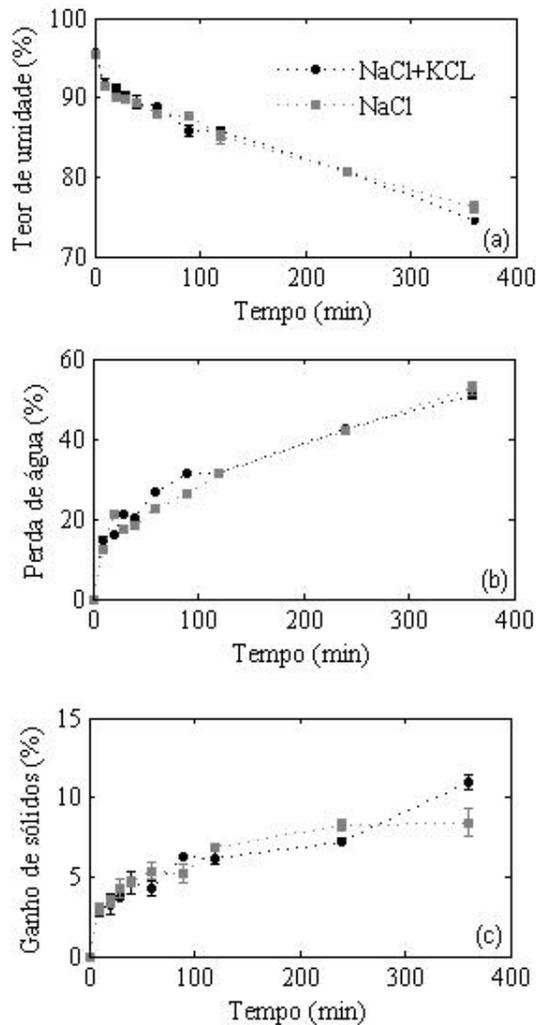
## 2. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 2.1. 3.1 CINÉTICA DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA

As amostras de tomate *in natura* apresentaram umidade de  $95,38 \pm 0,56\%$  (base úmida) e sólidos solúveis totais de  $4,33 \pm 0,36$  °Brix. Resultados semelhantes aos reportados na literatura por Raupp et al. (2007), Monteiro et al. (2008) e Casa e Evangelista (2009).

Na Figura 1 é apresentada a variação do teor de umidade, perda de água e ganho de sólidos das amostras em função do tempo de contato com a solução. Neste estudo empregaram-se duas soluções, sacarose/NaCl e sacarose/NaCl+KCl, logo, nota-se que são constituídas por diferentes moléculas, e conseqüentemente, apresentam comportamentos diferentes. Isto ocorre principalmente devido a diferença do peso molecular, do comportamento iônico de cada composto, da solubilidade destes em água e da permeabilidade na membrana que cada molécula apresenta (Evora et al., 1999).

Na Figura 1 (a) é possível observar que para as amostras desidratadas em solução de sacarose/NaCl e sacarose/NaCl+KCl, o teor de umidade reduziu com o decorrer do tempo e ao término da desidratação ambas apresentam aproximadamente 75% de umidade. Após 3 horas de processo as amostras apresentaram redução de ~10% no teor de umidade inicial.



**Figura 1.** Efeitos de diferentes solutos na solução de sacarose/NaCl e sacarose/NaCl+KCl para as respostas: (a) umidade, (b) perda de água e (c) ganho de sólidos

Nota-se pela Figura 1 (b) que a perda de água aumenta com o tempo, tendo oscilações percentuais próximas, para as amostras sacarose/NaCl e sacarose/NaCl+KCl, demonstrando perda de ~53% após 360 minutos de desidratação.

Lazarides et al. (1995) relatam que nas primeiras horas de desidratação osmótica ocorre elevada perda de água, e com o passar do tempo o carregamento do soluto para o meio intracelular ocorre de forma mais lenta devido à saturação (do meio intracelular). Mayor et al. (2007) na desidratação de abóboras, utilizaram diversas concentrações de sacarose (32-58%)/NaCl (0-15%) a 25 °C, todavia observou-se redução do teor de umidade e aumento da perda de água durante as duas primeiras horas de desidratação.

Observando a Figura 1 (c), nota-se que houve acréscimo no ganho de sólidos das amostras de tomates com o aumento do tempo de contato fruta solução. Durante os primeiros

100 minutos as amostras submetidas à desidratação em solução de sacarose/NaCl e sacarose/NaCl+KCl apresentaram variações percentuais muito próximas. Após 360 minutos de processo, as amostras submetidas à desidratação em solução osmótica de sacarose/NaCl+KCl apresentaram ganho de sólidos de aproximadamente 11% enquanto que as amostras submetidas a desidratação solução de sacarose/NaCl apresentaram ganho de 8%. Provavelmente, isto se deve a maior absorção dos eletrólitos  $K^+$  presente na solução para o meio intracelular aliados a alta pressão osmótica exercida pela solução sobre as amostras, logo, estes se difundiram efetivamente, ou seja, ocorreu maior penetração dos íons na parede e na membrana do fruto que nas amostras desidratadas em solução de sacarose/NaCl.

Na desidratação de tomates, Freitas et al. (2011) relatam que ao utilizarem diferentes proporções para a solução (0,4% para a sacarose e 3, 6 e 9% de NaCl) obtiveram acréscimo no ganho de sólidos. No trabalho de Corrêa et al. (2008) foi possível observar aumento no ganho de sólidos e redução no teor de umidade ao se utilizar concentrações de sacarose maiores que a de NaCl. Segundo Sereno et al. (2001) o aumento da concentração de sal na solução provoca mudanças estruturais da parede celular tornando-a mais permeável devido as mudanças em suas propriedades físicas.

No estudo de desidratação osmótica de melão, Rodrigues e Fernandes (2007) abordam que a solução de açúcar/NaCl, proporcionou a perda de água e ganho de sólidos. No entanto, a utilização de NaCl apresentou maior influência no ganho de sólidos do que a sacarose, devido ao seu peso molecular.

## 2.2. EFEITO DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO

Para verificar o comportamento das variáveis: temperatura, agitação e proporção da solução, realizou-se a análise estatística através do software Statistica 8.0. Na Tabela 2 encontram-se as condições experimentais e os resultados da umidade (U), perda de água (Pa) e ganho de sólidos (Gs) na desidratação osmótica de tomates utilizando como solução osmótica sacarose/NaCl+KCl e tempo de imersão de 240 minutos.

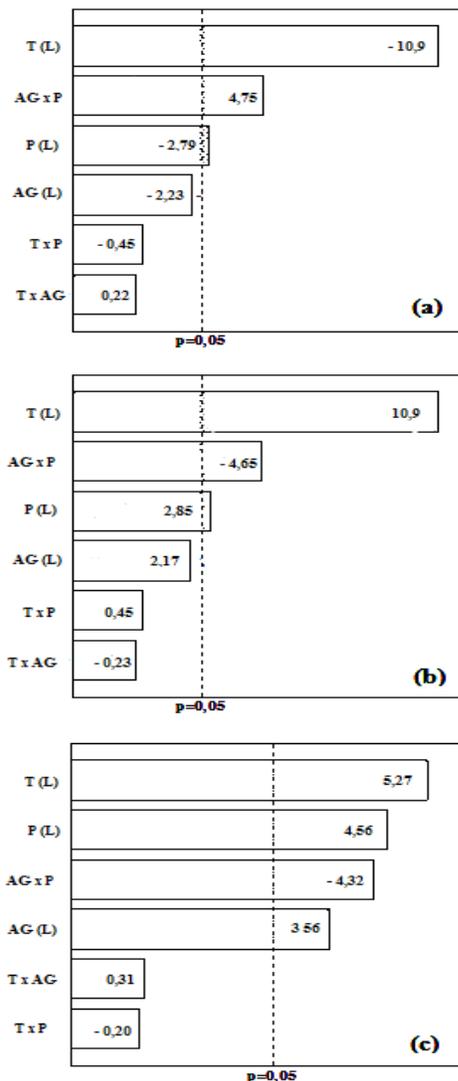
**Tabela 2.** Condições experimentais e resultados da desidratação osmótica, sendo: T (temperatura); P (proporção sacarose/ NaCl+KCl) e AG (agitação).

Condição	P (sacarose/ NaCl+KCL)	T (°C)	AG (rpm)	U (%)	Pa (%)	Gs (%)
1	-1	-1	0	79,43	15,89	8,72
2	1	-1	0	70,75	24,58	9,13
3	-1	1	0	76,41	18,91	9,40
4	1	1	0	68,32	27,00	9,86
5	-1	0	-1	79,08	16,24	9,35
6	1	0	-1	71,79	23,53	12,00
7	-1	0	1	77,86	17,46	9,84
8	1	0	1	68,90	26,43	13,15
9	0	-1	-1	79,69	15,63	8,70
10	0	1	-1	74,63	20,69	11,07
11	0	-1	1	71,32	24,00	12,80
12	0	1	1	75,81	19,51	11,76
13-18*	0	0	0	74,97±1,09	20,35±1,09	8,95±0,50

\*média de 6 experimentos.

A partir dos dados apresentados na Tabela 2, buscando avaliar o efeito de cada variável estudada, obtiveram-se os diagramas de Pareto, sendo estes apresentados na Figura 2. Com base nos dados apresentados na Figura 2 constata-se que a temperatura foi à variável que apresentou maior influência no teor de umidade, perda de água e ganho de sólidos.

A elevação da temperatura provoca danos na estrutura das membranas celulares como desnaturação das proteínas acarretando no aumento da sua permeabilidade. Além disso, pode provocar maior colisão entre as partículas dos solutos, gerando assim, maior solubilidade na solução e decréscimo na viscosidade do meio osmótico, fazendo com que a resistência externa à transferência de massa seja menor (Shigematsu et al., 2005; Tonon et al., 2006; Mercali et al., 2010). A utilização de temperaturas inferiores a 60 °C pode provocar decréscimo na seletividade e aumento da permeabilidade da membrana celular, podendo favorecer a redução da umidade (Mercali et al., 2009).



**Figura 2.** Efeito das variáveis operacionais na desidratação osmótica de tomates em relação ao: (a) teor de umidade, (b) perda de água e (c) ganho de sólidos.

A composição da solução osmótica foi avaliada em relação à proporção sacarose/sal e pode-se verificar que a mesma apresenta efeito positivo em relação à umidade, perda de água e ganho de sólidos. A elevada concentração da solução pode influenciar a transferência de massa, pois, devido à grande diferença de concentração entre o meio intracelular e extracelular ocorre o aumento da força motriz que provoca a transferência da água do interior do fruto para a solução. Enquanto, o soluto realiza o movimento inverso, promovendo assim a incorporação do soluto no meio intracelular (Collignan e Raoult-Wack, 1994).

O efeito da variável agitação não foi significativo ( $p > 0,05$ ) para o teor de umidade e perda de água. Entretanto, o efeito desta variável para o ganho dos sólidos demonstrou significância positiva o que indica que o transporte de sólidos é governado, predominantemente, pelo mecanismo difusivo. A agitação do meio favorece a redução da resistência externa à transferência de massa permitindo contato contínuo entre a membrana do fruto e a solução (Antonio et al., 2006; Tonon et al., 2006; Derossi et al., 2015).

Mercali et al. (2009) durante a desidratação de bananas utilizando como solução sacarose/NaCl, relataram que as variáveis temperatura e concentração proporcionaram uma maior perda de água. Alvez et al. (2005) na desidratação osmótica de acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) demonstraram que a utilização de soluções ternárias (água, sacarose e sal) juntamente com a temperatura influenciou significativamente na perda de água. Para o gengibre (*Zingiber officinale* Roscoe) a concentração da solução osmótica apresentou efeito significativo (An et al., 2013). No estudo da desidratação de cenouras, a temperatura e a concentração da solução favoreceram o ganho de sólidos, apresentando significância e efeito positivo (Singh et al., 2007). O mesmo aconteceu para a desidratação osmótica de batata doce, onde a variável temperatura apresentou significância e efeito positivo (Antonio et al., 2006).

## CONCLUSÃO

Através das cinéticas de desidratação osmótica de tomates com soluções de sacarose/NaCl e sacarose/NaCl+KCl, nota-se que estas apresentaram comportamentos similares, sendo assim pode-se sugerir a substituição do NaCl pela mistura de NaCl+KCl na desidratação osmótica de tomates, proporcionando redução no teor de sódio. Referente ao planejamento experimental, a variável temperatura merece destaque, pois apresentou maior nível de significância. Pode-se também observar que a temperatura, proporção, agitação e as interações apresentam efeitos significativos para as respostas umidade, perda de água e ganho de sólidos. Com base nos resultados obtidos na desidratação osmótica de tomates utilizando o planejamento experimental, nota-se que a maior redução no teor de umidade e perda de água foi na condição de 50 °C, proporção de 30/10 e agitação de 150 rpm.

## REFERÊNCIAS

- ALVES, D.G., JUNIOR, J.L.B., ANTONIO, G.C. & MURR, F.E.X. Osmotic dehydration of acerola fruit (*Malpighia puniceifolia* L.). *Journal of Food Engineering*, 68:99-103, 2005.
- AN, K., DING, S., TAO, H., ZHAO, D., WANG, X., WANG, Z. & HU, X. Response surface optimization of osmotic dehydration of chinese ginger (*Zingiber officinale* Roscoe) slices. *International Journal of Food Science and Technology*, 48:28-34, 2013.
- ANTONIO, G.C., KUROZAWA, L.E., XIDIEH MURR, F.E. & PARK, K.J. Optimization of the osmotic dehydration of sweet potato (*Ipomoea batatas*) using response surface methodology. *Brazilian Journal of Food Technology*, 9 (2):135-141, 2006.

- BARROS, C.L. de A., SOUSA, A.L.L., CHINEM, B.M., RODRIGUES, R.B., JARDIM, T.S. V., CARNEIRO, S.B., SOUZA, W.K.S.B. de & JARDIM, P.C.B.V. Impacto da substituição de sal comum por sal light sobre a pressão arterial de pacientes hipertensos. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, 104 (2):128-135, 2014.
- CARVALHO, J.L. & PAGLIUCA, L.G. Tomate um mercado que não para de crescer globalmente. *Hortifruti Brasil*, 6 (58):1-9, 2007.
- CASA, J. & EVANGELISTA, R.M. Influência das épocas de colheita na qualidade de tomate cultivado em sistemas alternativos. *Semina: Ciências Agrárias*, 30(1):1101-1108, 2009.
- CHENLO, F., MOREIRA, G., PEREIRA, G. & AMPUDIA, A. Viscosities of aqueous solutions of sucrose and sodium chloride of interest in osmotic dehydration processes. *Journal of Food Engineering*, 54(4):347-352, 2002.
- COLLIGNAN, A. & RAOULT-WACK, A.L. Dewatering and salting of cod by immersion in concentrated sugar/salt solutions. *Journal Food Technology*, 27(3):259-264, 1994.
- CORRÊA, J.L.G., FILHO, E.D.S., BATISTA, M.B., AROLA, F. & FIOREZE, R. Desidratação osmótica de tomate seguida de secagem. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 10(1):35-42, 2008.
- DEROSSI, A., SEVERINI, C., DEL MASTRO, A. & DE PILLI, T. Study and optimization of osmotic dehydration of cherry tomatoes in complex solution by response surface methodology and desirability approach. *Food Science and Technology*, 60(2):641-648, 2015.
- EVORA, P.R.B., REIS, C.L., FERREZ, M.A., CONTE, D.A. & GARCIA, L.V. Distúrbios do equilíbrio hidroeletrólítico e do equilíbrio acidobásico – Uma revisão prática, 1999. *Medicina*, 32:451-469, 1999.
- FREITAS, L. A., MATA, M.E.R.M.C., DUARTE, M.E.M., FERREIRA, J.C., SILVA, F. de A.S. & CAVALCANTI, R.F.R. de R.M. Cinética de desidratação osmótica de tomates com soluções hipertônica contendo compostos aromáticos. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, 13:337-344, 2011.
- KAJIMA, S., CRUZ, W.M. de S., CAMPOS, C.D. & CARMO, J.B. Utilização e aplicação de sal dietético em dietoterapia. *Nutrire*, 37:77-77, 2012.
- LAZARIDES, H.N., KATSANIDIS, E. & NICKOLAIDIS, A. Mass transfer kinetics during osmotic preconcentration aiming at minimal solid uptake. *Journal of Food Engineering*, 25(2):151-166, 1995.
- MAYOR, L., MOREIRA, R., CHENLO, F. & SERENO, A.M. Kinetics of osmotic dehydration of pumpkin with sodium chloride solutions. *Journal of Food Engineering*, 74(2):253-262, 2005.
- MAYOR, L., MOREIRA, R., CHENLO, F. & SERENO, A.M. Osmotic dehydration kinetics of pumpkin fruits using ternary solutions of sodium chloride and sucrose. *Drying Technology*, 25(10):1749-1758, 2007.
- MAYOR, L., MOREIRA, R. & SERENO, A.M.; Shrinkage density, porosity and shape changes during dehydration of pumpkin (*Cucurbita pepo* L.) fruits. *Journal of Food Engineering*, 103(1):29-37, 2011.

MERCALI, G.D., MARCZAK, L.D.F., TESSARO, I.C. & NOREÑA, C.P.Z. Osmotic dehydration of bananas (*Musa sapientum*, *shum.*) in ternary aqueous solutions of sucrose and sodium chloride. *Journal of Food Process Engineering*, 35(1):149-165, 2009.

MERCALI, G.D., TESSARO, I.C., NOREÑA, C.P.Z. & MARCZAK, L.D.F. Mass transfer kinetics during osmotic dehydration of bananas (*Musa sapientum*, *shum.*). *International Journal of Food Science and Technology*, 45:2281-2289, 2010.

MONTEIRO, C.S., BALBI, M.E., MIGUEL, O.G., PENTEADO, P.T.P. da S. & HARACEMIV, S.M.C. Qualidade nutricional e antioxidante do tomate “tipo italiano”. *Alimentos e Nutrição*, 19(1):25-31, 2008.

RAOULT-WACK, A.L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. *Trends in Food Science and Technology*, 5(8):255-260, 1994.

RAUPP, D. S., GABRIEL, L.S., VEZZARO, A.F., DAROS, P.Á., CHRESTANI, F., GARDINGO, J.R. & BORSATO, A.V. Tomate longa vida desidratado em diferentes temperaturas de secagem. *Acta Scientiarum Agronomy*, 29(1):33-39, 2007.

RODRIGUES, S. & FERNANDES, F.A.N. Dehydration of melons in a ternary system followed by air-drying. *Journal of Food Engineering*, 80(2):678-687, 2007.

SERENO, A. M.; MOREIRA, R.; MARTÍNEZ, E. Mass transfer coefficients during osmotic dehydration of apple in single and combined aqueous solutions of sugar and salt. *Journal of Food Engineering*, 47 (1):43-49, 2001.

SHIGEMATSU, E., EIK, N.M., KIMURA, M. & MAURO, M.A. Influência de pré-tratamentos sobre a desidratação osmótica de carambolas. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 25(3):536-545, 2005.

SINGH, B., KUMAR, A. & GUPTA, A.K. Study of mass transfer kinetics and effective diffusivity during osmotic dehydration of carrot cubes. *Journal of Food Engineering*, 79(2):471-480, 2007.

TELIS, V.R.N., MURARI, R.C.B.D.L. & YAMASHITA, F. Diffusion coefficients during osmotic dehydration of tomatoes in ternary solutions. *Journal of Food Engineering*, 61(2):253-259, 2004.

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*, 26(3):715-723, 2006.

TONON, R.V., BARONI, A.F. & HUBINGER, M. D. Osmotic dehydration of tomato in ternary solutions: Influence of process variables on mass transfer kinetics and an evaluation of the retention of carotenoids. *Journal of Food Engineering*, 82(4):509-517, 2007.

TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. *Food Research International*, 26(1):59-68, 1993.