



Influência da desidratação osmótica na qualidade de tomates (*Solanum lycopersicum*) submetidos a secagem convectiva

Revenli Fernanda do Nascimento¹, Maria Helene Giovanetti Canteri², Sabrina Ávila Rodrigues³

Resumo

Entre os diferentes tipos de produtos comerciais derivados do tomate in natura, os desidratados estão entre os mais apreciados. Entretanto, as técnicas tradicionais utilizadas para este fim, como a secagem por ar quente promovem a degradação térmica do alimento, assim para evitar a consequente perda do valor comercial, bem como para reduzir os custos de energia, os alimentos têm sido previamente submetidos a desidratação osmótica. Desta forma, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência da desidratação osmótica na qualidade de tomates submetidos a secagem convectiva. Para a desidratação osmótica foram preparadas quatro soluções, uma contendo apenas água (solução controle) e três com os agentes osmóticos xarope de glicose (79,4% de açúcares) e cloreto de sódio. Posteriormente os tomates foram submetidos a secagem em estufa com circulação de ar por 18 horas a 60°C. Conclui-se que a desidratação osmótica por imersão é um processo viável para a redução da atividade de água em tomate cereja. O tratamento 4 (5% xarope de glicose + 5% cloreto de sódio) apresentou maior eficiência para este fim.

Palavras-Chave: *Solanum lycopersicum*, desidratação osmótica, xarope de glicose, cloreto de sódio

Influence of osmotic dehydration on the quality of tomatoes (*Solanum lycopersicum*) submitted to convective drying. Among the different types of commercial products derived from fresh tomatoes, dehydrated products are among the most appreciated. However, the traditional techniques used for this purpose, such as hot air drying promote the thermal degradation of the food, thus, to avoid the consequent loss of commercial value, as well as to reduce the energy costs the foods have been previously submitted to osmotic dehydration. In this way, the objective of this work was to evaluate the influence of osmotic dehydration on the quality of tomatoes submitted to convective drying. For the osmotic dehydration, four solutions were prepared, one containing only water (control solution) and three with the osmotic agents glucose syrup (79.4% of sugars) and sodium chloride. Afterwards the tomatoes were dried in an oven with air circulation for 18 hours at 60 °C. It is concluded that osmotic dehydration by immersion is a viable process for the reduction of water activity in cherry tomatoes. Treatment 4 (5% glucose syrup + 5% sodium chloride) showed higher efficiency for this purpose.

Key-words: *Solanum lycopersicum*, osmotic dehydration, glucose syrup, sodium Chloride

¹ Doutoranda, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UTFPR-PG, revenli_fernanda@hotmail.com

² Professora, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Produção, UTFPR-PG, canteri@utfpr.edu.br

³ Professora, Departamento Acadêmico de Engenharia Bioprocessos e Biotecnologia – UTFPR-PG, sabrinaavila@utfpr.edu.br



1. Introdução

O consumo diário de frutas e hortaliças tem sido recomendado para manutenção de uma vida saudável, contribuindo para diminuir os riscos de desenvolvimento de doenças crônicas e cardiovasculares (AUNE et al., 2017), visto que se caracterizam como excelentes fontes de fibra alimentar, fotoquímicos, compostos bioativos, vitaminas e minerais (JÄRVI et al., 2016). No entanto, o consumo desses alimentos ainda é baixo na maior parte do mundo, em razão principalmente dos custos elevados, quantidade ofertada e perda de qualidade (MILLER et al., 2016).

A perda de qualidade pós-colheita é resultante da alta perecibilidade das frutas e hortaliças, as quais conseqüentemente apresentam vida útil muito curta, visto que esses alimentos são formados por células vegetais que continuam vivas após a colheita e liberam energia. (HONÓRIO; MORETTI, 2002).

Dentre inúmeros alimentos perecíveis, encontra-se o tomate (*Solanum lycopersicum*), fruta rica em licopeno e uma série de outros carotenoides, tais como fitoeno, fitoflueno, α -caroteno, β - caroteno, gamacaroteno e neurosporeno (PERVEEN et al., 2015), além de ser considerado importante fonte de tocoferóis e tocotrienóis. Por esses motivos o tomate tornou-se uma das hortaliças mais consumidas pela população mundial (RAIOLA et al., 2015), no entanto, é altamente perecível, devido sua elevada atividade de água, principal responsável pela deterioração química e microbiológica deste produto agrícola (CORRÊA et al., 2015).

Nesse contexto as indústrias alimentícias têm se aprimorado para atender a demanda do mercado consumidor, ofertando novas categorias de produtos a partir da fruta in natura, como, tomates enlatados, desidratados, ketchup, pastas, sucos, purês, sopas, molhos, entre outros (PERVEEN et al., 2015), buscando desta forma aperfeiçoar métodos de conservação, para garantir o maior tempo de vida útil ao mesmo tempo que mantém a qualidade do produto final.

Entre os diferentes tipos de produtos comerciais, os tomates desidratados estão entre os mais apreciados. Entretanto, as técnicas tradicionais utilizadas para este fim, como a secagem por ar quente promovem a degradação térmica de alguns compostos funcionais e a perda de atributos sensoriais, reduzindo a qualidade do

produto (ROMERO; YÉPEZ, 2015). Desta forma, para evitar a conseqüente perda do valor comercial, bem como para reduzir os custos de energia diversas tecnologias estão disponíveis para serem aplicadas como um pré-tratamento para a secagem de tomates, dentre as quais destaca-se a desidratação osmótica (DEROSSI et al., 2015).

A desidratação osmótica é um processo de transferência de massa em contracorrente para a remoção de água da menor concentração de soluto para maior concentração através da membrana semipermeável, ou seja, é o processo pelo qual a diferença de pressão osmótica entre o material alimentar e a solução hipertônica, fornece a força motriz necessária para a remoção da água do alimento para a solução osmo-ativa. Durante este processo observam-se dois tipos básicos de transferência de massa, que acontecem conjuntamente: a saída de água do produto para a solução hipertônica e a migração de solutos da solução para o alimento (AHMED; QAZI; JAMAL, 2016; TIWARI 2005).

A desidratação osmótica é um dos melhores e mais adequados métodos para aumentar a vida útil de frutas e vegetais, devido sua capacidade de retenção de vitaminas, minerais, cor e sabor (YADAV; SINGH, 2014). Este processo pode ser realizado com diferentes agentes osmóticos, entre eles, xarope de milho, cloreto de sódio, concentrados de amido, frutose e sacarose, os quais são usados de acordo com o produto final (AHMED; QAZI; JAMAL, 2016).

Partindo do exposto, este trabalho teve por objetivo avaliar a influência da desidratação osmótica na qualidade de tomates submetidos a secagem convectiva.

2. Material e Método

2.1 Processo de desidratação osmótica

A Figura 1, resume o experimento de desidratação osmótica realizado neste trabalho. Para desenvolvimento deste trabalho 2 Kg de tomate cereja foram comprados no comércio da cidade de Ponta Grossa-PR e armazenados a 4 ° C até o processamento. Antes de cada experimento, os tomates foram lavados em água corrente, cortados ao meio, despolpados, sanitizados em solução de água sanitária a 100ppm/15 minutos e enxaguados em solução de água sanitária a 5ppm/5 minutos. Posteriormente foram pesados e divididos em quatro partes iguais.

Para a desidratação osmótica foram preparadas quatro soluções, uma contendo apenas água (solução controle) e três com agentes osmóticos. Os agentes osmóticos utilizados foram xarope de glicose (79,4% de açúcares) e cloreto de sódio (NaCl) e o tempo de permanência do produto em cada solução foi de 24 horas. Posteriormente os tomates foram lavados em água corrente e levados a estufa com circulação de ar por 18 horas a 60°C.

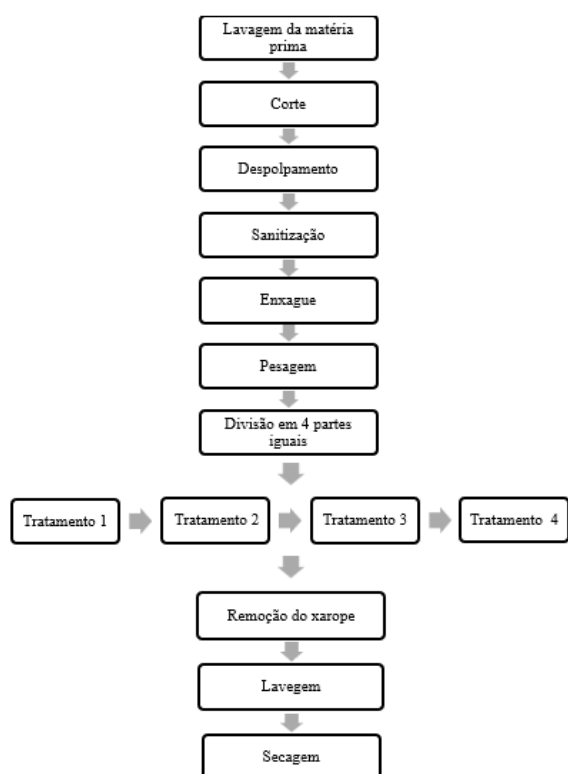


Figura 1 – Processo de desidratação osmótica utilizado neste trabalho.

1.1 Controle de qualidade

Para o controle de qualidade do processo de desidratação osmótica, realizou-se análise de rendimento, atividade de água, pH, sólidos solúveis totais e cor.

O rendimento do produto, foi calculado pela razão entre a massa de tomate desidratado e massa inicial usada como matéria-prima. A atividade de água foi obtida pela leitura direta em um analisador de atividade de água por ponto de orvalho com controle interno da temperatura da amostra (AquaLab 4TE). Os valores de pH foram medidos por um pHmetro, previamente calibrado com soluções tampão a pH 4,0 e pH 7,0. O teor de sólidos solúveis totais foi medido com o auxílio de um refratômetro de bancada. Tanto para análise de pH quanto para de sólidos solúveis totais foi usado o suco dos tomates.

Na tabela 1, apresenta-se a concentração da solução em relação aos agentes osmóticos utilizados.

Tabela 1 – Concentração (%), dos agentes osmóticos utilizados em cada solução

Tratamento	Agentes osmóticos
1	Controle
2	5% Xarope de glicose
3	5% NaCl
4	5% Xarope de glicose + 5% NaCl

A avaliação de cor foi realizada diretamente em colorímetro da Hunter Lab, pela medição do valor L*, correspondente à luminosidade (0 a 100), valor de a*, coordenada de cromaticidade que varia de +60 (vermelho) a -60 (verde) e valor de b*, coordenada de cromaticidade que varia de +60 (amarelo) a -60 (azul) (BUCKLEY; GIORGIANNI, 2015).

1.2 Análise estatística

A análise estatística dos dados foi realizada por meio da ANOVA, para diferenciação de grupos, quando aplicável. O software SASM-AGRI (domínio público) foi utilizado para o tratamento dos dados (CANTERI et al., 2001).

Tabela 2 - Resultados de rendimento, atividade de água, pH e sólidos solúveis para os tratamentos estudados

Tratamentos	Rendimento (%)	AW	pH	SS (°Brix)
1	87,33±0,12 ^b	0,993±0,001 ^a	4,19±0,01 ^a	4,07±0,12 ^b
2	89,43±0,06 ^a	0,984±0,001 ^b	3,99±0,02 ^b	4,13±0,15 ^b
3	80,80±0,10 ^d	0,982±0,001 ^b	3,98±0,01 ^b	6,77±0,18 ^a
4	83,50±0,10 ^c	0,974±0,001 ^c	3,96±0,01 ^b	7,00±0,20 ^a

AW – Atividade de água; SS- Sólidos solúveis totais. Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre os tratamentos a nível de 5% de significância (p < 0,05).



2. Resultados e Discussão

A tabela 2, apresenta os resultados de rendimento, atividade de água, pH e sólidos solúveis totais encontrados em cada tratamento estudado. Os resultados estão expressos como média \pm desvio padrão. Observa-se na tabela 2, que o tratamento 2 obteve rendimento significativamente maior que os demais, indicando que a desidratação osmótica com o uso de xarope de glicose proporcionou a menor perda da massa inicial. Resultados semelhantes foram encontrados por Alves e Silveira (2013), os quais mencionaram menor perda de peso em tomates desidratados osmoticamente em soluções de sacarose, quando comparados aos desidratados em soluções de NaCl.

A atividade da água refere-se à quantidade de água disponível no alimento para reações químicas, enzimáticas e para o crescimento microbológico, interferindo diretamente na estabilidade e vida útil de um produto (BHAT, 2016). Nota-se que todos os tratamentos estudados (2, 3 e 4) reduziram significativamente a atividade de água dos tomates quando comparados ao tratamento controle. O xarope de glicose (tratamento 2) e o NaCl (tratamento 3) foram similarmente eficientes para este fim, no entanto quando empregados conjuntamente (tratamento 4) obteve-se a menor atividade água, potencializando o efeito da desidratação osmótica. Isso ocorreu, porque a adição de NaCl, mesmo que em pequenas quantidades em uma solução de açúcar, pode causar modificações estruturais nas membranas celulares do alimento, afetando suas propriedades físicas, podendo desta forma aumentar sua permeabilidade e melhorar a penetração do agente osmótico (DEROSSI et al., 2015; SACCHETTI; GIANOTTI; DALLA ROSA, 2001; SERENO; MOREIRA; MARTÍNEZ, 2001). Além disso, de acordo com Tonon, Baroni, e Hubinger (2007), o sal aumenta a força motriz do processo, devido à maior capacidade de redução da atividade de água.

Os tomates submetidos ao tratamento controle, ou seja, sem adição de agentes osmóticos apresentaram pH médio de 4,19. Valores aproximados foram relatados por Lima da Silva et al. (2010), os quais encontraram pH médio de 4,41 para tomate in natura, variedade Santa Cruz vermelha. De maneira geral, observa-se na tabela 2 que a desidratação osmótica reduziu significativamente os valores de pH dos tomates, possivelmente devido ao aumento da concentração de íons de hidrogênio causada pela remoção de água (DEROSSI et al., 2015). Desta forma, a desidratação osmótica além da redução da atividade água possui mais um mecanismo para inibir o crescimento microbológico e minimizar as reações enzimáticas.

O teor de sólidos solúveis totais encontrados para os tomates submetidos ao tratamento controle foi de 4,07 °Brix, equivalente ao relatado por Chottanom e Srisa-Ard (2011), os quais constataram teor de sólidos solúveis totais de 4,00° Brix em tomate fresco. É importante ressaltar que nenhum dos tratamentos empregados causou redução do teor de sólidos solúveis totais, mostrando que não houve perda de sólidos naturais do produto, tais como açúcares, ácidos orgânicos e sais minerais. Nota-se que os tratamentos 3 e 4 tiveram um acréscimo significativo no teor de sólidos solúveis totais, provavelmente devido a capacidade do tomate em incorporar solutos, principalmente o NaCl, o qual aumenta a difusividade de massa, ocasionando maior perda de água e consequentemente maior teor de sólidos concentrados (QUEJI; PESSOA, 2011).

Outro importante parâmetro de qualidade do tomate é a cor, uma vez que afeta significativamente a decisão de compra do consumidor (GOULD, 2013). Os resultados das coordenadas de cor para os tomates desidratados osmoticamente e posteriormente submetidos a secagem convectiva estão apresentados na tabela 3.

Tabela 3 - Resultados das coordenadas de cor (L^* , a^* , b^*) para os tomates submetidos aos tratamentos estudados

Treatamentos	L^*	a^*	b^*
1	36,13 \pm 0,16 ^b	6,55 \pm 0,38 ^a	11,79 \pm 0,36 ^a
2	37,66 \pm 0,23 ^b	6,83 \pm 0,42 ^a	13,08 \pm 0,41 ^a
3	45,56 \pm 0,14 ^a	5,87 \pm 0,28 ^a	6,66 \pm 0,32 ^b
4	44,44 \pm 0,12 ^a	6,40 \pm 0,37 ^a	7,53 \pm 0,26 ^b

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença estatística entre os tratamentos a nível de 5% de significância ($p < 0,05$).



No espaço de cores CIE $L^* a^* b^*$, o valor L^* representa a luminosidade do estímulo de cor, varia de 0 (preto), até 100 (branco) (BUCKLEY; GIORGIANNI, 2015). Observa-se que apenas os tomates submetidos ao tratamento 2 (xarope de glicose) não diferiram estaticamente do tratamento controle, enquanto que os tomates ao submetidos ao tratamento 3 e 4 apresentaram-se significativamente mais claros que os demais. Segundo Chiralt e Talens (2005), a luminosidade pode ser afetada pela perda de água, pois a maior concentração de pigmentos, pode aumentar a absorção seletiva de luz, bem como aumentar o índice de refração na fase líquida do tecido que promove a reflexão da superfície. Além disso o maior valor de L^* sugere menor grau de escurecimento enzimático durante o processo de secagem, visto que a desidratação osmótica interfere diretamente na atividade enzimática, pela redução da atividade de água e pH do alimento (ARAÚJO, 2010).

O parâmetro de cor a^* varia do verde (-60) ao vermelho (+60) (BUCKLEY; GIORGIANNI, 2015). Nota-se que não houve alteração significativa na coloração vermelha dos tomates em função dos tratamentos empregados. Da mesma forma, Heredia et al. (2010) relataram a preservação da cor vermelha em tomate cereja desidratados osmoticamente em solução sacarose e NaCl.

O parâmetro de cor b^* , no espaço de cores CIE $L^* a^* b^*$ varia do azul (-60) ao amarelo (+60) (BUCKLEY; GIORGIANNI, 2015). Verifica-se na tabela 3, que todas as amostras tenderam ao amarelo, no entanto, quando submetidas aos tratamentos 3 e 4 reduziram significativamente o valor de b^* . Segundo Goyeneche et al. (2014), o decréscimo do valor de b^* pode estar relacionado com a redução das reações de escurecimento, estando em conformidade com os resultados de L^* , uma vez que os tratamentos que apresentaram os maiores valores de luminosidade corresponderam aos menores valores de b^* . Habeck et al. (2015), também mencionaram a diminuição do valor de b^* em tomates desidratados osmoticamente em soluções de sacarose com NaCl.

3. Conclusão

Este estudo demonstrou o potencial da desidratação osmótica como pré-tratamento para o processamento de tomates desidratados,

mostrando que a desidratação osmótica por imersão em soluções contendo xarope de glicose e NaCl é um processo viável para a redução da água de atividade da água em tomate cereja. O tratamento 4 (5% de xarope de glicose + 5% NaCl) apresentou maior eficiência para este fim.

De um modo geral, as vantagens obtidas com a desidratação osmótica foram: redução significativa da atividade de água, assim como do pH, conservação dos sólidos naturais do produto, manutenção da coloração vermelha dos tomates e possivelmente redução de o escurecimento enzimático.

Divulgação

Este artigo é inédito e não está sendo considerado para qualquer outra publicação. O(s) autor(es) e revisores não relataram qualquer conflito de interesse durante a sua avaliação. Logo, a revista *Scientia Amazonia* detém os direitos autorais, tem a aprovação e a permissão dos autores para divulgação, deste artigo, por meio eletrônico.

Referências

- AHMED, I.; QAZI, I. M.; JAMAL, S. Developments in osmotic dehydration technique for the preservation of fruits and vegetables. **Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 34, p. 29-43, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.ifset.2016.01.003>
- ALVES, S. M.; SILVEIRA, A. M. Estudo da secagem de tomates desidratados e não desidratados osmoticamente. **Revista de Ciências Exatas**, v. 21, n. 1, p. 21-30, 2013.
- ARAÚJO J. M. A. **Química de alimentos: teoria e prática**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2010. 596 p.
- AUNE, D.; GIOVANNUCCI, E.; BOFFETTA, P.; FADNES, L. T.; KEUM, N.; NORAT, T.; GREENWOOD, D.C.; RIBOLI, E.; VATTEN, L. J.; TONSTAD, S. Fruit and vegetable intake and the risk of cardiovascular disease, total cancer and all-cause mortality—a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. **International Journal of Epidemiology**, v. 46, n. 3, p. 1029-1056, 2017. <https://doi.org/10.1093/ije/dyw319>
- BHAT, R. Impact of ultraviolet radiation treatments on the quality of freshly prepared tomato (*Solanum lycopersicum*) juice. **Food**



Engenharia

chemistry, v. 213, p. 635-640, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.06.096>

BUCKLEY, R. R.; GIORGIANNI, E. J. CIELAB for color image encoding (CIELAB, 8-Bit; Domain and Range, Uses). **Encyclopedia of Color Science and Technology**, v. 14, n.1, p. 1-9, 2015.
https://doi.org/10.1007/978-3-642-27851-8_14-1

CANTERI, M. G., ALTHAUS, R. A., VIRGENS FILHO, J. S., GIGLIOTI, E. A., GODOY, C. V. SASM - Agri: Sistema para análise e separação de médias em experimentos agrícolas pelos métodos Scott - Knott, Tukey e Duncan. **Revista Brasileira de Agrocomputação**, v.1, n. .2, p.18-24. 2001.

CHOTTANOM, P.; SRISA-ARD, M. Osmotic dehydration as a factor in freezing of tomato. **American Journal of Food Technology**, v. 6, n. 6, p. 483-491, 2011.
[10.3923/ajft.2011.483.491](https://doi.org/10.3923/ajft.2011.483.491)

CORRÊA, J. L. G.; ERNESTO, D. B.; DE MENDONÇA, K. S. Pulsed vacuum osmotic dehydration of tomatoes: Sodium incorporation reduction and kinetics modeling. **LWT-Food Science and Technology**, v. 71, p. 17-24, 2016.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2016.01.046>

CORRÊA, J. L. G.; JUSTUS, A.; DE OLIVEIRA, L. F.; ALVES, G. E. Osmotic dehydration of tomato assisted by ultrasound: evaluation of the liquid media on mass transfer and product quality. **International journal of food engineering**, v.11, n .4, p. 505-516, 2015.
<https://doi.org/10.1515/ijfe-2015-0083>

CORRÊA, J. L. G.; VIANA, A. D.; DE MENDONÇA, K. S.; JUSTUS, A. Optimization of pulsed vacuum osmotic dehydration of sliced tomato. In: **Drying and Energy Technologies**. Springer, Cham, 2016. p. 207-228.

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. **LWT-Food Science and Technology**, v. 60, n. 2, p. 641-648, 2015.
<https://doi.org/10.1016/j.lwt.2014.10.056>

GOULD, W. A. **Tomato production, processing and technology**. Elsevier, 2013. 550p.

GOYENECHÉ, R.; AGÜERO, M. V.; ROURA, S.; SCALA, K. Application of citric acid and mild heat shock to minimally processed sliced radish: Color evaluation. **Postharvest Biology and**

Technology, v. 93, n. 1, p. 106-113, 2014.
<https://doi.org/10.1016/j.postharvbio.2014.02.011>

HABECK, T. L.; PROTÁSIO, B.; SILVA, O. S.; SILVA, J. C.; PORTO, T. S. Desidratação osmótica do Tomate em soluções ternárias como pré-tratamento para secagem. **Revista Brasileira de Agrotecnologia**, v. 5, n. 1, p. 72-75, 2015.

HEREDIA, A.; PEINADO, I.; ROSA, E.; ANDRÉS, A. Effect of osmotic pre-treatment and microwave heating on lycopene degradation and isomerization in cherry tomato. **Food chemistry**, v. 123, n. 1, p. 92-98, 2010.
<https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.04.005>

HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. Fisiologia pós-colheita de frutas e hortaliças. In: CORTEZ, L. A. B.; HONÓRIO, S. L.; MORETTI, C. L. (Ed.) **Resfriamento de frutas e hortaliças**. Embrapa Informação Tecnológica: Brasília, 2002. 428p.

JÄRVI, A.; KARLSTRÖM, B.; VESSBY, B.; BECKER, W. Increased intake of fruits and vegetables in overweight subjects: effects on body weight, body composition, metabolic risk factors and dietary intake. **British Journal of Nutrition**, v. 115, n. 10, p. 1760-1768, 2016.
<https://doi.org/10.1017/S0007114516000970>

LIMA DA SILVA, V. K.; SOUSA PINHEIRO, É.; FONTENELE DOMINGUES, M. A.; CARDOSO DE AQUINO, A.; ALTINO FIGUEIREDO, E.; CORREIA DA COSTA, J. M.; LESSA CONSTANT, P. B. Efeito da pressão osmótica no processamento e avaliação da vida de prateleira de tomate seco. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 31, n. 1, 2010.

MILLER, V.; YUSUF, S.; CHOW, C. K.; DEGHAN, M.; CORSI, D. J.; LOCK, K.; POPKIN, B.; RANGARAJAN, S.; KHATIB, R.; LEAR, S. A.; MONY, P.; KAUR, M.; MOHAN, V.; VIJAYAKUMAR, K.; GUPTA, R.; KRUGER, A.; TSOLEKILE, L.; MOHAMMADIFARD, N.; MENTE, A. Availability, affordability, and consumption of fruits and vegetables in 18 countries across income levels: findings from the Prospective Urban Rural Epidemiology (PURE) study. **The Lancet Global Health**, v. 4, n. 10, p. e695-e703, 2016.
[https://doi.org/10.1016/S2214-109X\(16\)30186-3](https://doi.org/10.1016/S2214-109X(16)30186-3)

PERVEEN, R.; SULERIA, H. A. R.; ANJUM, F. M.; BUTT, M. S.; PASHA, I.; AHMAD, S. Tomato (*Solanum lycopersicum*) carotenoids and lycopenes chemistry; metabolism, absorption, nutrition, and allied health claims—a comprehensive review. **Critical reviews in food**



Engenharia

science and nutrition, v. 55, n. 7, p. 919-929, 2015.

<https://doi.org/10.1080/10408398.2012.657809>

QUEJI, M. de F. D.; PESSOA, L. S. Influência do tratamento osmótico na produção de tomate desidratado. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 5, n. 1, p. 282-292, 2011. [10.3895/S1981-36862011000100004](https://doi.org/10.3895/S1981-36862011000100004)

RAIOLA, A.; TENORE, G. C.; BARONE, A.; FRUSCIANTE, L.; RIGANO, M. M. Vitamin E content and composition in tomato fruits: beneficial roles and bio-fortification. **International journal of molecular sciences**, v.16, n. 12, p. 29250-29264, 2015. [10.3390/ijms161226163](https://doi.org/10.3390/ijms161226163)

ROMERO, C. A. J.; YÉPEZ, B. D V. Ultrasound as pretreatment to convective drying of Andean blackberry (*Rubus glaucus* Benth). **Ultrasonics sonochemistry**, v. 22, p. 205-210, 2015. [10.1016/j.ultsonch.2014.06.011](https://doi.org/10.1016/j.ultsonch.2014.06.011)

SACCHETTI, G.; GIANOTTI, A.; DALLA ROSA, M. Sucrose-salt combined effects on mass transfer kinetics and product acceptability. Study on apple osmotic treatments. **Journal of Food**

Engineering, v. 49, n. 2-3, p. 163-173, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00206-5](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00206-5)

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**, v. 47, n. 1, p. 43-49, 2001. [https://doi.org/10.1016/S0260-8774\(00\)00098-4](https://doi.org/10.1016/S0260-8774(00)00098-4)

TIWARI, R. B. Application of osmo-air dehydration for processing of tropical fruits in rural areas. **Indian food industry**, v. 24, n. 6, p. 62-69, 2005.

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**, v. 82, n. 4, p. 509-517, 2007. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2007.03.008>

YADAV, A. K.; SINGH, S. V. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of Food Science and Technology**, v. 51, n. 9, p. 1654-1673, 2014. <https://doi.org/10.1007/s13197-012-0659-2>