

EFEITO DAS CONDIÇÕES DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA NA QUALIDADE DE PASSAS DE ARAÇÁ-PÊRA

OSMOTIC DEHYDRATION EFFECT CONDITIONS IN THE RAISIN GUAVA-PEAR QUALITY

Camila de Souza Paglarini¹; Fabrício Schwanz da Silva²; Alexandre Gonçalves Porto³; Sandro Pioli Zela⁴;
Anna Letícia Moron Pereira Leite⁵; Guilherme de Figueiredo Furtado⁶.

^{1,5,6} Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP – Campinas – Brasil

camilaspaglarini@gmail.com

^{2,3,4} Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT – Barra do Bugres – Brasil

Resumo

O araçá-pêra é um fruto muito perecível e ainda pouco estudado, no entanto, visando reduzir as perdas pós-colheita e diversificar o aproveitamento industrial foi utilizado o processo de desidratação osmótica através de um planejamento experimental fatorial 2³ completo, tendo como variáveis independentes: tempo de imersão, temperatura e concentração da solução osmótica e variáveis dependentes: perda de umidade, incorporação de sólidos, vitamina C, pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, açúcares redutores e não redutores e cinzas. Os tratamentos com maiores índice de eficiência da desidratação (IED) e maior concentração de vitamina C foram selecionados para secagem convectiva e obtenção das passas. Análises físico-químicas das passas do araçá foram realizadas. Os modelos encontrados para a perda de umidade, incorporação de sólidos, acidez total titulável, teor de sólidos solúveis totais, açúcares não redutores e umidade podem ser utilizados para prever o processo de desidratação osmótica de araçá-pêra. Os ensaios 6 (6 horas, 30 °C e 60 °Brix), 7 (4 horas, 50 °C e 60 °Brix) e 14 (5 horas, 40 °C e 67 °Brix) foram selecionados para a secagem convectiva devido a maior perda de umidade e menor ganho de sólidos além da maior conservação de vitamina C. Durante a secagem, a amostra do tratamento 6 perdeu umidade mais rápido do que as demais, sendo esta considerada como melhor tratamento, devido a exigência de menor consumo de energia e menor custo de processo devido a concentração da solução osmótica.

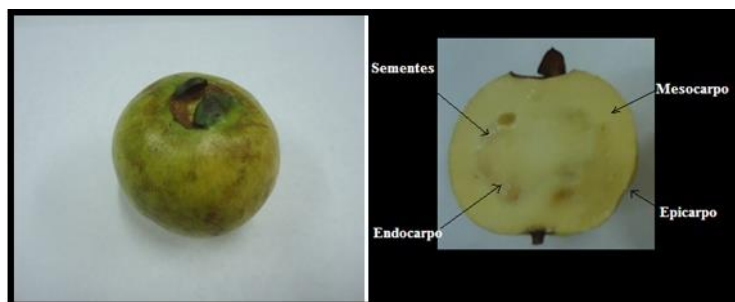
Palavras-chave: aproveitamento industrial, planejamento experimental, secagem convectiva.

1 Introdução

O araçá-pêra (*Psidium acutangulum* DC.) também conhecido como araçá-goíaba e araçá-do-Pará, é uma espécie frutífera nativa da região Amazônica, pertencente à família Myrtaceae, a

mesma da goiaba, podendo ser encontrado desde o Estado do Rio Grande do Sul, passando por Minas Gerais, até a região Amazônica, em forma silvestre ou pequenos cultivos (ANDRADE et al., 1993; WILLE et al., 2004). Wille et al. (2004) caracterizaram o fruto como uma baga grande, de cor verde amarelada quando madura e forma globosa a elipsóide (Figura 1). Possui características físicas e aroma semelhantes a goiaba, porém suas sementes são maiores e seu sabor ácido.

Figura 1 - Fruto do araçá-pêra (*Psidium acutangulum* DC.)



Fonte: Autoria Própria

O araçá é excessivamente ácido para o consumo in natura (pH 2,77 e acidez livre 2,67%); porém, tem aroma agradável e os valores de vitamina C até sete vezes maior que as frutas cítricas além de possuir elevado teor de fibra dietética (WILLE et al., 2004). Devido sua alta acidez o araçá se torna apropriado para a fabricação de compotas, doces em calda, passas, doces em massa, geléias, refrescos, sorvetes, e sucos (FETTER et al., 2010).

Por possuir alto teor de umidade (80 a 90%) e alto metabolismo pós-colheita, o araçá é altamente perecível, necessitando de processos que aumentem sua vida de prateleira e conserve suas características físico-químicas e nutricionais, como a desidratação osmótica.

Processos como a desidratação osmótica, são tratamentos preliminares a outras técnicas de desidratação e visam melhorar a qualidade do produto final. A desidratação osmótica também denominada desidratação por imersão-impregnação (DII) é frequentemente aplicada para conservar a qualidade e estabilidade de frutas sem perder compostos aromáticos consideráveis, também é utilizada como uma operação antecedente a secagem ou liofilização, reduzindo assim os custos energéticos (ARREOLA e ROSAS, 2007). De acordo com Torreggiani (1993) esse processo exige menos consumo de energia do que o processo convencional de secagem, onde seu consumo de energia principal é a reconstituição da solução osmótica diluída, que pode ser obtido por concentração por meio de evaporadores de múltiplo efeito ou por adição de açúcar.

A utilização da desidratação osmótica como método alternativo para a produção de passas de frutas permite a obtenção de produtos com textura, cor e sabor adequados, além de possibilitar a

redução da perda pós-colheita (SOUSA et al., 2003) e de custos com transporte, embalagem e armazenamento dos alimentos com alto teor de água (PARK et al., 2001). Park et al. (2002) ainda ressaltam que a desidratação apresenta a vantagem adicional de colocar ao alcance do consumidor uma maior variedade de produtos alimentícios que podem ser disponibilizados fora da safra.

O objetivo do presente trabalho foi analisar o efeito do tempo, da temperatura e da concentração da solução osmótica no processamento de passas de araçá-pêra, utilizando-se da desidratação osmótica seguida de secagem convectiva.

2 Material e Métodos

Preparação da matéria-prima

Os frutos de araçá-pêra utilizados neste trabalho foram colhidos em pomares localizados no município de Pontes e Lacerda, no sudoeste matogrossense, com grau de maturação para consumo ($8\pm 1^\circ$ Brix). Inicialmente os frutos foram higienizados, descascados, cortados e divididos em quatro partes, e então as sementes e o endocarpo foram retirados. Em seguida, o mesocarpo foi branqueado segundo a metodologia utilizada por Queiroz et al. (2008), sendo em seguida congelados para posterior desidratação osmótica.

Desidratação osmótica

Para a desidratação osmótica, a solução osmótica foi preparada utilizando-se sacarose comercial e água destilada. Para a preparação dos xaropes, o açúcar foi adicionado à água sob agitação manual com auxílio de aquecimento até atingir a quantidade de sólidos solúveis desejado. À solução foi adicionado benzoato de sódio 0,1% (m/v), para inibir o desenvolvimento de microrganismos, de acordo com as recomendações de Andrade et al. (2007).

Os frutos foram submetidos à solução osmótica na proporção solução:fruto 3:1, a mesma utilizada por Martim et al. (2007), à temperatura, concentração da solução e tempo definidos previamente no delineamento experimental. Os frutos foram divididos em frações de 65 ± 1 gramas e inseridos em béqueres de 400 mL e levados a estufas incubadoras com temperatura controlada. A cada 30 minutos a solução foi agitada manualmente para facilitar o processo de osmose com a recirculação do xarope.

A solução foi drenada com uma peneira por aproximadamente 10 minutos, os frutos lavados com água destilada, colocados sob papel absorvente para retirar o excesso de água e pesados, mesma metodologia utilizada por Queiroz et al. (2008) e Ramallo; Mascheroni (2005). A solução foi descartada, porém em escala industrial é possível o reaproveitamento desta solução visando a redução de custos e a preservação do meio ambiente.

Análises físico-químicas

Nos frutos in natura, desidratado osmoticamente e nas passas, foram realizadas análises físico-químicas de acidez, pH, sólidos solúveis totais, vitamina C, cinzas, açúcares redutores e não-redutores e umidade, segundo a metodologia do Instituto Adolfo Lutz (2008) e nos frutos submetidos a desidratação osmótica ainda foram realizadas as análises de Perda de Umidade (PU) e Incorporação de Sólidos (IS), todas em triplicatas. A seguir estão as equações para determinar a perda de umidade (Eq. 1) e incorporação de sólidos (Eq. 2), seguindo a metodologia utilizada por Martins et al. (2008):

$$PU (\%) = 100 \times \frac{U_i m_i - U_f m_f}{m_i} \quad (1)$$

Em que:

PU (%) = perda de umidade com base na massa inicial do material; U_i = teor inicial de umidade do material, adimensional, b.u.; U_f = teor final de umidade do material, adimensional, b.u.; m_i = massa total inicial do material, em gramas; m_f = massa total final do material, em gramas.

$$IS (\%) = 100 \times \frac{ST_f m_f - ST_i m_i}{m_i} \quad (2)$$

Onde:

IS (%) = incorporação de sólidos com base na massa inicial do material; ST_i = teor inicial de sólidos totais do material, adimensional; ST_f = teor final de sólidos totais do material, adimensional; m_i = massa total inicial do material, em gramas; m_f = massa total final do material, em gramas.

Decorrida a osmose, os frutos com maior perda de umidade e menor ganho de sólidos, além da maior concentração de vitamina C foram submetidos a secagem convectiva e análises físico-químicas.

Secagem convectiva

Na secagem convectiva, o araçá desidratado osmoticamente foi inserido em bandejas de aço inoxidável e levados a um secador de bandejas, em escala de bancada até a obtenção de um fruto com 20 a 25% de umidade, pois segundo a legislação federal vigente a umidade de frutos em passas não deve ultrapassar 25% (BRASIL, 2011). Empregou-se apenas um nível de temperatura e velocidade do ar de secagem, 60 ± 5 °C e 1,5 m/s, respectivamente, por aproximadamente 9 horas, as

mesmas condições utilizadas por Araújo et al. (2010); Germer et al. (2011) ao desidratarem caju e pêssgo respectivamente. As passas de araçá foram caracterizadas pelas análises de acidez, pH, sólidos solúveis totais (SST), vitamina C, cinzas, açúcares redutores e não-redutores, sólidos totais e umidade, conforme as normas do Instituto Adolfo Lutz (2008), em triplicatas.

Delineamento experimental e análise estatística

A desidratação osmótica de araçá-pêra foi conduzida conforme Delineamento Central Composto Rotacional (DCCR), cujo objetivo foi avaliar o efeito da temperatura (T), tempo de imersão (t) e concentração da solução osmótica (C) (variáveis independentes) sobre as respostas: perda de umidade (PU), incorporação de sólidos (IS), perda de peso (PP), relação PU/GS, teor de vitamina C, acidez titulável, pH, umidade, sólidos solúveis e açúcares redutores e não-redutores (variáveis dependentes), Tabela 1.

Tabela 1 - Delineamento Central Composto Rotacional (DCCR) com três variáveis independentes: X1 (tempo); X2 (temperatura); e X3 (concentração da solução osmótica).

| Tratamento (n°) | Variáveis codificadas | | | Variáveis decodificadas | | |
|-----------------|-----------------------|--------|--------|-------------------------|--------|-----------|
| | X1 | X2 | X3 | t(h) | T (°C) | C (°Brix) |
| 1 | -1 | -1 | -1 | 4 | 30 | 40 |
| 2 | +1 | -1 | -1 | 6 | 30 | 40 |
| 3 | -1 | +1 | -1 | 4 | 50 | 40 |
| 4 | +1 | +1 | -1 | 6 | 50 | 40 |
| 5 | -1 | -1 | +1 | 4 | 30 | 60 |
| 6 | +1 | -1 | +1 | 6 | 30 | 60 |
| 7 | -1 | +1 | +1 | 4 | 50 | 60 |
| 8 | +1 | +1 | +1 | 6 | 50 | 60 |
| 9 | -1,682 | 0 | 0 | 3,3 | 40 | 50 |
| 10 | 1,682 | 0 | 0 | 6,7 | 40 | 50 |
| 11 | 0 | -1,682 | 0 | 5 | 23 | 50 |
| 12 | 0 | 1,682 | 0 | 5 | 57 | 50 |
| 13 | 0 | 0 | -1,682 | 5 | 40 | 33 |
| 14 | 0 | 0 | 1,682 | 5 | 40 | 67 |
| 15 | 0 | 0 | 0 | 5 | 40 | 50 |
| 16 | 0 | 0 | 0 | 5 | 40 | 50 |
| 17 | 0 | 0 | 0 | 5 | 40 | 50 |
| 18 | 0 | 0 | 0 | 5 | 40 | 50 |
| 19 | 0 | 0 | 0 | 5 | 40 | 50 |

A Metodologia de Superfície de Resposta (MSR) foi utilizada para avaliar as melhores condições de processamento, ou seja, maximizar a perda de umidade e minimizar o ganho de

sólidos. O teste T student foi usado para determinação da significância dos efeitos individuais de cada um dos coeficientes estimados, a significância do modelo foi testada por análise de variância (ANOVA) e teste F ($p \leq 0,05$) por meio do programa de análise estatística STATISTICA versão 7.0. Quando não houve ajuste dos dados experimentais ao modelo preditivo foram empregados análise de variância pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) para comparação das médias.

3 Resultados e Discussão

Na Tabela 2 podem ser observados as médias e desvios padrão das análises físico-químicas para o araçá-pêra *in natura*.

Tabela 2 - Características físico-químicas do araçá-pêra *in natura*.

| Parâmetros | Médias±desvio padrão |
|---|----------------------|
| Umidade (% b.u.) | 85,1±1,13 |
| Sólidos totais (% b.u.) | 14,9±1,13 |
| Açúcares redutores (% glicose) | 1,6±0,06 |
| Açúcares não-redutores (% sacarose) | 5,9±1,36 |
| Sólidos solúveis totais (°Brix) | 8,0±0,93 |
| Cinzas (% b.u.) | 0,6±0,04 |
| Vitamina C (g.100g ⁻¹) | 62,4±3,65 |
| pH | 2,8±0,098 |
| Acidez total titulável (% ácido cítrico b.u.) | 4,3±0,80 |

Conforme a Tabela 2 pode ser observado o baixo pH e o elevado teor de acidez do araçá. Andrade et al. (1993); Wille et al. (2004) encontraram valores próximos para o pH do mesmo fruto, 3,0 e 2,77, respectivamente. Porém, estes mesmos autores determinaram valores para acidez em porcentagem de ácido cítrico inferiores aos encontrados neste trabalho, 2,67 para Wille et al. (2004) e 1,87% para Andrade et al. (1993).

Na Tabela 2 pode-se observar que o teor de vitamina C do araçá é, 62,39 mg.100g⁻¹, possui valor semelhante ao encontrado por Wille et al. (2004), 60,98 mg.100 g⁻¹, porém Andrade et al. (1993) encontraram valor muito superior para o araçá-pêra nativo da região Amazônica (389,34 mg. 100 g⁻¹). De acordo com Wille et al. (2004) isso se justifica possivelmente pelas diferentes condições climáticas, de umidade e características do solo entre as regiões.

Na Tabela 3 encontram-se os resultados do planejamento composto central.

Observa-se na Tabela 3 que para todos os ensaios a perda de umidade foi maior que a incorporação de sólidos, resultado semelhante ao encontrado por Silva et al. (2012) e Souza et al. (2011) ao desenvolverem passas de cereja e jaca, respectivamente. Observa-se ainda que o teor de ácido cítrico reduziu em relação ao fruto *in natura*, resultado observado por Germer et al. (2011) ao

desidratar pêssego pelo processo de imersão-impregnação, onde ocorreu perda de ácidos orgânicos por parte da fruta no decorrer da desidratação osmótica.

Tabela 3 - Respostas das variáveis dependentes do planejamento composto central 2³ da desidratação osmótica de araçá-pêra.

| Ensaio | t (h) | T (°C) | C (°Brix) | PU (%) | GS (%) | ATT (% ác. Cítrico) | pH | SST (°Brix) | AR (% glicose) | ANR (% sacarose) | Vit C (mg/100g) | Cinzas(%) | Umidade (%) |
|--------|-------|--------|-----------|--------|--------|---------------------------|------|-------------|-------------------|---------------------|-----------------|-----------|-------------|
| 1 | 4 | 30 | 40 | 29,37 | 13,34 | 2,20 | 2,84 | 26,63 | 1,45 | 16,98 | 11,84 | 0,35 | 67,42 |
| 2 | 6 | 30 | 40 | 33,60 | 12,11 | 2,12 | 2,89 | 26,40 | 1,46 | 17,88 | 15,58 | 0,35 | 66,11 |
| 3 | 4 | 50 | 40 | 35,10 | 12,83 | 1,71 | 2,68 | 31,50 | 2,49 | 18,31 | 7,45 | 0,28 | 64,43 |
| 4 | 6 | 50 | 40 | 37,71 | 14,51 | 1,29 | 2,78 | 35,39 | 2,81 | 22,40 | 4,96 | 0,24 | 60,19 |
| 5 | 4 | 30 | 60 | 33,05 | 17,38 | 2,77 | 2,82 | 33,25 | 1,47 | 22,01 | 20,48 | 0,47 | 62,20 |
| 6 | 6 | 30 | 60 | 41,29 | 17,49 | 2,41 | 2,82 | 36,75 | 1,66 | 25,93 | 18,69 | 0,41 | 57,97 |
| 7 | 4 | 50 | 60 | 47,61 | 17,29 | 2,06 | 2,68 | 43,88 | 2,81 | 22,40 | 13,47 | 0,41 | 52,56 |
| 8 | 6 | 50 | 60 | 50,09 | 21,71 | 1,94 | 2,70 | 48,38 | 4,06 | 31,35 | 7,94 | 0,33 | 48,30 |
| 9 | 3,3 | 40 | 50 | 35,29 | 15,55 | 2,44 | 2,78 | 32,00 | 2,14 | 25,81 | 28,61 | 0,42 | 63,85 |
| 10 | 6,7 | 40 | 50 | 39,14 | 17,78 | 1,95 | 2,97 | 38,13 | 2,06 | 26,64 | 14,83 | 0,34 | 60,21 |
| 11 | 5 | 23 | 50 | 35,04 | 14,75 | 2,28 | 2,99 | 31,50 | 1,57 | 23,33 | 12,82 | 0,47 | 64,96 |
| 12 | 5 | 57 | 50 | 46,46 | 23,28 | 1,77 | 2,99 | 45,75 | 2,12 | 33,42 | 10,38 | 0,36 | 52,57 |
| 13 | 5 | 40 | 33 | 18,90 | 10,75 | 1,69 | 2,96 | 25,00 | 1,90 | 17,95 | 9,89 | 0,31 | 68,76 |
| 14 | 5 | 40 | 67 | 44,29 | 21,14 | 2,48 | 2,93 | 43,53 | 2,20 | 34,26 | 21,01 | 0,48 | 54,80 |
| 15 | 5 | 40 | 50 | 34,26 | 20,56 | 2,06 | 2,76 | 37,88 | 1,98 | 25,94 | 6,24 | 0,35 | 58,58 |
| 16 | 5 | 40 | 50 | 34,06 | 20,76 | 1,93 | 2,76 | 36,75 | 2,34 | 25,00 | 6,64 | 0,32 | 58,61 |
| 17 | 5 | 40 | 50 | 33,23 | 19,52 | 1,95 | 2,72 | 36,63 | 2,16 | 24,14 | 6,53 | 0,37 | 59,81 |
| 18 | 5 | 40 | 50 | 31,40 | 19,89 | 1,80 | 2,75 | 36,31 | 1,98 | 24,83 | 6,05 | 0,32 | 59,42 |
| 19 | 5 | 40 | 50 | 32,34 | 19,04 | 2,03 | 2,72 | 35,25 | 1,94 | 24,43 | 7,74 | 0,33 | 60,36 |

A vitamina C teve grande redução ao final da desidratação osmótica com relação ao valor da fruta in natura para todos os tratamentos estudados. Fellows (2006) relata que essa vitamina é muito sensível, podendo sofrer alteração por diversos processos, podendo destacar o congelamento, desidratação, além da oxidação pela exposição ao ar. Queiroz et al. (2008) também observaram esse efeito ao desidratarem osmoticamente goiaba. Ainda na Tabela 3, verifica-se que o teor de minerais reduziu significativamente ao final da desidratação por imersão-impregnação (DII) em todos os tratamentos da matriz experimental com relação aos teores encontrados para o fruto in natura. De acordo com Queiroz et al. (2008) este fato pode ter ocorrido devido à solubilidade dos minerais em água, permitindo a lixiviação dos mesmos dos tecidos da fruta para a solução hipertônica. Eles também observaram essa redução ao analisarem o processo de desidratação osmótica de goiaba.

Das variáveis dependentes analisadas, os resultados da PU, IS e o teor de vitamina C dos 19 tratamentos foram utilizados para a seleção das condições de processo mais favoráveis para a obtenção de araçá-pêra desidratado osmoticamente de qualidade tecnológica adequada. A escolha destas variáveis ocorreu devido a influência destes fatores nas características ou na qualidade nutricional do produto obtido. Os critérios utilizados para seleção dos tratamentos que apresentaram melhor qualidade tecnológica foram: a máxima perda de peso e umidade e baixa incorporação de

sólidos, além de maiores concentrações de vitamina C. Portanto, para a obtenção das passas foram selecionados os tratamentos 6, 7 e 14. Na Tabela 4 encontram-se, os modelos para Perda de Umidade (PU), Incorporação de Sólidos (IS), vitamina C, acidez titulável (% ácido cítrico), sólidos solúveis totais (SST), açúcares redutores, açúcares não redutores e cinzas, pois estas respostas também foram influenciadas pelas variáveis estudadas.

Tabela 4 - Modelos matemáticos e coeficientes de determinação (R²) dos modelos ajustados para as variáveis analisadas.

| Resposta | Modelo Completo | R ² (%) |
|-------------------------------------|---|--------------------|
| PU (%) | $32,99 + 1,76^{0,025}X_1 + 3,83^{0,0002}X_2 + 5,78^{<0,0001}X_3 + 1,84^{0,02}X_1^2 - 0,92^{n.s.} X_1X_2 + 3,09^{0,001}X_2^2 + 0,48^{n.s.} X_1X_3 + 1,69^{n.s.} X_2X_3 - 0,14^{n.s.} X_3^2$ | 94,41 |
| IS (%) | $20,00 + 0,64^{n.s.} X_1 + 1,49^{0,004}X_2 + 2,82^{0,00004}X_3 - 1,42^{0,005} X_1^2 + 0,90^{n.s.}X_1X_2 - 0,59^{n.s.} X_2^2 + 0,51^{n.s.} X_1X_3 + 0,28^{n.s.} X_2X_3 - 1,67^{0,0018} X_3^2$ | 92,12 |
| Vit C (mg.100g ⁻¹) | $6,81 - 2,11^{n.s.}X_1 - 2,73^{0,03}X_2 + 2,91^{0,023}X_3 + 4,41^{0,0026}X_1^2 - 1,20^{n.s.} X_1X_2 + 0,83^{n.s.} X_2^2 - 1,12^{n.s.} X_1X_3 - 0,29^{n.s.} X_2X_3 + 2,19^{n.s.} X_3^2$ | 81,00 |
| Acidez titulável (% ác. Cítrico) | $1,95 - 0,13^{0,007}X_1 - 0,25^{0,0001}X_2 + 0,23^{0,0002}X_3 + 0,074^{n.s.}X_1^2 - 0,013^{n.s.} X_1X_2 + 0,015^{n.s.}X_2^2 + 0,0019^{n.s.} X_1X_3 + 0,018^{n.s.} X_2X_3 + 0,04^{n.s.} X_3^2$ | 91,40 |
| SST (°Brix) | $36,59 + 1,61^{0,00009} X_1 + 4,40^{<0,0001}X_2 + 5,38^{<0,0001}X_3 - 0,67^{0,02}X_1^2 + 0,64^{n.s.} X_1X_2 + 0,58^{0,04}X_2^2 + 0,54^{n.s.} X_1X_3 + 1,05^{0,009} X_2X_3 - 0,96^{0,003} X_3^2$ | 99,05 |
| AR (% glicose) | $2,07 + 0,12^{n.s.} X_1 + 0,52^{0,0024}X_2 + 0,17^{n.s.} X_3 + 0,07^{n.s.} X_1^2 + 0,17^{n.s.} X_1X_2 - 0,023^{n.s.} X_2^2 + 0,14^{n.s.} X_1X_3 + 0,17^{n.s.} X_2X_3 + 0,05^{n.s.} X_3^2$ | 72,35 |
| ANR (% sacarose) | $25 + 0,56^{n.s.} X_1 + 3,53^{0,000027} X_2 + 4,20^{0,000007} X_3 + 0,17^{n.s.} X_1^2 - 0,39^{n.s.} X_1X_2 + 0,68^{n.s.} X_2^2 + 1,42^{0,40} X_1X_3 + 0,86^{n.s.} X_2X_3 - 0,35^{n.s.} X_3^2$ | 94,70 |
| Cinzas (%) | $0,34 - 0,022^{0,020} X_1 - 0,04^{0,0013}X_2 + 0,05^{0,00018} X_3 + 0,006^{n.s.} X_1^2 - 0,007^{n.s.} X_1X_2 + 0,18^{n.s.} X_2^2 - 0,12^{n.s.} X_1X_3 + 0,005^{n.s.} X_2X_3 + 0,011^{n.s.} X_3^2$ | 89,16 |
| Umidade (%) | $59,39 - 1,48^{0,0004}X_1 - 3,59^{<0,0001} X_2 - 4,44^{<0,0001} X_3 + 0,072^{0,28}X_1^2 - 0,37^{n.s.} X_1X_2 - 0,43^{n.s.} X_2^2 - 0,37^{n.s.} X_1X_3 - 1,30^{0,006} X_2X_3 + 0,63^{0,47} X_3^2$ | 98,20 |

p<0,05 é significativo; n.s.= não significativo; X₁= tempo de imersão (h); X₂= temperatura do tratamento osmótico (°C); e X₃= concentração da solução osmótica (°Brix).

Os modelos completos para PU, IS e Vitamina C apresentaram coeficiente de determinação (R²) acima de 80%, conforme Tabela 4. Assim sendo, estes modelos foram considerados, em primeira instância, apropriados para expressar a variação nas respostas.

Pode ser observado na Tabela 5, o resultado das análises físico-químicas realizadas nas passas de araçá-pêra e obtidas através dos tratamentos 6, 7 e 14 da matriz experimental (Tabela 1).

De acordo com a Tabela 5, a umidade final das passas de araçá se adequou as exigências da legislação, uma vez que as passas não podem ultrapassar um teor de umidade de 25%. No entanto, Fellows (2006) descreve que o limite da umidade de passas é 27%.

Tabela 5 - Características físico-químicas de passas de araçá-pêra selecionadas através da melhor qualidade nutricional e tecnológica.

| Parâmetros | Tratamento 6 | Tratamento 7 | Tratamento 14 |
|---|--------------|--------------|---------------|
| Umidade final (% b.u.) | 24,63±2,20a | 21,41±2,02a | 25,37±0,90a |
| Sólidos totais (% b.u.) | 75,37±2,20a | 78,58±2,02a | 74,63±0,90a |
| Açúcares redutores (% glicose, b.u.) | 9,37±0,45a | 8,35±0,18a | 7,68±0,49b |
| ANR (% sacarose, b.u.) | 27,40±0,97a | 27,74±0,37a | 29,41±1,58a |
| Sólidos solúveis totais (°Brix) | 62,7±0,17a | 62,7±0,79a | 63,0±0,00a |
| Cinzas (% b.u.) | 0,38±0,02a | 0,37±0,03a | 0,44±0,03a |
| Vitamina C (mg.100g ⁻¹ , b.u.) | 14,57±1,97a | 6,64±0,68b | 14,98±0,96a |
| pH | 2,98±0,006a | 3,12±0,006b | 3,02±0,036a |
| ATT (% ácido cítrico, b.u.) | 2,74±0,16a | 1,74±0,017b | 2,85±0,19a |

Média de três repetições analíticas ± desvio padrão. Médias com mesmo expoente, na mesma linha, não são estatisticamente diferentes ($p > 0,05$) pela ANOVA e teste de Tukey

Na Tabela 5 pode-se observar ainda que o teor de sólidos solúveis totais (SST) das passas de araçá foi superior ao desidratado osmoticamente, de acordo com Souza et al. (2011) o aumento dos SST após a desidratação ocorre em função da concentração durante a secagem. Os valores de açúcares redutores e não redutores para as passas de araçá, observa-se que o teor de açúcares redutores aumentou em relação ao produto desidratado osmoticamente e os açúcares não redutores reduziram, provavelmente devido a acidez do meio propiciar a da hidrólise da sacarose levando a formação de glicose e frutose (açúcares redutores). De acordo com Alexandre et al. (2004) a hidrólise ácida da sacarose realmente provoca o aumento da quantidade de açúcares redutores, pois a inversão da sacarose produz glicose e frutose que são açúcares redutores. Quanto a acidez, observa-se que as amostras do tratamento 7 continham menos acidez do que as restantes, fator este comprovado pela análise de pH.

Na Tabela 6, pode-se conferir a Análise de Variância (ANOVA), a significância da regressão e do resíduo ao nível de 95% de confiança, utilizando o teste F, para cada modelo gerado pela matriz experimental.

Apesar dos altos valores de R^2 apenas a PU, a concentração de SST, ANR e teor de umidade tiveram uma regressão vantajosa para fins preditivos, porém a IS e a ATT foram consideradas significantes devido seu F estar próximo de 12,72 (valor do F tabelado multiplicado por 4).

A perda de umidade foi afetada significativamente ($p \leq 0,05$) e de forma positiva pela interação linear e quadrática do tempo e da temperatura e pela interação linear da concentração da solução osmótica, ou seja, quanto maior o tempo, a temperatura e a concentração da solução osmótica maior a PU. O modelo completo explicou 94,41% da variação observada na PU, conforme demonstrado na Tabela 6.

Tabela 6 - Análise de variância para as variáveis estudadas na desidratação osmótica de araçá-pêra.

| Fontes de variação | SQ | GL | MQ | F _{calculado} | F _{tabelado} * |
|--------------------|--------|----|--------|------------------------|-------------------------|
| PU | | | | | |
| Regressão | 896,98 | 9 | 99,66 | 16,88 | 3,18 |
| Resíduo | 53,15 | 9 | 5,91 | | |
| Total | 950,13 | 18 | | | R ² =0,94 |
| IS | | | | | |
| Regressão | 212,2 | 9 | 23,58 | 11,69 | 3,18 |
| Resíduo | 18,15 | 9 | 2,02 | | |
| Total | 230,35 | 18 | | | R ² =0,92 |
| Vitamina C | | | | | |
| Regressão | 599,43 | 9 | 66,60 | 4,26 | 3,18 |
| Resíduo | 140,57 | 9 | 15,62 | | |
| Total | 740,00 | 18 | | | R ² =0,81 |
| ATT | | | | | |
| Regressão | 1,994 | 9 | 0,22 | 12,01 | 3,18 |
| Resíduo | 0,166 | 9 | 0,018 | | |
| Total | 2,16 | 18 | | | R ² =0,91 |
| SST | | | | | |
| Regressão | 734,86 | 9 | 81,65 | 103,94 | 3,18 |
| Resíduo | 7,07 | 9 | 0,79 | | |
| Total | 741,93 | 18 | | | R ² =0,99 |
| AR | | | | | |
| Regressão | 4,96 | 9 | 0,55 | 2,62 | 3,18 |
| Resíduo | 1,89 | 9 | 0,21 | | |
| Total | 6,85 | 18 | | | R ² =0,72 |
| ANR | | | | | |
| Regressão | 448,30 | 9 | 49,81 | 17,86 | 3,18 |
| Resíduo | 25,10 | 9 | 2,79 | | |
| Total | 473,40 | 18 | | | R ² =0,95 |
| Cinzas | | | | | |
| Regressão | 0,0669 | 9 | 0,007 | 8,26 | 3,18 |
| Resíduo | 0,0081 | 9 | 0,0009 | | |
| Total | 0,075 | 18 | | | R ² =0,89 |
| Umidade | | | | | |
| Regressão | 506,92 | 9 | 56,32 | 54,45 | 3,18 |
| Resíduo | 9,31 | 9 | 1,03 | | |
| Total | 516,23 | 18 | | | R ² =0,98 |

SQ = soma quadrática; GL = grau de liberdade; MQ = Média quadrática; PU: perda de umidade; IS: incorporação de sólidos; PP: perda de peso; IED: Índice de eficiência de desidratação; ATT: acidez total titulável (% ácido cítrico); SST: sólidos solúveis totais; AR: açúcares redutores (% glicose); ANR: açúcares não redutores (% sacarose); F_{calculado} = distribuição dos valores de F calculado (p < 0,05); *Valores tabelados de F para p < 0,05.

Segundo Raoult-Wack (1994) o aumento da temperatura favorece tanto a perda de água quanto o ganho de sólidos, devido, possivelmente, ao seu efeito positivo sobre a difusividade aparente das moléculas de água e do soluto no interior do produto. Porém, Jalila et al. (2008) ressaltam que o aumento demasiado da temperatura provoca perda de aroma e escurecimento do produto.

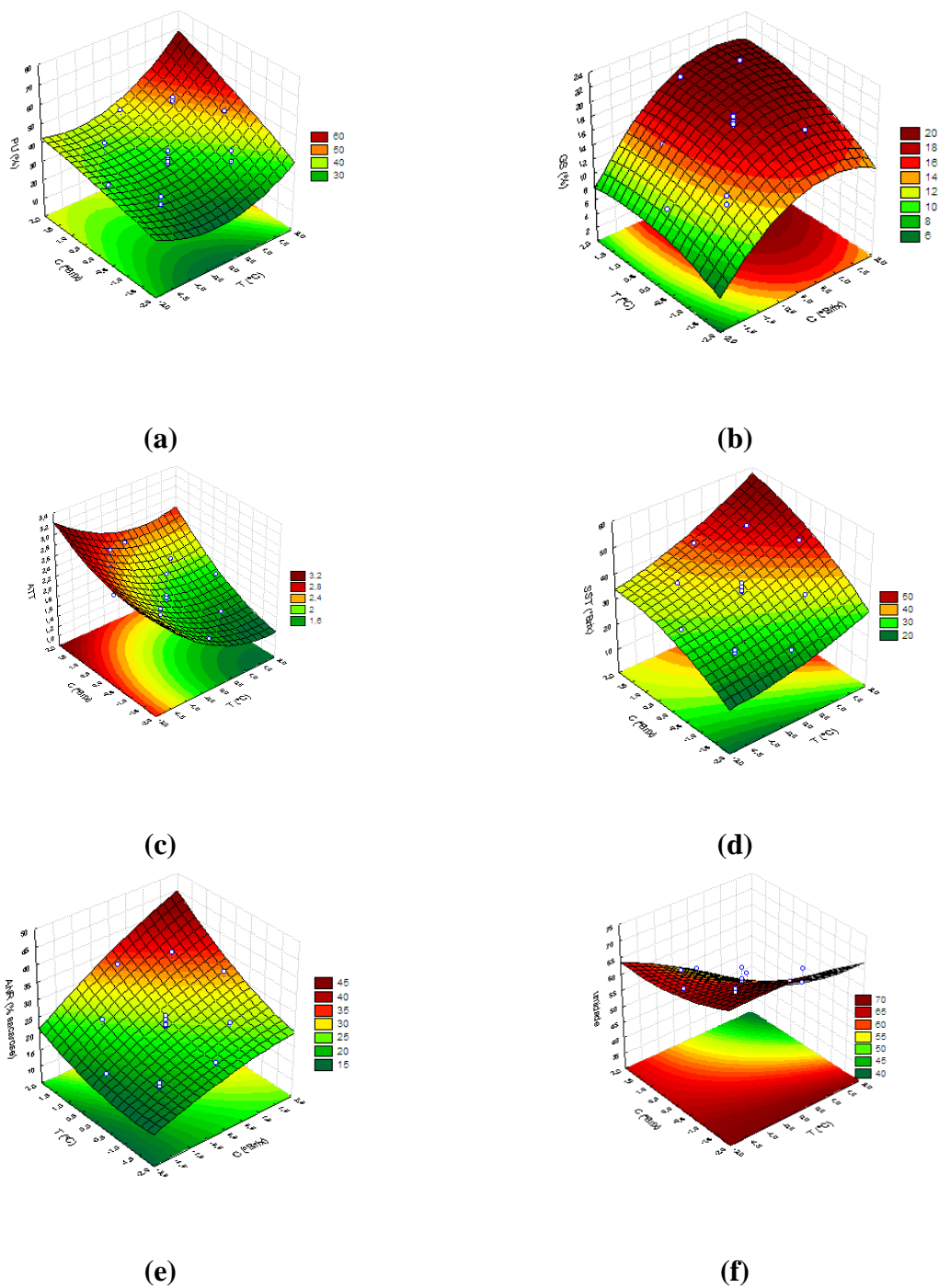
Teles et al. (2006) relatam que a elevação da concentração da solução osmótica leva a um aumento na transferência de água da fruta para a solução osmótica, devido ao aumento do gradiente de pressão. No entanto, a sacarose em excesso pode atuar como uma resistência adicional à transferência de água entre fruta e solução, que pode ser explicada pelo tamanho da molécula de sacarose.

Na Figura 2a pode ser observada a superfície de resposta do efeito concentração/temperatura, na desidratação osmótica de araçá-pêra, onde a incorporação de sólidos foi afetada significativamente ($p \leq 0,05$) em ordem decrescente pela interação linear (positiva) da concentração da solução osmótica e pela temperatura. O termo quadrático da concentração da solução, da temperatura e do tempo teve um efeito negativo sobre a PU. Para a IS, o R^2 de 92,12% foi considerado satisfatório, indicando a adequação do modelo (Tabela 5). Martins et al. (2008) e Fontes et al. (2012) também encontraram a concentração do xarope como efeito maior na IS durante a desidratação osmótica de caju e batata doce, respectivamente.

Na Figura 2b pode ser observada a superfície de resposta para o efeito da temperatura e concentração do xarope na desidratação osmótica de araçá-pêra. De acordo com Lazerides et al. (1997) o aumento do ganho de sólidos com o aumento da concentração da solução pode ser atribuído ao aumento da transferência de massa de moléculas de açúcar, devido ao inchaço e plastificação das membranas celulares, o que pode aumentar a permeabilidade da membrana celular para moléculas de sacarose. Falade et al. (2007) ressaltam que o aumento da concentração faz com que aumente a força de impulso entre a solução e a fruta, causando assim um aumento na taxa de transferência de massa. Conforme Shigematsu et al. (2005), elevadas concentrações de solução osmótica (acima de 60%) podem causar injúrias nas primeiras camadas da célula do tecido vegetal.

A análise de regressão demonstrou que o teor de vitamina C na desidratação osmótica de araçá foi influenciado pela interação linear da concentração da solução (positiva), do tempo (negativa) e da temperatura (negativa) a um nível de 5% de significância. O termo quadrático do tempo (positivo) e da temperatura (negativo) também influenciou no processo. Conforme a Tabela 4, pode-se observar que o modelo explicou 81% da variação, mas na Tabela 6 é possível visualizar que esse modelo não é útil para realizar previsões.

Figura 1 - Superfícies de resposta para (a) o efeito da temperatura e da concentração da solução osmótica na perda de umidade (PU); (b) o efeito da concentração da solução osmótica e da temperatura sobre a incorporação de sólidos (IS); (c) o efeito da concentração e temperatura da solução osmótica sobre a ATT; (d) o efeito da concentração da solução e da temperatura da solução osmótica sobre a concentração de SST; (e) o efeito da temperatura e da concentração do xarope no teor de ANR; (f) o efeito da temperatura e da concentração do xarope no teor de umidade no araçá-pêra desidratado osmoticamente



A perda de vitamina C no decorrer do experimento foi grande, 76,65, 89,36 e 75,99% para os tratamentos 6, 7 e 14 respectivamente. Ressalva-se que para a obtenção das passas, os frutos

foram cortados em quatro partes, branqueados, imersos em solução aquosa e submetidos à temperatura de até 60 °C para a secagem, o que possivelmente contribuiu para a redução da estabilidade da vitamina C. No entanto, os teores de vitamina C obtidos (6,64 a 14,98 mg.100 g⁻¹) são relevantes em comparação com a recomendação da Fao e Who (2002) de 45 mg por dia para adultos de ambos os sexos, correspondendo a 15 e 33% do valor de referência.

Para a acidez titulável, o R² mostra que 91% da resposta foi explicada pelo modelo completo. Os efeitos lineares da temperatura, da concentração da solução osmótica e do tempo de imersão foram os mais importantes para explicar esta resposta em forma decrescente, a superfície de resposta para o efeito da temperatura e da concentração pode ser observado na Figura 2c. A significância linear do tempo e da temperatura foi negativa, ou seja, quanto maior o tempo e a temperatura menos ácido o produto obtido e positiva para a concentração da solução osmótica.

A análise de regressão demonstrou que a interação linear e positiva do tempo, da temperatura e da concentração da solução tiveram grande influência na concentração de SST do araçá desidratado osmoticamente a um nível de 5% de significância. A interação quadrática da concentração (negativa), do tempo (negativa) e da temperatura (positiva) da solução osmótica também influenciou nos valores de SST. Além disso, a interação entre a temperatura e a concentração teve um efeito positivo sobre esta variável.

Na Figura 2d podem ser observados os efeitos da temperatura/concentração na concentração de SST na desidratação osmótica de araçá-pêra. Para os teores de ANR, o R² mostra que 95% da resposta foi explicada pelo modelo completo. Os efeitos lineares da concentração da solução osmótica e da temperatura (Figura 2e) foram os mais importantes para explicar esta resposta em forma decrescente. A interação tempo e concentração também influenciou na concentração de ANR na desidratação osmótica de araçá.

Na Figura 2f pode ser observada a superfície de resposta da interação temperatura e concentração para o teor de umidade na desidratação osmótica de araçá. O teor de umidade foi influenciado significativamente e de forma decrescente pelos efeitos lineares e positivos da concentração da solução osmótica, da temperatura e do tempo, ou seja, quanto menor o tempo, a temperatura e a concentração do xarope maior o teor de umidade do araçá desidratado. O efeito quadrático do tempo e da temperatura também influenciou no processo, além disso, a interação temperatura e concentração teve efeito significativo na resposta. O modelo explicou 98% da variação.

Na Tabela 7 pode ser observada a análise de variância e teste de Tukey para os valores de vitamina C, pH, AR e cinzas obtidos durante a desidratação osmótica de araçá-pêra.

Pode ser observado na Tabela 7 que apesar dessas respostas não terem sido estatisticamente significativas diante das variáveis estudadas, houve uma variação nos resultados das análises pelo

teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Martins et al. (2008) também encontraram que o modelo proposto não foi adequado para expressar a variação dos valores de pH e açúcares redutores ao desidratarem osmoticamente caju.

Tabela 1 - Valores de pH obtidos durante a desidratação osmótica de araçá-pêra

| Ensaio | Vit C (mg/100g) | pH | AR (% glicose) | Cinzas (%) |
|--------|-------------------------|----------------------|----------------------|---------------------|
| 1 | 11,84 ^{abcde} | 2,84 ^{cdef} | 1,45 ^a | 0,35 ^{bcd} |
| 2 | 15,58 ^{defg} | 2,89 ^{defg} | 1,46 ^a | 0,35 ^{bcd} |
| 3 | 7,45 ^{abc} | 2,68 ^a | 2,49 ^{cd} | 0,28 ^{ab} |
| 4 | 4,96 ^a | 2,78 ^{abcd} | 2,81 ^d | 0,24 ^a |
| 5 | 20,48 ^{fg} | 2,82 ^{bcde} | 1,47 ^a | 0,47 ^{fg} |
| 6 | 18,69 ^{efg} | 2,82 ^{bcde} | 1,66 ^{abc} | 0,41 ^{def} |
| 7 | 13,47 ^{bcdefg} | 2,68 ^a | 2,81 ^d | 0,41 ^{def} |
| 8 | 7,94 ^{abcd} | 2,70 ^{ab} | 4,06 ^e | 0,33 ^{bc} |
| 9 | 28,61 ^h | 2,78 ^{abcd} | 2,14 ^{abcd} | 0,42 ^{efg} |
| 10 | 14,83 ^{cdefg} | 2,97 ^{fg} | 2,06 ^{abcd} | 0,34 ^{bcd} |
| 11 | 12,82 ^{abcdef} | 2,99 ^g | 1,57 ^{ab} | 0,47 ^{fg} |
| 12 | 10,38 ^{abcd} | 2,99 ^g | 2,12 ^{abcd} | 0,36 ^{cde} |
| 13 | 9,89 ^{abcd} | 2,96 ^{fg} | 1,90 ^{abc} | 0,31 ^{bc} |
| 14 | 21,01 ^{gh} | 2,93 ^{efg} | 2,20 ^{abcd} | 0,48 ^f |
| 15 | 6,24 ^{ab} | 2,76 ^{abcd} | 1,98 ^{abcd} | 0,35 ^{cde} |
| 16 | 6,64 ^{ab} | 2,76 ^{abcd} | 2,34 ^{bcd} | 0,32 ^{bc} |
| 17 | 6,53 ^{ab} | 2,72 ^{abc} | 2,16 ^{abcd} | 0,37 ^{cde} |
| 18 | 6,05 ^{ab} | 2,75 ^{abc} | 1,98 ^{abcd} | 0,32 ^{bc} |
| 19 | 7,74 ^{abcd} | 2,72 ^{abc} | 1,94 ^{abc} | 0,33 ^{bc} |

Médias com mesmo expoente, na mesma coluna, não são estatisticamente diferentes ($p > 0,05$)

4 Conclusões

De acordo com o estudo realizado, os resultados obtidos permitem concluir que:

- O araçá-pêra se caracterizou como um fruto extremamente ácido (pH 2,79 e acidez titulável 4,31) e com alto teor de vitamina C (62,39 mg/100g);
- Os modelos encontrados para a perda de umidade, incorporação de sólidos, acidez total titulável, teor de sólidos solúveis totais, açúcares não redutores e umidade podem ser utilizados para predizer o processo de desidratação osmótica de araçá;
- Os ensaios 6 (6 horas, 30 °C e 60 °Brix), 7 (4 horas, 50 °C e 60 °Brix) e 14 (5 horas, 40 °C e 67 °Brix) foram selecionados para a secagem convectiva e análise sensorial devido a maior perda de umidade e menor ganho de sólidos além da maior conservação de vitamina C.

- Optou-se como melhor tratamento o ensaio 6, devido a exigência de menor consumo de energia e menor custo de processo devido a concentração da solução osmótica.
- O processo estudado é uma alternativa atraente para a conservação do araçá-pêra, uma vez que pode ser utilizada uma tecnologia simples e de baixo custo, que permite a obtenção de um produto similar ao in natura.

5 Agradecimentos

A equipe executora deste trabalho agradece ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq pelas bolsas concedidas e a Fundação de Amparo à pesquisa do Estado de Mato Grosso – FAPEMAT pelo auxílio financeiro.

Referências

- ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência e tecnologia de alimentos**, v.24, n.1, p.114-119, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000100021>
- ANDRADE, S. A. C. et al. Evaluation of water and sucrose diffusion coefficients during osmotic dehydration of jenipapo (*Genipa americana* L.). **Journal of Food Engineering**, v.78, n.1, p.551-555, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2005.10.023>
- ANDRADE, J. S.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. N. Caracterização física e química dos frutos de araçá-pêra (*Psidium acutangulum* D. C.). **Acta Amazônica**, v.23, n.2-3, p.213-217, 1993. <http://dx.doi.org/10.1590/1809-43921993233217>
- ARAÚJO, L. C. et al. Otimização da desidratação osmótica do jambo-vermelho (*Syzygium malaccense*). **Brazilian Journal of Food Technology**, v.13, n.2, p.98-106, 2010. <http://dx.doi.org/10.4260/BJFT2010130200013>
- ARREOLA, S. I.; ROSAS, M. E. Aplicación de Vacío en la Deshidratación Osmótica de Higos (ficus carica). **Información Tecnológica**, v.18, n.2, p.43-48, 2007. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07642007000200006>
- BRASIL. Resolução RDC nº 272, de 22 de setembro de 2005. **Fixa a identidade e as características mínimas de qualidade a que devem obedecer os produtos vegetais, produtos de frutas e cogumelos comestíveis**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA). Disponível em <http://www.puntofocal.gov.ar/notific_otros_miembros/bra168a1_t.pdf>. Acesso em: 20 a. 20 de nov. 2011.
- FALADE, K. O.; IGBEKA, J. C.; AYANWUYI, F. A. Kinetics of mass transfer, and colour changes during osmotic dehydration of watermelon. **Journal of Food Engineering**, v.80, n.3, p.979-985, 2007. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2006.06.033>
- FAO - Food and Agriculture Organization. WHO - World Health Organization. Report of a joint FAO/WHO expert consultation Bangkok, Thailand. **Human vitamin and mineral requirements**. Rome, 2002, 286 p.
- FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos: princípios e prática**. 2.ed. Porto Alegre: Artmed, 2006. 602p.
- FETTER, M. R. et al. Propriedades funcionais de araçá-amarelo, araçá-vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) e araçá-pera (*P. acutangulum* D.C.) cultivados em Pelotas/RS. **Brazilian Journal of Food Technology**, III SSA, 2010.

- 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.1-14, 2012. <http://dx.doi.org/10.15871/1517-8595/rbpa.v14n1p1-13>
- GERMER, S. P. M. et al. Desidratação osmótica de pêssegos em função da temperatura e concentração do xarope de sacarose. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.15, n.2, p.161-169, 2011.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos**. São Paulo, IMESP, 4.ed. e 1.ed. digital, 2008. 1020p.
- JALALI, V. R. R.; NARAIN, N.; SILVA, G. F. Effect of osmotic pre dehydration on drying characteristics of banana fruits. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.2, p.269-273, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000200002>
- LAZERIDES, H. N.; GEKAS, V.; MAVROUDIS, N. Apparent mass diffusivities in fruit and vegetable tissues undergoing osmotic processing. **Journal of Food Engineering**, v.31, p.315-324, 1997. [http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774\(96\)00084-2](http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774(96)00084-2)
- MARTIM, N. S. P. P.; WASZCZYNSKYJ, N.; MASSON, M. L. Cálculo das variáveis na desidratação osmótica de manga cv Tommy atkins. **Ciência e agrotecnologia**, v.31, n.6, p.1755-1759, 2007. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542007000600023>
- MARTINS, M. C. P.; CUNHA, T. L.; SILVA, M. R. Efeito das condições da desidratação osmótica na qualidade de passas de caju-do-cerrado. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, v.28(Supl.), p.158-165, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000500025>
- PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Drying of pear 'd'Anjou' with and without osmotic dehydration. **Journal of Food Engineering**, v.56, p.97-103, 2002. [http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774\(02\)00152-8](http://dx.doi.org/10.1016/S0260-8774(02)00152-8)
- PARK, K. J.; BIN, A.; BROD, F. P. R. Obtenção das isotermas de sorção e modelagem matemática para a pêra barlett (Pyrus sp.) com e sem desidratação osmótica. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.21, n.1, p.73-77, 2001. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612001000100016>
- QUEIROZ, V. A. V. et al. Qualidade nutricional de goiabas submetidas aos processos de desidratação por imersão-impregnação e secagem complementar por convecção. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, n.2, p.329-340, 2008. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612008000200010>
- RAMALLO, L. A.; MASCHERONI, R. H. Rate of water loss and sugar uptake during the osmotic dehydration of pineapple. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.48, n.5, p.761-770, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-89132005000600012>
- RAOULT-WACK, A. L. Recent advances in the osmotic dehydration of foods. **Food Science and Technology**, v.5, n.8, p.255-260, 1994. [http://dx.doi.org/10.1016/0924-2244\(94\)90018-3](http://dx.doi.org/10.1016/0924-2244(94)90018-3)
- SHIGEMATSU, E. et al. Influência de pré-tratamentos sobre a desidratação osmótica de carambolas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.3, p.536-545, 2005. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612005000300024>
- SILVA, M. A. C. et al. Mass transfer during the osmotic dehydration of West Indian cherry. **LWT - Food Science and Technology**, v.45, p.246-252, 2012.
- SOUZA, M. S. S. et al. Desenvolvimento e Avaliação de passas de jaca obtidas por desidratação osmótica seguida de secagem convectiva. **UNOPAR Científica. Ciências Biológicas e da Saúde**, v.13, n.2, p.89-94, 2011.
- SOUSA, P. H. M. et al. Goiabas desidratadas osmoticamente seguidas de secagem em estufa. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.25, n.3, p.414-416, 2003. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452003000300013>
- TELES, U. M. et al. Optimization of osmotic dehydration of melons followed by air-drying. **International Journal of Food Science and Technology**, v.41, n.6, p.674-680, 2006. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1365-2621.2005.01134.x>
- TORREGGIANI, D. Osmotic dehydration in fruit and vegetable processing. **Food Research International**, v.26, p.59-68, 1993. [http://dx.doi.org/10.1016/0963-9969\(93\)90106-S](http://dx.doi.org/10.1016/0963-9969(93)90106-S)

WILLE, G. M. F. C. et al. Desenvolvimento de tecnologia para a fabricação de doce em massa com Araçá-Pêra (*Psidium acutangulum* D. C.) para o pequeno produtor. **Ciência e Agrotecnologia**, v.28, n.6, p.1360-1366, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542004000600019>

Submetido em 29 jun. 2014, Aceito para publicação em 11 jan. 2015, Publicado em 10 dez. 2015.