



INFLUÊNCIA DAS VARIÁVEIS DE PROCESSO SOBRE A DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DO UMBU (*Spondias tuberosa*)

Mileny Lima Santos¹; Mário Jirlanio Guilherme²; Werly Felix Moreira³ Maycon Fagundes Teixeira Reis⁴; Danilo Santos Souza⁵

<https://doi.org/10.31692/IICIAGRO.0200>

RESUMO

A desidratação osmótica é uma etapa de pré-tratamento de conservação que tem sido muito utilizada para reduzir a atividade de água e aumentar a estabilidade química e microbiológica de frutas. A realização dessa pesquisa objetivou estudar a influência das variáveis de processo na desidratação osmótica do umbu (*Spondias tuberosa*). Foram utilizadas como matéria-prima o umbu adquirido da flora nativa da região do Alto Sertão de Sergipe. Em seguida, foi feita a seleção dos frutos realizada visualmente através da integridade física, coloração e tamanho, buscando uma maior homogeneidade da qualidade fisiológica. O experimento foi conduzido em Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com 3 repetições no ponto central. As temperaturas da solução de desidratação osmótica variaram entre 25 e 65°C e as concentrações da solução de sacarose entre 30 e 60%. Os frutos foram perfurados com agulha para aumentar o processo de transferência de massa e em seguida submetidos a diferentes condições de processos, em suas devidas temperaturas até atingir o tempo de 6 horas de desidratação. As variáveis dependentes estudadas foram: perda de umidade (PA), ganho de sólidos (GS) e a relação ganho de sólidos e perda de água (GS/PA). A temperatura foi o fator que teve maior influência na perda de umidade dos frutos, no entanto, o valor negativo deste parâmetro indica uma tendência decrescente da perda de umidade com o aumento da temperatura. Pode-se observar que houve significância a $p < 0,05$ nas variáveis estudadas, concentração de sacarose, temperatura e interação concentração de sacarose x temperatura. Portanto, a utilização de baixas concentrações de sacarose associadas a altas temperaturas promovem a redução da umidade, sendo possível otimizar as condições de temperatura e de sacarose para ter valores desejados no processo de desidratação osmótica.

Palavras-Chave: Pressão osmótica, temperatura, sacarose.

ABSTRACT

Osmotic dehydration is a conservation pretreatment step that has been widely used to reduce water activity and increase the chemical and microbiological stability of fruits. This research aimed to study the influence of process variables on osmotic dehydration of umbu (*Spondias tuberosa*). As raw material, umbu acquired from the native flora of the Alto Sertão region of Sergipe was used. Then, the selection of fruits was performed visually through physical integrity, color and size, seeking greater homogeneity of physiological quality. The experiment was carried out in a Central Composite Rotational Design (CCRD) with 3 replicates at the central point. The temperatures of the osmotic dehydration solution varied between 25 and 65°C and the concentrations of the sucrose solution between 30 and 60%. The fruits were punctured with a needle to increase the mass transfer process, and then subjected to different process conditions, at their appropriate temperatures until reaching the time of 6 hours of

¹ Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, milenylimaag@gmail.com

² Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, mariojirlanio100@gmail.com

³ Agroindústria, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, moreira08@academico.ufs.br

⁴ Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, mayconreis@academico.ufs.br

⁵ Doutor, Universidade Federal de Sergipe/Campus do Sertão, daniloss@academico.ufs.br

dehydration. The dependent variables studied were: moisture loss (PA), solids gain (DS) and the ratio of solids gain and water loss (GS/PA). Temperature was the factor that had the greatest influence on the moisture loss of the fruits, however, the negative value of this parameter indicates a decreasing trend of moisture loss with increasing temperature. It can be observed that there was significance at $p < 0.05$ in the variables studied, sucrose concentration, temperature and interaction sucrose concentration x temperature. Therefore, the use of low sucrose concentrations associated with high temperatures promotes the reduction of moisture, making it possible to optimize the temperature and sucrose conditions to have desired values in the osmotic dehydration process.

Keywords: Osmotic pressure, temperature, sucrose.

INTRODUÇÃO

O umbu é um fruto difundido e consumido na região do nordeste. É produzido pelo umbuzeiro (*Spondias tuberosa*), possui sabor típico e exótico, doce com elevado gosto ácido. O umbu se destaca como fonte de renda para famílias que povoam essas regiões (MENDES, 1990). Porém, é um fruto de alta perecibilidade, o que faz com que haja perdas de produção. A quantidade de água livre é uma das principais causas da perecibilidade de alimentos, especialmente as frutas. Dessa forma, torna-se necessário o uso de métodos que possam reduzir a atividade de água e melhorar a vida de prateleira dos produtos, como a desidratação osmótica e a secagem.

A desidratação osmótica é um processo de desidratação de frutas e hortaliças sendo o alimento sólido, inteiro ou em pedaços e submetido em solução aquosa de sacarose ou soluto de alta pressão osmótica para remover a água livre contida no alimento, visando a perda de água e ganho de sólidos (sacarose), por esse fator, é um método usado na preparação de frutas do tipo passa, pois além da perda de água, os alimentos submetidos a esse processo tem sabor mais concentrado, aparência e textura de fruta-passa (ALMEIDA, 2011). A transferência de massa que ocorre entre o produto e o meio osmótico pode ser afetada pelas variáveis do processo que podem estar relacionadas tanto com a natureza da matéria-prima, quanto às condições das operações que são aplicadas nesse processo (SOUZA et al., 2012).

O processo de desidratação osmótica, apresenta parâmetros essenciais de controle, como: concentração da solução, temperatura, tamanho da amostra, natureza do soluto utilizado, bem como a estrutura da matéria-prima (ALVES et al., 2019). A desidratação tem como fator principal a perda de água, já o ganho de sólidos serve como indicativo de desempenho. No período inicial, o ganho de sólidos e a elevada taxa de remoção da água é percebida. Em um segundo momento é registrado um decréscimo na remoção da água, sendo assim haverá um equilíbrio entre a fase anterior. Esses fatores (perda de água e ganho de sólidos) podem ser controlados pelas características do produto a ser desidratado (SOUZA et al., 2012).

O objetivo desse trabalho foi avaliar a influência das variáveis de processo, como a concentração da solução e a temperatura, sobre o comportamento do ganho de sólidos e a perda de água na a desidratação osmótica do umbu inteiro.

METODOLOGIA

A pesquisa foi conduzida no Laboratório Multiusuário de Bromatologia da Universidade Federal de Sergipe, Campus Sertão em Nossa Senhora da Glória - SE.

A matéria-prima foi adquirida da flora nativa da região do Alto Sertão de Sergipe. Posteriormente, a seleção dos frutos foi realizada visualmente, buscando uma maior homogeneidade da qualidade fisiológica, quanto à integridade física, coloração e tamanho. Depois de selecionadas, foram transportadas para o Laboratório onde passaram por processos de sanitização e processamento.

Desidratação osmótica

Para o processo de desidratação osmótica o planejamento experimental utilizado foi o Delineamento Composto Central Rotacional (DCCR) com duas variáveis (temperatura e concentração de açúcar). As concentrações de açúcar foram definidas por testes preliminares com soluções hipertônicas variando entre 30, 45 e 60% (p/p) utilizando-se açúcar cristal comercial devido ao custo e à água.

O delineamento foi executado conforme distribuição expressa na Tabela 1 abaixo.

Tabela 1. Distribuição dos experimentos para desidratação osmótica do umbu em planejamento fatorial DCCR.

Experimentos	Níveis		Valores	
	Temperatura (°C)	Sacarose (%)	Temperatura (°C)	Sacarose (%)
1	-1	-1	39,2	40,6
2	1	-1	59,2	55,6
3	-1	1	39,2	40,6
4	1	1	59,2	55,6
5	-1,41	0	25	45
6	1,41	0	65	45
7	0	-1,41	45	30
8	0	1,41	45	60
9	0	0	45	45
10	0	0	45	45
11	0	0	45	45

Os frutos foram perfurados com agulha para aumentar o processo de transferência de

massa e em seguida submetidos a diferentes condições de processos, em béqueres com 250 mL das soluções em suas devidas temperaturas até atingir o tempo de 6 horas de desidratação. As variáveis dependentes estudadas foram: perda de umidade (PU), ganho de sólidos (GS) e a relação ganho de sólidos e perda de umidade (GS/PU).

Análises físico-químicas

Os frutos foram submetidos às análises físico-químicas de pH em pHmetro, acidez total titulável pelo método de titulação na proporção 1:10 (p/v) de amostra e água destilada. O ensaio de umidade foi feito em estufa a 105 °C por 24 horas. Em seguida utilizou-se um refratômetro para a medição do teor de sólidos solúveis totais (°Brix), seguindo as normas do INSTITUTO ADOLFO LUTZ (IAL.2004).

Análise estatística

Para análise dos resultados do delineamento (DCCR), foram realizadas a Análise de Variância (ANOVA). Superfícies de respostas foram aplicadas para indicar as principais tendências de otimização e tipos de modelos matemáticos que mais se ajustam ao comportamento. O gráfico de Pareto foi utilizado para indicar a influência dos principais fatores e modelos utilizados no processo, bem como suas interações. Utilizou-se o *software* Statistica® e os graus de liberdade foram obtidos da triplicata do ponto central do planejamento.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados observados foram analisados de acordo com a perda de umidade, ganho de sólidos, ganho de peso e a relação entre ganho de sólidos e perda de umidade.

Após a realização dos experimentos de desidratação osmótica, pode-se observar que houve algumas variações e tendências nas respostas estudadas. A Figura 1 mostra que, quanto menor a temperatura estudada, há um maior nível de umidade em base úmida do umbu *in natura*, podendo chegar a 75%Ub.u. utilizando 25°C (-1,41), sendo que, ao contrário, o menor nível de 60%Ubu foi relacionado à alta temperatura, estabelecida em 65°C (+1,41), utilizada

no experimento. A correlação entre a concentração de sacarose também pôde ser observada na superfície de resposta, em que maiores ou menores concentrações, associadas às altas temperaturas, promoveram menores valores de umidade com as colorações verde-escuro.

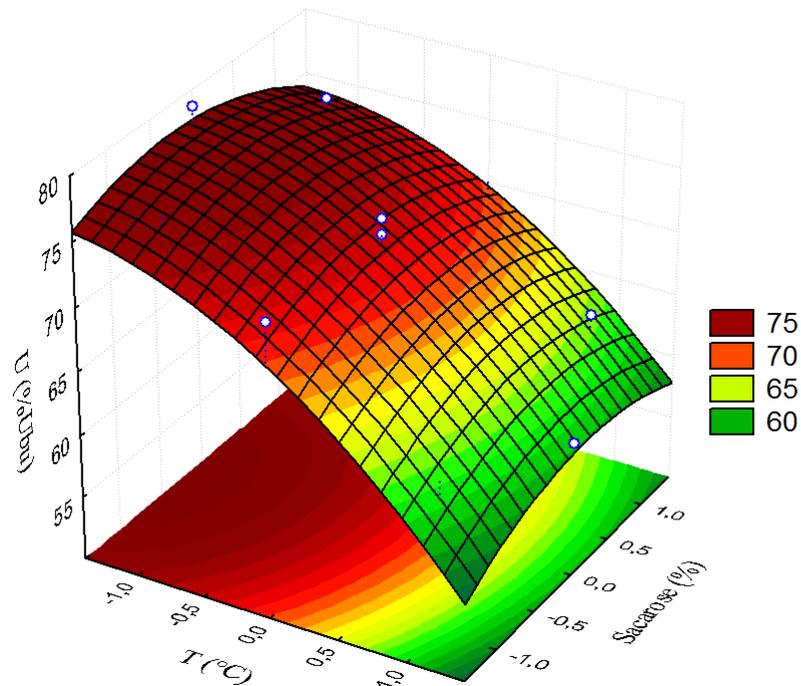


Figura 1. Influência da temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e concentração de sacarose (%) na umidade do umbu após desidratação osmótica.

Na Figura 2 que apresenta o comportamento sobre a perda de umidade, observou-se que o nível máximo de perda de umidade, em torno de 35% na média das condições de concentração de sacarose de 40,6% (-1) e temperatura de $59,2^{\circ}\text{C}$ (+1). Por outro lado, observou o mínimo nível de PU (10%) tendo-se uma concentração de sacarose de 45% (0) e maior temperatura de 65°C (+1,41). Assim sendo, maiores temperaturas influenciaram diretamente na perda de umidade das amostras do umbu.

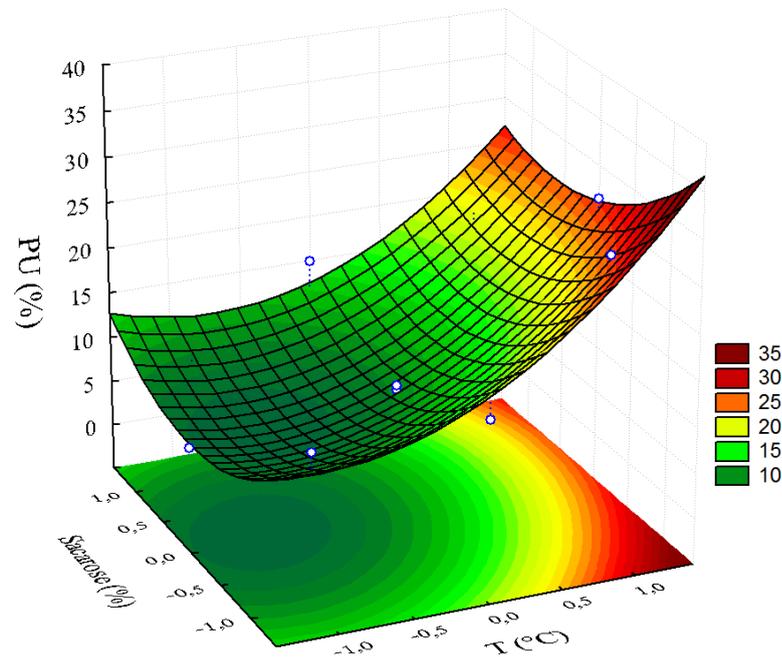


Figura 2. Nível máximo de perda de umidade na média das condições de concentração de açúcar.

Como pode-se observar na Figura 3 com o ganho de peso, os menores índices foram observados quando utilizadas maiores concentrações de água, independente de concentração de sacarose e da temperatura. As porcentagens obtidas para o ganho de peso foram os menores valores, em torno de 2%, aproximadamente. A quantidade de água foi a variável que mais influenciou inversamente para o ganho de peso. Por outro lado, quando se reduz o teor de água e aumenta a temperatura, observa-se um ganho de peso independente da concentração de sacarose. Onde, observamos um nível máximo de 14% (GP) em média nas condições em que a concentração de sacarose foi de 45% (0) e temperatura de 45°C (0).

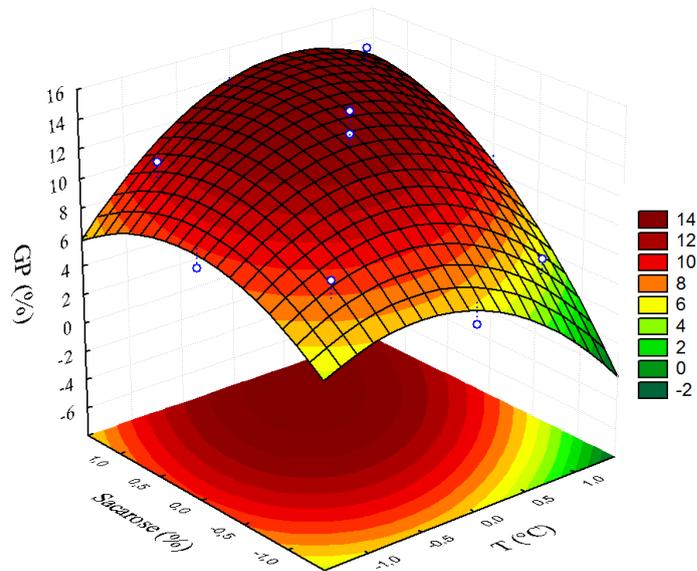


Figura 3. Nível máximo de GP em média concentração de sacarose e temperatura.

Na Figura 4, para o ganho de sólido (GS), o nível máximo foi de 34% onde observamos semelhante ganho de sólido quando foram utilizadas concentrações de sacarose a 40,6% (-1) e 45% (0) e os maiores níveis de temperatura de 59,2°C (1) e 65°C (+1,41), obtendo o menor nível de 18% em 45% (0) de concentração de sacarose e um nível baixo de temperatura de 25% (-1,41). Assim, a temperatura demonstrou ser um fator importante para o ganho de sólidos.

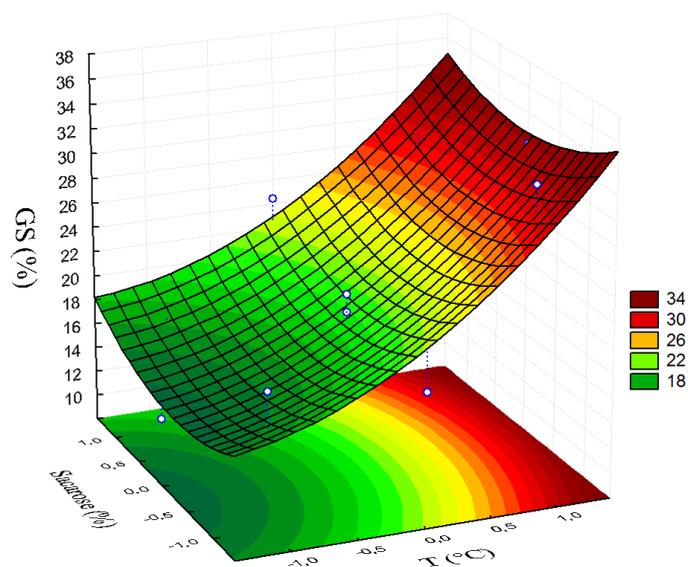


Figura 4. Ganho de sólido (GS).

Na Figura 5, os menores índices em relação ao ganho de sólidos e perda de umidade (GS/PU) foi registrado em torno de 1% nas concentrações variáveis de sacarose de 30% a 60% sendo utilizado baixa concentração de água. No experimento, o maior nível observado de ganho e de perda foi de 2%, (55,6% de sacarose) e temperatura de 39,2°C (-1) se mostrou a mais eficiente para o GS/PU.

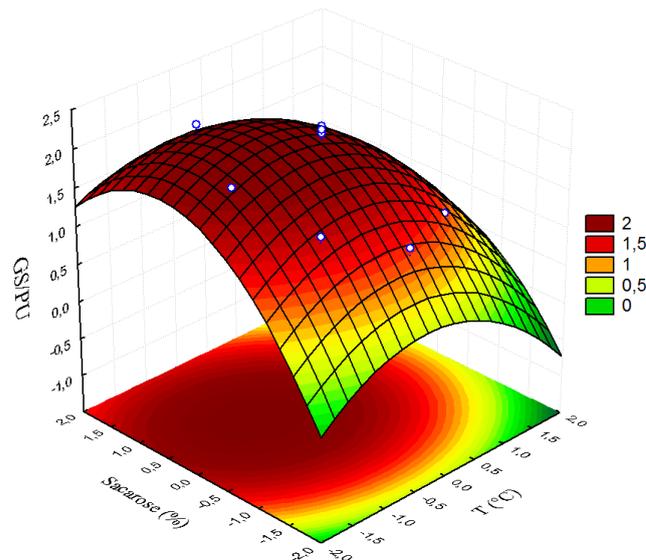


Figura 5. Menores índices em relação ao ganho de sólidos e perda de umidade (GS/PU).

Nas Figuras 6 a 8 apresentam-se os diagramas de Pareto das variáveis de respostas no decorrer do processo de desidratação osmótica do umbu. O diagrama de Pareto avalia de forma visual as influências das variáveis de entrada sobre as variáveis de respostas. A magnitude dos efeitos é indicada através das barras horizontais, e as linhas perpendiculares às barras representa a magnitude dos efeitos com significado estatístico para $p = 0.05$, ou seja, os fatores são estatisticamente significativos com 95% de confiança (MELO, 2017).

Para o parâmetro perda de umidade, constatou-se na Figura 6 (a) que a temperatura em modelo linear (L) foi significativa a 95% de confiança. A temperatura foi o fator que teve maior influência na perda de umidade dos frutos, no entanto, o valor negativo deste parâmetro indica uma tendência decrescente da perda de umidade com o aumento da temperatura. Na figura (b), pode-se observar que houve significância a $p < 0,05$ nas variáveis estudadas, concentração de sacarose, temperatura e interação concentração de sacarose x temperatura (1Lby2L). Já no modelo linear (L) e quadrático (Q) a variável temperatura apresentou sinal positivo,

demonstrando um efeito crescente sobre a resposta à perda de umidade quando passam do menor para o maior nível, ou seja, com o aumento da temperatura há uma tendência ao aumento da perda de umidade do umbu. A variável concentração de sacarose no modelo linear (L) mostrou valor negativo, indicando que o aumento desta variável tenderá a reduzir a resposta.

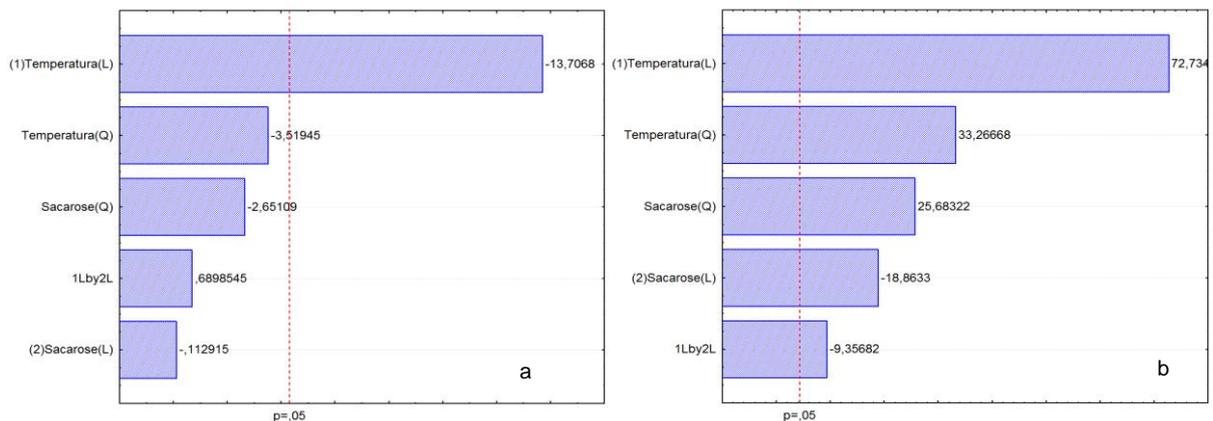


Figura 6. Diagrama de Pareto para umidade (a) e perda de umidade (b).

*1Lby2L – Interação entre fatores; **1 - Temperatura; 2 – Sacarose; L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático.

Na Figura 7, verificou-se que no ganho de peso (a) a concentração de sacarose, temperatura e interação sacarose x temperatura não influenciaram as respostas estudadas, não apresentando efeito significativo a 95% de confiança. Os valores negativos apresentados pelas variáveis, indicam que o aumento destes parâmetros, também tendem a promover um efeito contrário no ganho de peso do umbu. Como a estrutura do umbu é mais sensível, é provável que o aumento da temperatura provoque o rompimento da estrutura celular da polpa, dificultando a fixação de sólidos em seu interior e conseqüente perda de umidade. Estes resultados são divergentes dos encontrados na literatura para outros tipos de frutos, como os analisados por Almeida (2011) que ao realizar o estudo do processo osmótico da banana nanica em diferentes temperaturas (30, 40 e 50°C) e solução osmótica de sacarose (45, 55, 65°Brix) observou que a temperatura apresentou efeito significativo para a perda de massa das fatias. Deduz-se que as diferentes estruturas celulares dos frutos do umbu e banana tenha influenciado nas divergências de comportamento. A banana possui menor teor de umidade (76g/100g) e, conseqüentemente mais sólidos secos, ao contrário do umbu que tem umidade em torno de 89 g/100g (SILVA *et al.*, 2015). O comparativo indica que, para cada matéria-prima, os fatores devem ser ajustados individualmente.

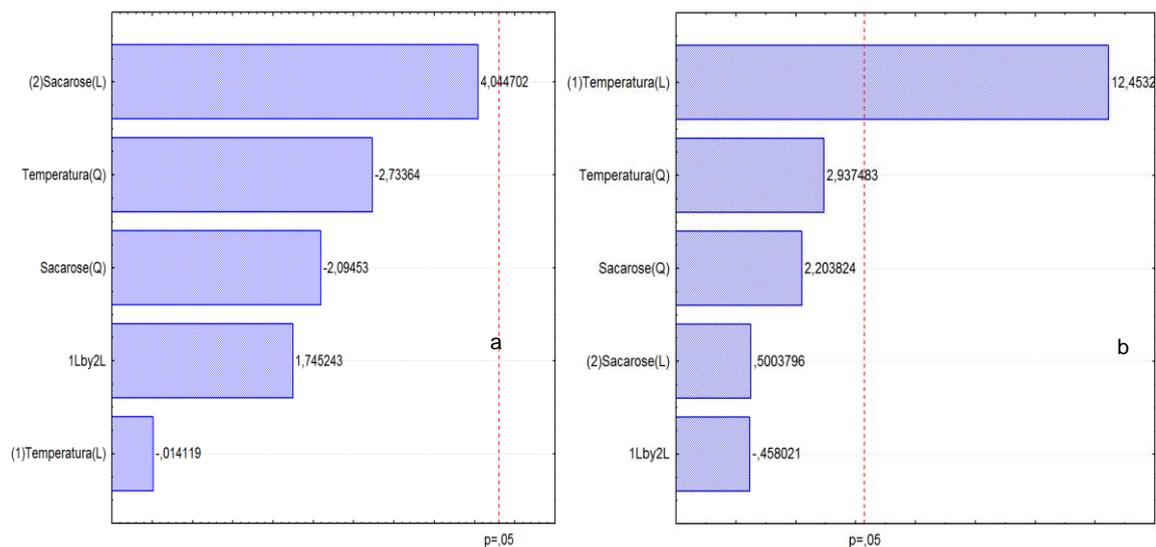


Figura 7. Diagrama de Pareto para ganho de peso (a) e ganho de sólidos (b).

*1Lby2L – Interação entre fatores; **1 - Temperatura; 2 – Sacarose; L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático.

É possível observar através da Figura 7 (b) que, apenas a variável temperatura (L) exerceu efeito significativo sobre a resposta de ganho de sólidos. Contudo, a variável temperatura apresentou um valor positivo, demonstrando que quanto maior for à temperatura utilizada na desidratação osmótica maior será o ganho de sólidos das amostras. Alves et al. (2019) ao estudarem a desidratação osmótica da pimenta malagueta da variedade malagueta para diferentes concentrações de sacarose (26, 30, 40, 50 e 54°Brix) e temperaturas (38, 40, 45, 50 e 52°C) observaram que não houve efeito significativo destas variáveis para o ganho de sólidos. Provavelmente pelo teor de umidade da pimenta ser inferior ao do umbu, com aproximadamente, 63% e o tempo de desidratação em torno de 30 min.

Portanto, verificou-se que não ocorreu nenhuma interação significativa sobre as respostas estudadas de ganho de peso (a), em relação ao ganho de sólidos (b). De acordo com Souza et al. (2012) esse fato pode ser justificado devido às prováveis transferências simultâneas, uma vez que se perde peso em água ao mesmo tempo em que se ganha peso em sólidos com a sacarose.

Para a relação ganho de sólidos e perda de umidade houve diferença significativa a $p < 0,05$ na variável temperatura do modelo linear e na sacarose no modelo quadrático, como mostra a Figura 8. Pode-se observar, que somente a variável concentração de sacarose no modelo linear apresentou valor positivo, mostrando que quanto maior for a temperatura maior será o ganho de sólidos e perda de umidade, podendo ser observado no modelo linear de interação entre o ganho de sólidos e a perda de umidade (1Lby2) que apresentou valor negativo que indica que o aumento tende a causar efeito contrário. Não houve influência significativa da sacarose sobre as respostas estudadas no processo de desidratação osmótica do umbu nas variáveis umidade, ganho de peso e ganho de sólidos.

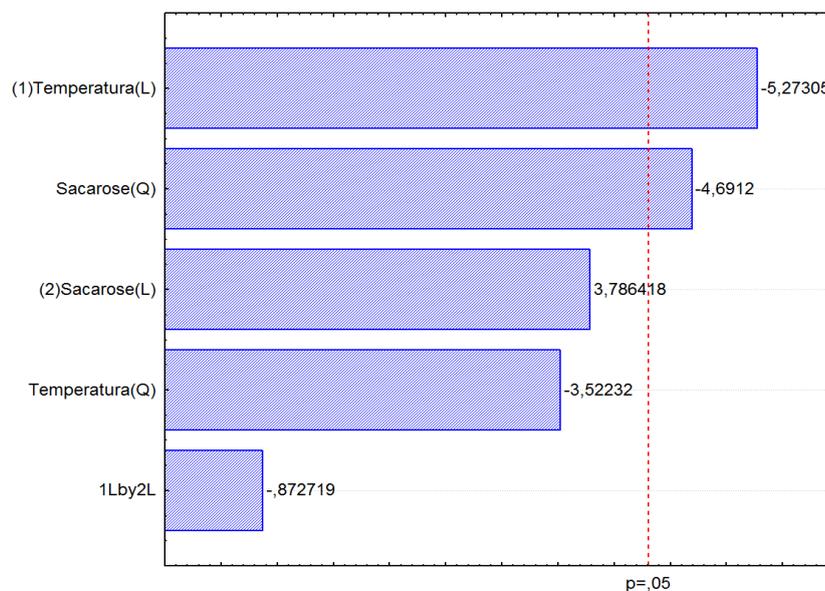


Figura 8. Diagrama de Pareto para a relação ganho de sólidos x perda de umidade.

*1Lby2L – Interação entre fatores; **1 - Temperatura; 2 – Sacarose; L – Modelo Linear; Q – Modelo Quadrático.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao avaliar o processo de desidratação osmótica do umbu *in natura* em relação as suas variáveis dependentes, conclui-se que a tecnologia pode ser eficiente para o desenvolvimento de novos produtos, bem como a utilização de baixas concentrações de açúcar associada a altas temperaturas também pode promover a redução da umidade, contribuindo assim, com a redução de custos com insumos. Os experimentos também mostraram que é possível otimizar as

condições de temperatura e concentração de sacaroses para valores de respostas dentro das faixas desejadas.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J. A. R. **Desidratação osmótica de banana (Musa spp.): cinética de desidratação e avaliação de compostos bioativos**. 2011. Tese de Doutorado. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal)–Campos dos Goytacazes-RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense-UENF.

ALVES, Denise Gomes et al. AVALIAÇÃO DO PROCESSO DE DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE PIMENTA MALAGUETA (*Capsicum frutescens*), VARIEDADE MALAGUETINHA. **Desafios-Revista Interdisciplinar Da Universidade Federal Do Tocantins**, v. 6, n. Especial, p. 60-64, 2019.

Desidratação osmótica na produção de frutas passa e sulfitação. **Revista Cultivar**, 2005. Disponível em: <https://www.grupocultivar.com.br/artigos/desidratacao-osmotica-na-producao-de-frutas-passa-e-sulfitacao>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

LIMA, Andréa da Silva et al. Estudo da estabilidade de melões desidratados obtidos por desidratação osmótica seguida de secagem convencional. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 26, p. 107-109, 2004.

MEILGAARD, Morten C.; CARR, B. Thomas; CIVILLE, Gail Vance. **Sensory evaluation techniques**. CRC press, 1999.

NETO DE SOUZA ALVES, Manoel. MAIA ARRAES, Geraldo. et al. Desidratação osmótica de manga seguida de secagem convencional: avaliação das variáveis de processo. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542005000500016>. Acesso em: 20 de julho de 2021.

OBTAINMENT OF DEHYDRATED UBAIA BY. **Obtenção de ubaia desidratada pelo processo de liofilização**. **Revista Brasileira de Tecnologia**, v. 4, n. 02, p. 235-242, 2010.

SILVA, M. I.; MARTINS, J. N.; ALVES, J. E. A.; COSTA, F. F. P.; Caracterização físico-química da polpa de umbu em camada de espuma. **Revista Semiárido de Visu**. v. 3, n. 2, p.82-

91, 2015.

SOUZA, D. S. et al. **Evaluation of the influence of process variables on osmotic dehydration kinetics of avocado pulp (*Persea americana* L.)**. UNOPAR Científica Ciências Biológicas e da Saúde, v. 14, n. 1, p. 31-35, 2012.

TONON, Renata Valeriano; BARONI, Alessandra Faria; HUBINGER, Míriam Dupas. Estudo da desidratação osmótica de tomate em soluções ternárias pela metodologia de superfície de resposta. **Food Science and Technology**, v. 26, p. 715-723, 2006.

VILELA, Nirlene J. et al. O peso da perda de alimentos para a sociedade: o caso das hortaliças. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 2, p. 142-144, 2003.

YADAV, Ashok Kumar; SINGH, Satya Vir. Osmotic dehydration of fruits and vegetables: a review. **Journal of food science and technology**, v. 51, n. 9, p. 1654-1673, 2014.