



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

DESIDRATAÇÃO OSMÓTICA DE GOIABA: REUSO DA SOLUÇÃO DESIDRATANTE E VIDA-DE-PRATELEIRA

Rafaela Dias **Parpinel**^{1a}; Silvia Pimentel Marconi **Germer**^{1b}; Cristina Dini **Staliano**^{1c}; Marta Gomes da **Silva**^{2c}, Neliane Ferraz de Arruda **Silveira**^{2c}

¹ Instituto de Tecnologia de Alimentos, Fruthotec; ² Instituto de Tecnologia de Alimentos, Centro de Ciência e Qualidade de Alimentos

Nº 13220

RESUMO - O objetivo do estudo foi avaliar o acondicionamento e reuso (RR) do xarope de sacarose na desidratação osmótica (DO) de goiaba (*Paluma*). O estudo foi conduzido em duas etapas: avaliou-se o RR em ensaio de 5 ciclos de DO; e na sequência, avaliou-se a estabilidade dos produtos obtidos no 1º e 5º ciclos. O acondicionamento consistiu de: peneiramento, concentração a vácuo e adição de xarope novo. As condições da DO foram: razão mássica xarope:fruta de 4:1; concentração do xarope de 65 °Brix; temperatura de 45°C; tempo de 4 horas. Foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas no xarope e na fruta. No estudo de estabilidade as amostras foram armazenadas em embalagem PEBD (1,5mm) em temperaturas de 25 e 35°C ($U_{re}=65\%$), por até 120 dias, analisando-se periodicamente a cor instrumental, os teores de carotenóides e polifenóis. No ensaio de RR observou-se a extração de vitamina C e de carotenóides da fruta, mas não se detectou a presença de polifenóis no xarope. O estudo apontou maior estabilidade da cor vermelha (a^*) no produto obtido no 5º ciclo. As reações seguiram modelos de ordem zero, e os parâmetros de Q_{10} para as reações de degradação de carotenóides e polifenóis para os produtos do 1º ciclo ficaram na faixa de 1 a 2.

Palavras-chaves: xarope de sacarose, carotenóides, vitamina C, polifenóis, cinética

^a Bolsista CNPq; Graduanda da Faculdade de Engenharia de Alimentos – Unicamp, rafaparpinel@gmail.com,

^b Orientador- sgermer@ital.sp.gov.br

^c Colaborador



ABSTRACT- *The objective of this study was to evaluate the reconditioning and reuse (RR) sucrose syrup in osmotic dehydration (OD) of guava (Paluma). The study was conducted in two stages: the RR was evaluated in 5 OD cycles; and the stability of the products obtained in 1^o and 5^o cycles was assessed. The reconditioning consisted of: sieving, vacuum concentration and addition of new syrup. The conditions were: mass ratio syrup:fruit of 4:1; syrup concentration of 65°Brix; temperature of 45°C; 4h of process time. Physical-chemical analyses were carried out with the syrup and the fruit. During the study of stability, samples were stored in LDPE package at temperatures of 25 and 35°C ($U_{re} = 65\%$) for up to 120 days, monitoring periodically the color, the levels of carotenoids and polyphenols. Extraction of vitamin C and carotenoids along the RR was observed, but polyphenols in syrup was not detected. The study pointed out that red color (a^*) of the product obtained in 5th cycle of RR was more stable. The degradation reaction of carotenoids and polyphenols followed a zero order model and Q_{10} parameters of the 1st cycle products range between 1 to 2.*

Key-words: sucrose syrup, carotenoids, vitamin C, polyphenols, kinetic

1 INTRODUÇÃO

O processo de desidratação osmótica (DO) é aquele no qual a retirada parcial da água de um alimento é obtida ao colocá-lo em contato com uma solução concentrada de solutos (SAUREL et al., 1994). A retirada da água do alimento ocorre em função do potencial osmótico. A tecnologia ainda é pouco empregada, principalmente pela dificuldade no gerenciamento da solução desidratante (WARCZOK et al., 2007). Na DO o xarope é diluído pelo ganho de água do alimento, recebendo também solúveis naturais do mesmo. O descarte deste xarope pode resultar na inviabilidade econômica do processo, gerando impactos ambientais. A literatura científica reporta alguns métodos de reuso da solução osmótica (OSORIO et al., 2007; WARCZOK et al., 2007; GERMER et al., 2012). O objetivo geral do estudo foi investigar as condições do recondicionamento e reuso do xarope de sacarose na DO de goiaba, bem como avaliar a estabilidade dos produtos obtidos após a secagem convencional.



2 MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em duas etapas: avaliou-se inicialmente o RR da DO de goiaba, em ensaio de 5 ciclos; e na sequência, avaliou-se a estabilidade dos produtos obtidos no 1º e 5º ciclos.

Utilizaram-se goiabas da variedade Paluma, adquiridas no Ceasa Campinas, e classificadas no calibre 7 (tipo 12) (CEAGESP, 2013). O lote foi mantido sob refrigeração (8-10°C) para o ensaio.

2.1 Ensaios de desidratação osmótica e acondicionamento do xarope

O ensaio consistiu em 5 ciclos de DO. Para o preparo do xarope de sacarose, utilizou-se açúcar refinado (União, Brasil) com água filtrada. O primeiro ciclo foi realizado com xarope novo na concentração de 65° Brix e, para os ciclos subsequentes, empregou-se o xarope acondicionado, cujas operações estão descritas no próximo parágrafo. As frutas foram selecionadas, lavadas, descascadas, retiradas as sementes, e cortadas manualmente em quatro pedaços. As massas de fruta e de xarope foram pesadas no início e no final do ciclo. Utilizou-se um banho (10 L), com circulador, provido de aquecimento (PolyScience, modelo 7306, EUA). As condições da DO foram: razão mássica de xarope:fruta de 4:1 (6,0 kg de xarope: 1,5 kg de fruta); temperatura de 45°C; tempo de processo de 4 horas. Ao final da operação, as frutas pré-secas foram retiradas do banho, drenadas, enxaguadas em água filtrada, e secas com papel absorvente. Foram retiradas amostras de xarope no início de cada ciclo, bem como da fruta *in natura* e da pré-seca para realização das análises. A fruta pré-seca passou por um processo de secagem convencional complementar em secador de bandejas (Proctor & Schwartz, K13964, EUA) com circulação de ar (velocidade de 1,5 m/s) a 65°C, até que o produto atingisse o teor de umidade final na faixa de 18% (produto seco).

No acondicionamento foram realizadas as seguintes operações com o xarope final da DO: peneiramento (1mm de mesh), para retirada das partículas em suspensão; concentração em tacho a vácuo (0,5 kgf/cm²/~70°C) (Mecamau, Modelo C055, Brasil), para recuperação da concentração inicial, e adição de xarope novo para recuperação da massa que ficou aderida no equipamento e na fruta. O xarope acondicionado foi mantido em temperatura ambiente até o ciclo seguinte.

2.2 Métodos Analíticos

As amostras de frutas e xaropes iniciais, nas diferentes etapas, foram analisadas em triplicata, quanto: pH, acidez total, teor de sólidos solúveis, teor de umidade, atividade de água, cor instrumental, teor de vitamina C, teor de carotenoides e polifenóis, contagem de bolores e leveduras. O teor de carotenoides da fruta foi determinado por espectrofotometria, segundo



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013 13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Rodriguez-Amaya (1999). A análise de carotenoides no xarope foi realizada por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), segundo metodologia de Carvalho et al. (1992). A análise do teor de polifenóis totais, realizada por espectrofotometria, seguiu metodologia de Kiralp & Toppare (2006). A cor foi determinada em colorímetro Chromameter (Minolta, CR400, Japão) no sistema Cielab (d/0 e iluminante C). O teor de vitamina C foi determinado por titulometria segundo método padrão da AOAC (1997). A análise microbiológica seguiu método descrito por Downes & Ito (2001). As outras análises foram realizadas segundo metodologias analíticas padrões (Adolfo Lutz, 2005).

2.3 Estudo de estabilidade da goiaba passa no armazenamento

Os produtos foram acondicionados em embalagem PEBD (1,5 mm), e armazenados em estufa BOD (LS370, Logen Scientific, Brazil) nas temperaturas de 25 e 35°C, à umidade relativa de 65%, por período de até 120 dias. Foram realizadas as seguintes análises ao longo do estudo em períodos de 20 dias (35°C) e 30 dias (25°C): teor de α -caroteno, licopeno e polifenóis, e cor instrumental. As variações nos teores e parâmetros foram analisadas empregando-se modelos cinéticos de ordem zero, primeira e segunda de acordo com Teixeira Neto et al. (2010). A ordem da reação foi determinada com o modelo do melhor ajuste, maior R^2 , considerando valores superiores a 0,6. As velocidades da reação (k) foram obtidas e calcularam-se os seguintes parâmetros cinéticos:

$$Q_{10} = \frac{k_t}{k_{t-10}} \quad (1)$$

$$t_{\frac{1}{2}vida} = \frac{C_0}{2k} \quad (2)$$

k_t = velocidade da reação à temperatura t ; k_{t-10} velocidade da reação à uma temperatura 10°C mais baixa; C_0 = concentração do componente/ parâmetro no tempo zero; $t_{1/2vida}$ = tempo de meia vida; Q_{10} = coeficiente/quociente de temperatura

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A média das concentrações dos xaropes iniciais ao longo do estudo foi de $65,0 \pm 0,3$ Brix. A contagem de bolores e leveduras na fruta pré-seca e no xarope esteve menor que 10^2 ufc/g, possivelmente devido ao efeito de pasteurização do processo de concentração, assim como reportado por Germer et al. (2012). Estes resultados comprovam que o processo de acondicionamento foi eficaz.

As Tabelas 1 e 2 e as Figuras 1 e 2 apresentam os resultados das análises das frutas e dos xaropes ao longo dos ciclos. A Tabela 3 apresenta os parâmetros cinéticos obtidos no estudo de estabilidade.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Tabela 1. Propriedades físico-químicas das goiabas *in natura* (Gi) e pré-secas (Gf) no início (i) e final (f) dos ciclos de DO.

Tabela 2. Propriedades físico-químicas do xarope inicial nos ciclos de DO.

Observa-se na Tabela 2 uma queda gradual do pH do xarope ao longo dos ciclos, aproximando-se do pH da fruta (Tabela 1). Entretanto, em 5 ciclos de RR, o equilíbrio fruta-xarope não foi atingido, diferentemente do reportado por Germer et al. (2012) na DO de pêssegos. Houve um ligeiro aumento da acidez do xarope ao longo dos ciclos (Tabela 2), pouco expressivo em função da baixa acidez da fruta (Tabela 1). A atividade de água do xarope (Tabela 2) praticamente não se alterou ao longo do ensaio. Houve um ligeiro escurecimento do xarope ao longo dos ciclos, indicado pela diminuição do parâmetro L^* (Tabela 2), possivelmente em função do escurecimento enzimático e/ou não enzimático. Observa-se também uma tendência de aumento dos componentes vermelho e amarelo da cor, expressos pelos parâmetros a^* e b^* , provavelmente devido ao ganho de pigmentos da fruta.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

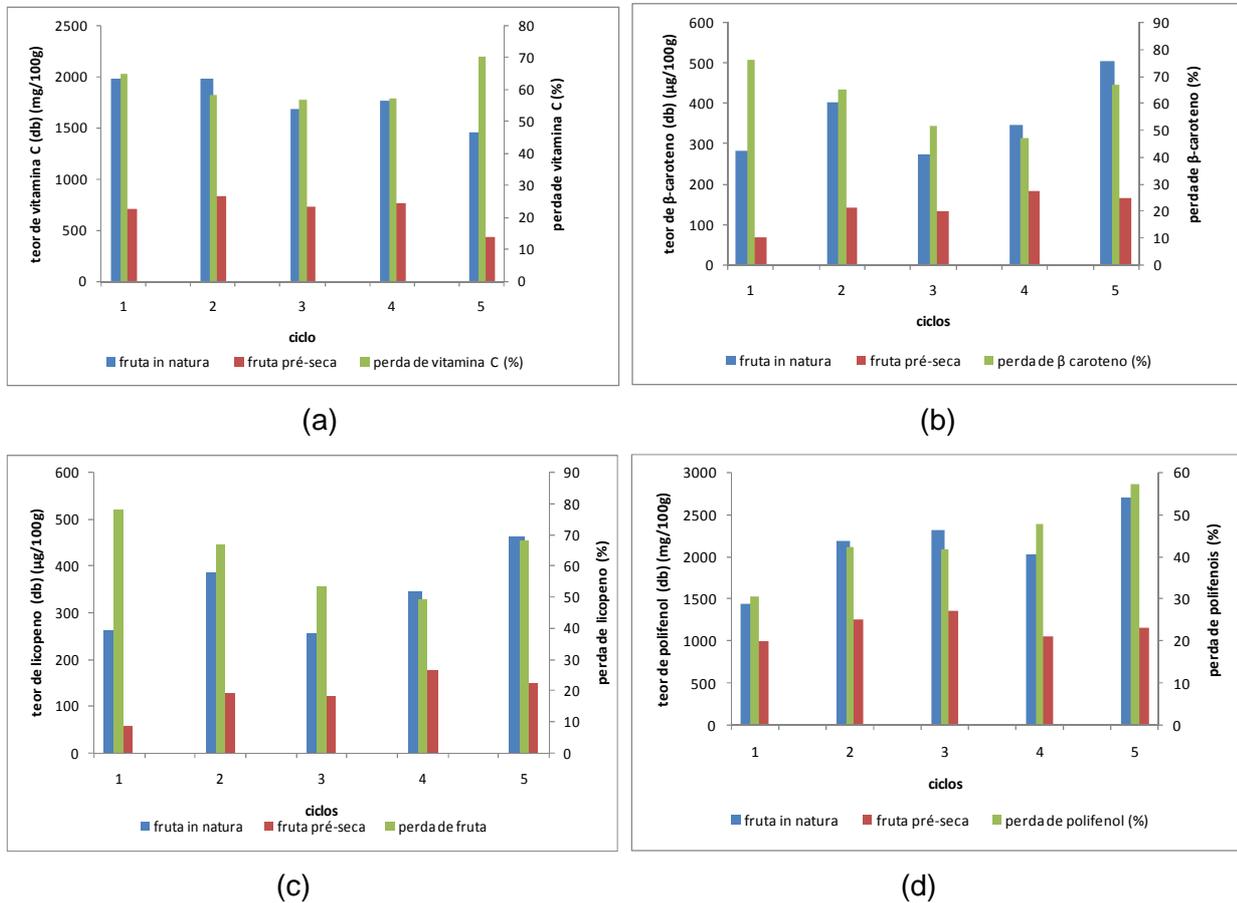


Figura 1. Teores e perdas de vitamina C (a), β-caroteno (b), licopeno (c) e polifenóis (d) da goiaba nos ciclos de DO.

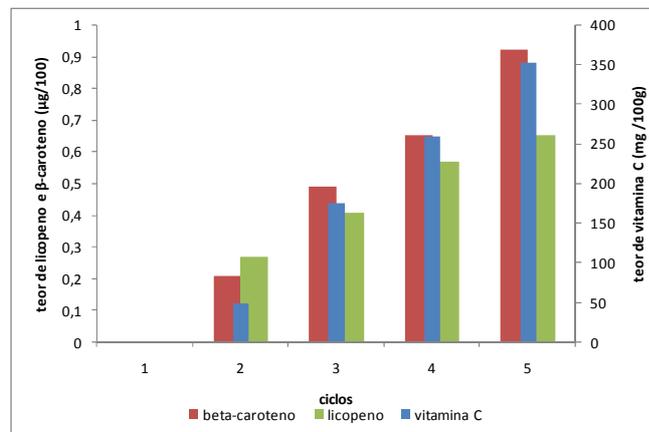


Figura 2. Teores de vitamina C e carotenoides (β-caroteno e licopeno) no xarope inicial nos ciclos de DO.



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013
13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

Houve, nos diferentes ciclos de DO, perda de vitamina C e de carotenoides (licopeno e β -caroteno) por parte da fruta (Figuras 1a e 1b). Observa-se na Figura 2 um aumento expressivo do teor de vitamina C no xarope ao longo dos ciclos, e um aumento menor do teor de carotenóides. O resultado comprova os fluxos de vitamina C e de carotenóides da fruta para o xarope na DO. O menor fluxo de carotenóides pode ser devido à lipossolubilidade dos mesmos, entretanto, pode ser a explicação para a intensificação da cor amarela observada no xarope. Não foi detectada a presença de polifenóis no xarope ao longo dos ciclos, embora o teor do mesmo na matéria-prima tenha aumentado ao longo do ensaio, possivelmente devido ao amadurecimento. As perdas observadas de polifenóis podem ser atribuídas à oxidação ou degradação no processo.

Tabela 3. Resultados cinéticos determinados no estudo de estabilidade dos produtos (goiaba seca) obtidos nos ciclos 1 e 5.

Parâmetro	Ciclos	Ordem reação	Temperatura (°C)	k/dia	Coef linear	R ²	Q ₁₀	t _{1/2} (dias)
a* (cor)	1	0	25°C	-0,082	26,21	0,74	2,24	159,82
			35°C	-0,184	24,84	0,87		67,50
	5	0	25°C	-0,084	31,49	0,969	1,89	187,44
			35°C	-0,159	30,01	0,925		94,37
β -caroteno	1	0	25°C	-0,311	84,18	0,573	1,24	135,34
			35°C	-0,385	82,28	0,644		106,86
licopeno	1	0	25°C	-0,368	77,56	0,744	1,31	105,38
			35°C	-0,482	80,26	0,621		83,26
polifenóis	1	0	25°C	-1,052	301,6	0,852	1,43	143,35
			35°C	-1,507	285,3	0,984		94,66

Obtiveram-se, de acordo com o apresentado na Tabela 3, modelos cinéticos de ordem zero para as variações monitoradas. Para o produto do ciclo 5, apenas o modelo da variação do parâmetro da cor vermelha (a*) foi considerado válido, indicando maior estabilidade no produto do último ciclo, em função do menor Q₁₀, e maior tempo de meia vida. Com respeito às outras variações, os valores de Q₁₀ obtidos estão na faixa de 1 a 2, indicando relativa estabilidade com a temperatura, e tempos de meia vida na faixa de 3,5 a 6 meses a temperatura de 25°C.

4 CONCLUSÃO

O processo empregado de acondicionamento e reuso foi eficaz, mantendo a concentração do xarope e a relação mássica xarope:fruta ao longo dos ciclos de DO, bem como a carga microbiana baixa. Houve um ligeiro escurecimento do xarope ao longo dos ciclos, bem como uma tendência de aumento dos componentes vermelho e amarelo da cor. Não foi detectada presença



VII Congresso Interinstitucional de Iniciação Científica – CIIC 2013

13 a 15 de agosto de 2013 – Campinas, São Paulo

de polifenóis no xarope ao longo do ensaio. Por outro lado, verificou-se importante fluxo na DO de vitamina C da fruta para o xarope, e um fluxo menor de carotenóides. Ao final do ensaio, obteve-se um xarope rico em vitamina C, com presença de carotenóides, explicando a alteração da coloração amarelo/vermelho. O aproveitamento, portanto, do xarope final como ingrediente na formulação de produtos é bastante interessante. O estudo de vida-de-prateleira apontou maior estabilidade da cor vermelha (a^*) no produto obtido no último ciclo do ensaio de RR. Os valores de Q_{10} para as reações de degradação de carotenóides e de polifenóis para os produtos do 1º ciclo estiveram na faixa de 1 a 2.

5 AGRADECIMENTOS

Ao CNPq pelas bolsas e à Fapesp pelo financiamento.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AOAC. **Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemists**: edited Ig W. Horwitz 16thed. Washington, 850p. v.2. 1997.
- CARVALHO, P.R.N.; COLLINS, C.A.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Comparison of Provitamin A determination by normal-phase gravity-flow column chromatography and reversed phase high performance liquid chromatography. **Chromatographia**, v.33, p.133-137, 1992.
- CEAGESP – Companhia de Entrepósitos e Armazéns Gerais de São Paulo. Goiaba em números. Disponível em: <http://www.ceagesp.gov.br/produtor/estudos/anexos/goiaba.pdf> Acesso em: 21 fev 2013.
- DOWNES, F. P., ITO, K. (ED.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington: American Public Health Association, 4^aed, 2001.
- GERMER, S.P.M.; QUEIROZ, M.R.; AGUIRRE, J.M.; BERBARI, S.A.; SILVEIRA, N.F.A.S. **Reuse of Sucrose Syrup in the Osmotic Dehydration of Peaches**, *Drying Technology*, 30: 1532-1540, 2012.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 4^a ed. v.1. Métodos físico-químicos para análise de alimentos. São Paulo: INSTITUTO ADOLFO LUTZ; Brasília: ANVISA, 2005.
- KIRALP, S.; TOPPARE, L. Polyphenol content in selected Turkish wines, an alternative method of detection of phenolics. **Process Biochemistry**, v.41, n.1, p.236-239, 2006.
- OSORIO, C.; FRANCO, M.S.; CASTAÑO, M.P.; GONZÁLEZ-MIRET, M.L; HEREDIA, F.J; MORALES, A.L. Colour and flavour changes during osmotic dehydration of fruits. **Innovative Food Science and Emerging Technologies**, v.8, n.3, p.353-359, 2007.
- RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. **A Guide to Carotenoid Analysis in Foods**. Washington: ILSI Press, 1999.64p.
- SAUREL, R.; RAOULT-WACK, A. L.; RIOS, G.; GUILBERT, S. Mass transfer phenomena during osmotic dehydration for apple I. Fresh plant tissue. **International Journal of Food Science and Technology**, v.29, n.5, p.531-542, 1994.
- TEIXEIRA NETO, R. O., VITALI, A. A., & MOURA, S. C. S. R. (2010). Introdução à Cinética de reação em Alimentos. In: S. C. S. R. MOURA & S. P. M. GERMER (Eds.), *Reações de Transformação e Vida-de-Prateleira de Alimentos Processados* (4th ed., pp. 24–46). Campinas: ITAL.
- WARCZOK, J.; GIERSZEWSKA, M.; KUJAWSKI, W.; GUELL, C.; Application of osmotic membrane distillation for reconcentration of sugar solutions from osmotic dehydration. **Separation and Purification Technology**, v.57, n.3, p.425-429, 2007.