

CONCENTRAÇÃO DE SUCO DE MARACUJÁ POR OSMOSE INVERSA

CONCENTRATION OF PASSION FRUIT JUICE BY REVERSE OSMOSIS

**Marcello Fernandes Leite¹, Dyllo Feliciano Jesus¹,
Regina Celi Della Modesta², Virginia Martins Matta²,
Lourdes Maria Corrêa Cabral^{2*}**

¹ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro - UFRRJ, Rio de Janeiro, RJ

^{2*} Autor para contato: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Embrapa,
Rio de Janeiro, RJ, Brasil; (21) 2410-9500, ramal 9623; e-mail: lcabral@ctaa.embrapa.br

Recebido para publicação em 15/06/2007

Aceito para publicação em 03/09/2007

RESUMO

Este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização da osmose inversa para a concentração do suco de maracujá. A matéria prima utilizada foi o maracujá amarelo (*Passiflora edulis*). O suco, previamente centrifugado (11,4°Brix), foi concentrado em uma unidade de osmose inversa, do tipo quadro e placas, com área de filtração de 0,72 m², utilizando membranas compostas da DSS (Dinamarca). Nos testes para a determinação da permeabilidade do suco, verificou-se que a partir de 54 bar, o fluxo permeado do processo manteve-se constante e igual a 25 L/hm². Os experimentos foram conduzidos sob três pressões aplicadas à membrana (20, 40 e 60 bar), em batelada. O processo de concentração foi limitado pelo valor do fluxo permeado de 5 L/hm². Foram obtidos fatores de concentração da ordem de 1,30, 2,70 e 3,70, correspondendo a teores de sólidos solúveis de 15,0°, 22,8° e 32,0°Brix, para os tratamentos de 20, 40 e 60 bar, respectivamente. O suco integral apresentou 12, 1°Brix, acidez de 4,7 g ácido cítrico/100mL, pH igual a 3,0 e teor de vitamina C de 14,9 mg ácido ascórbico/100ml. Após a concentração a 60bar, o suco concentrado apresentou 32,6°Brix, acidez de 11,5 g ácido cítrico/100mL, e teor de vitamina C de 28,9 mg/100g. O pH se manteve inalterado.

Palavras-chave: osmose inversa, maracujá, concentração.

ABSTRACT

The aim of this work was to evaluate the use of reverse osmosis for the concentration of passion fruit juice. The yellow passion fruit (*Passiflora edulis*) was used as raw material. The juice, previously centrifuged (11.4°Brix), was concentrated on a plate and frame reverse osmosis unit, with a filtration area of

0.72 m² with the use of composite membranes from DSS (Denmark). The tests performed to determine the permeability of the juice showed that the permeate flux limit was 25 L/h.m², constant for transmembrane pressures over 54 bar. The experiments were carried out at three transmembrane pressures (20, 40 and 60 bar), in batch mode. The concentration process was limited by the permeate flux of 5 L/h.m². The concentration factors obtained were of 1.3, 2.7 and 3.7, corresponding to soluble-solid contents of 15.0, 22.8 and 32.0°Brix, for the treatments at 20, 40 and 60 bar, respectively. The whole juice contained 12.1°Brix, 4.7 % citric acid and 14.9 mg ascorbic acid/100ml. After the 60 bar concentration, the concentrated juice presented 32.6°Brix, 11,5 % citric acid and 28.9 mg/100g ascorbic acid. There was no change in the pH value.

Key words: reverse osmosis, passion fruit, concentration

1. Introdução

Os processos de separação com membranas baseiam-se na permeabilidade seletiva de um ou mais componentes de uma mistura líquida ou gasosa através de uma membrana. Nestes processos, a corrente de entrada no sistema (alimentação) é fracionada em duas, uma de concentrado ou retido e outra de permeado (HABERT et al., 2006). São processos que apresentam uma série de vantagens em relação aos processos clássicos de separação. Em geral, o fracionamento ocorre à temperatura ambiente, sem mudança de fase e sem necessidade de utilização de fonte térmica, o que significa uma considerável economia de energia e preservação de componentes termolábeis. Como a separação é conduzida sob condições brandas, a utilização desses processos pode manter as características dos produtos. Há bons exemplos na indústria de sucos ou no processamento de alimentos, onde o uso de calor, além de representar um maior custo energético para os processos, pode alterar significativamente as propriedades sensoriais e nutricionais dos alimentos.

O aumento crescente da demanda por produtos com valor nutricional e características sensoriais ainda mais próximos do original tem levado a intensificação dos estudos para a busca de tecnologias alternativas, visando a obtenção de produtos com tais características. Dentre esses métodos incluem-se os tratamentos por alta pressão, membranas, ultrassom, irradiação (Gama e X), campos magnéticos ou elétricos (QIN et

al., 1995). Neste aspecto, os processos de separação com membranas são particularmente interessantes, uma vez que são realizados sob condições amenas de temperatura e pressão, diminuindo o risco de redução da qualidade devido ao surgimento do sabor “cozido” (VAILLANT et al., 2001).

A osmose inversa consiste em aplicar sobre uma solução uma pressão hidráulica maior que sua pressão osmótica, promovendo a passagem do solvente da região mais concentrada para a menos concentrada (ALVAREZ et al., 2000; HABERT et al., 2006).

A aplicação da osmose inversa visando à concentração de sucos de frutas, exige a utilização de altas pressões de operação devido à elevada pressão osmótica destes produtos (entre 13 a 102 bar). Por exemplo, o suco de abacaxi com 14% de sólidos totais apresenta uma pressão osmótica de aproximadamente 20 bar (SÁ et al., 2003). Dependendo do tipo de fruta é possível concentrar sucos por osmose inversa até teores de sólidos solúveis de 35°Brix (SILVA et al., 1998; ALVAREZ et al., 2000; SÁ et al., 2003; CIANCI et al., 2005). O fator de concentração é limitado pela pressão osmótica do suco, que aumenta com a concentração, associada ao custo do declínio do fluxo permeado, função da concentração de sólidos e da polarização de concentração (HABERT et al., 2006).

Alguns autores estudaram a osmose inversa combinada com outros tipos de processos, como, por exemplo, a microfiltração, visando à concentração de sucos até cerca de 40° Brix, mantendo suas características de frescor e a qualidade nutricional (SILVA et

al., 1998; OLLE et al., 1997; MATTA et al., 2004).

Nas indústrias de suco de frutas, a filtração tangencial em membranas microporosas vem sendo aplicada no processamento de suco de maçã, desde 1980, em países como Estados Unidos da América, Alemanha, França e África do Sul (CHIANG, 1987, HART, 1989; KOSEOGLU et al., 1990). No Brasil, existem indústrias processadoras de suco clarificado de uva, maçã e limão, que utilizam a tecnologia de membranas no processamento (MALDONATO, 1991). Estas indústrias estão localizadas no Rio Grande do Sul (uva e maçã), Santa Catarina (maçã) e em São Paulo (cítricos).

A partir de 1990 processos como a osmose inversa, foram utilizados para a concentração, como complemento ou substituição aos processos de evaporação; a ultrafiltração para o fracionamento, concentração e purificação; a microfiltração para a clarificação, esterilização e fracionamento de macromoléculas (CHERYAN, 1995).

O maracujá é uma fruta nativa das Américas Central e do Sul, cultivada em países de climas subtropical e tropical. Seu suco caracteriza-se pela complexidade dos aromas voláteis e sabor exótico (BRIGNANI NETO, 2002; CABRAL et al., 2005).

O Brasil, embora seja um dos maiores produtores de frutas do mundo, tem participação ainda muito pequena no mercado internacional. Cerca de 50% da produção brasileira é destinada ao consumo interno, in natura, e 46% às indústrias de sucos e derivados. O suco de maracujá vem sendo comercializado como suco pasteurizado, com teor de sólidos solúveis na faixa de 16°Brix, como suco concentrado, entre 25 e 55°Brix, ou ainda na forma de néctares prontos para o consumo. É muito apreciado em misturas com outros sucos por conferir acidez e sabor peculiar. Entretanto, quando se trata de suco de maracujá concentrado, um fator limitante do consumo mundial em grande escala é o preço por tonelada, bastante elevado comparado com o de outras frutas, como a laranja e a uva. Este fator inibe também o consumo pelas populações de média e baixa renda (BRANDÃO, 2004; LIMA, CARDOSO, 2007). O método de concentração mais usual deste suco é a evaporação a vácuo, porém, o alto conteúdo de amido dificulta a troca de calor e pode provocar sua gelatinização. Além disso, a temperatura que o suco

é submetido pode provocar a perda do sabor de fresco devido à termosensibilidade dos compostos aromáticos (VAILLANT et al., 2001; JIAO et al., 2004).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo avaliar a utilização da osmose inversa para a concentração de suco de maracujá, estabelecendo os parâmetros de maior eficiência deste processo.

2. Material e métodos

2.1. Matéria prima

A matéria prima utilizada foi o maracujá amarelo (*Passiflora edulis*), adquirido no mercado central do município do Rio de Janeiro (CEASA). O suco de maracujá foi obtido em despulpador modelo Bonina 0,25 DF da Itametal, com peneira de 0,6 mm e congelada e armazenada a -18°C até o momento de sua utilização.

2.2. Procedimento experimental

O fluxograma apresentado na Figura 1 resume as etapas envolvidas no processamento do suco de maracujá, do despulpamento até a concentração.

Foi introduzida uma etapa de centrifugação no suco de maracujá para remoção parcial de partículas em suspensão e aumento da eficiência da concentração.

O suco de maracujá integral (12,1 °Brix) foi centrifugado em centrífuga de cesto (200 rpm, regime de batelada) para remoção parcial de partículas em suspensão. O suco de maracujá centrifugado (11,5°Brix) foi concentrado em uma unidade de osmose inversa, do tipo quadro e placas, com área filtrante útil de 0,72 m², utilizando membranas planas compostas da Danish Separation Systems -DSS, constituídas por um suporte poroso de polisulfona e uma fina camada densa de poliamida. Esta membrana apresenta rejeição nominal ao NaCl de 95%. A temperatura do processo foi de 25°C, controlada com auxílio de um banho termostático e a vazão de alimentação foi mantida em 650 L/h.

Para os testes de concentração, partiu-se de uma batelada de 10 Litros, sendo o permeado removido continuamente, e o suco de maracujá recirculado, até que o nível de concentração fosse atingido. Foi avaliado o efeito da pressão aplicada à membrana, em três

níveis: 20, 40 e 60 bar.

A eficiência do processo foi avaliada a partir dos valores de fluxo permeado, determinado segundo a Equação 1 (HABERT et al., 2006):

$$J = \frac{V}{A * \Delta t} \quad (1)$$

na qual V representa o volume de suco permeado durante um determinado intervalo de tempo (Δt) e A, a área de permeação. O teor de sólidos solúveis foi acompanhado ao longo do processo de concentração. Amostras do suco integral, do suco centrifugado e do suco concentrado sob três diferentes tratamentos foram analisadas quanto aos principais parâmetros físicos e químicos (AOAC, 1997): viscosidade (em reômetro de cilindros concêntricos Rheomat 30), pH (em potenciômetro Metronal E120), acidez titulável total (por titulação com hidróxido de sódio e indicador fenolftaleína), teor de sólidos solúveis (em refratômetro Bellingham + Stanley Limited, °Brix) e de sólidos totais (pela determinação da massa desidratada em estufa a vácuo), teor de vitamina C e teor de polpa em suspensão (REED, 1986).

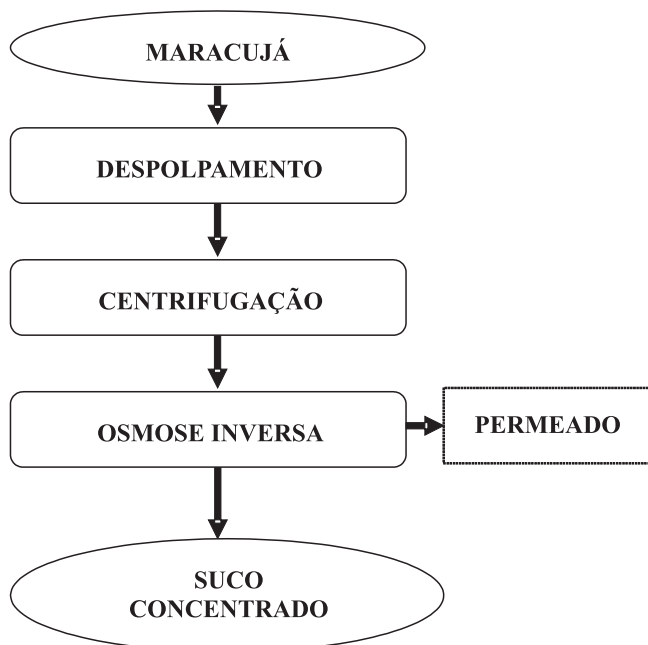


Figura 1 - Diagrama do procedimento experimental para obtenção de suco de maracujá concentrado por osmose inversa.

A análise instrumental de cor e turbidez foi realizada por transmitância no S&M Colour Computer modelo SM-4-CH da Suga, no sistema Hunter, com abertura de 30mm de diâmetro. Os parâmetros de cor medidos em relação à placa de Petri (L=100,01; a=0,04; b=-0,03) foram: L (0 - preto; 100 - branco), a (-80 a 0 - verde; 0 a +100 - vermelho), b (-100 a 0 - azul; 0 a +70 - amarelo) e haze (turbidez). A turbidez é determinada através da relação entre a transmissão relativa difusa e a transmissão total (FERREIRA, 1981). Todas as análises foram realizadas em triplicata.

Análise Sensorial: Para fins de comparação sensorial, suco de maracujá centrifugado foi concentrado em rotavapor de laboratório (Bucchi) a 40°C até a concentração de 35°Brix. A avaliação da qualidade sensorial foi realizada utilizando-se o método de avaliação de atributos, comparando-se o suco concentrado por osmose inversa com o suco concentrado por evaporação a vácuo, ambos reconstituídos a 11° Brix, sem adição de edulcorantes. Foi utilizada uma ficha de teste de aceitabilidade composta por uma escala hedônica de 7 pontos (“gostou muito” a “desgostou muito”) determinando o quanto os consumidores gostaram do suco (DELLA MODESTA, 1994). A ficha contava ainda com questões investigativas da intensidade da cor, aroma e sabor do suco. Foram medidos os atributos de aroma e sabor característico, aroma e sabor cozido, aroma e sabor de casca, partículas em suspensão e gostos ácido e doce avaliados por equipe de oito provadores previamente selecionados e treinados. Os testes foram realizados em cabines individuais com iluminação vermelha, sendo as amostras codificadas oferecidas em xícaras de porcelana de 50 mL, cobertas com tampas aluminizadas e servidas em bandejas de aço inox, acompanhadas de biscoito de água e sal e água mineral a temperatura ambiente, para consumo entre as amostras.

3. Resultados

A permeabilidade do suco foi determinada através da medida do fluxo de permeado, em regime estacionário, com a recirculação das correntes de per-

meado e concentrado, à temperatura de 25° C e vazão de recirculação de 650 L/h, a diferentes pressões aplicadas a membrana. Verifica-se que, até a pressão aproximada de 20 bar, o fluxo varia linearmente com a pressão. Acima desse valor, o fluxo torna-se não linear, tendendo a um valor constante assintótico de aproximadamente 25 L/hm², a partir de 55 bar, acima do qual o fluxo tornou-se independente da pressão. Este parâmetro é conhecido como fluxo limite (Figura 2).

No processo em regime de batelada, a concentração foi limitada pelo baixo valor do fluxo permeado final encontrado, de 5 L/hm², para as três pressões estudadas. Foram obtidos fatores de concentração da ordem de 1,3; 2,7 e 3,7 (Figura 3), e teores de sólidos solúveis de 15, 23 e 32° Brix, para os tratamentos a 20 bar, 40 bar e 60 bar, respectivamente.

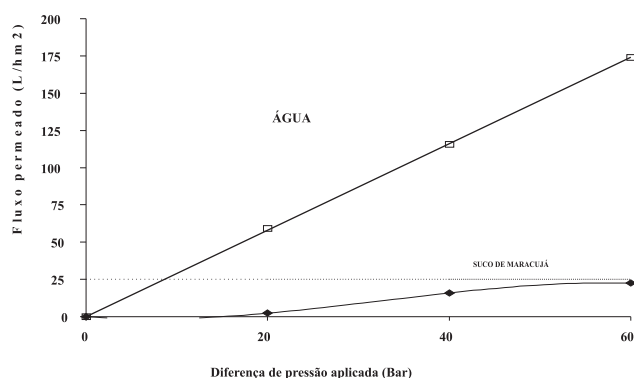


Figura 2 - Fluxo permeado de água e de suco de maracujá em função da pressão aplicada à membrana.

A influência da concentração pode ser visualizada na Figura 4, onde são apresentadas as curvas de fluxo permeado em função da concentração de sólidos solúveis no tanque de alimentação. O fluxo diminuiu ao longo do processamento, comportamento que pode ser atribuído ao fenômeno conhecido como polarização da concentração sobre a superfície da membrana, ao aumento da pressão osmótica do suco concentrado e à viscosidade do suco. Todos estes fatores são consequência direta do aumento da concentração de sólidos solúveis no suco (GIRARD, FUKUMOTO, 2000; ALVAREZ et al., 2000).

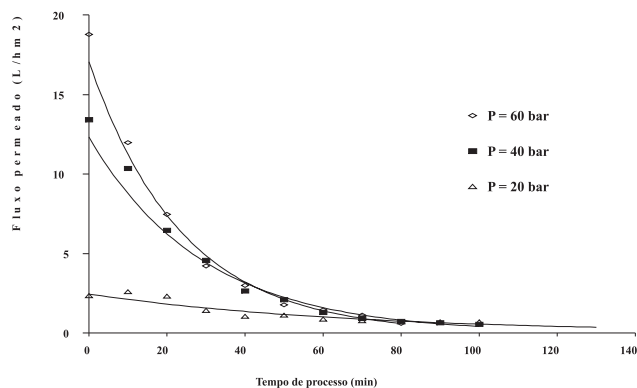


Figura 3 - Fluxo permeado ao longo do tempo de processo em regime de batelada.

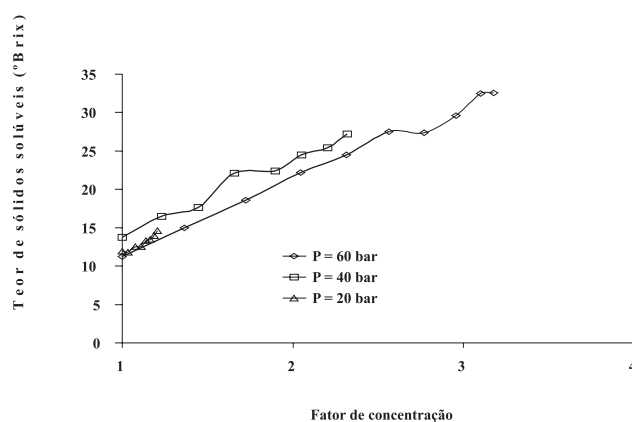


Figura 4 - Teor de sólidos solúveis em função do fator de concentração.

Os experimentos a 60 bar apresentaram fluxo inicial médio de 51,8 L/hm² e tempos de processo 2,4 e 1,5 vezes menores do que os processos realizados a 20 bar (fluxo inicial médio de 17,3 L/hm²) e 40 bar (fluxo inicial médio 36,3 L/hm²), respectivamente (Figura 5).

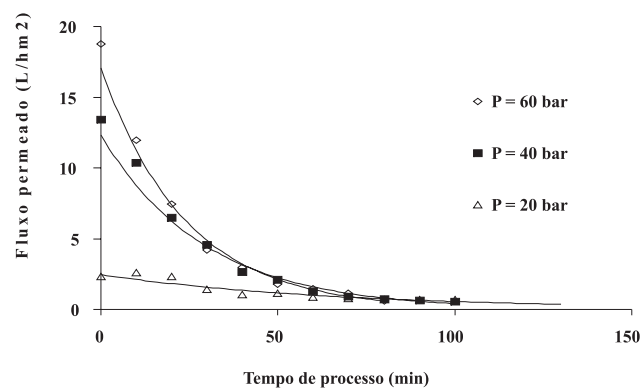


Figura 5 - Fluxo permeado nas três pressões transmembrana ao longo do tempo de processo em regime batelada.

Os resultados das avaliações físico-químicas dos sucos integral, centrifugado e concentrado em regime de batelada estão apresentados na Tabela 1.

A centrifugação diminuiu o teor de polpa e consequentemente a viscosidade aparente do suco. Foi obtido um suco mais claro, com luminosidade (L) mais alta, consequência da remoção parcial dos sólidos em suspensão. Comparando os produtos concentrados com o suco centrifugado, verificou-se não haver alteração

nos valores de pH, enquanto que a acidez titulável, o teor de sólidos solúveis, a viscosidade aparente e o teor de vitamina C mostraram valores mais elevados com o aumento do fator de concentração. Houve um aumento da cor vermelha (a_{Hunter}) e uma diminuição da amarela (b_{Hunter}), ressaltando-se que somente o suco concentrado a 60°C, apresentou uma mudança no sinal do parâmetro b_{Hunter} , provavelmente por este ter atingido um teor de sólidos comparativamente maior.

Tabela 1 - Resultados médios das análises físico-químicas das amostras obtidas no processo de concentração de suco maracujá (regime de batelada) às pressões de 20, 40 e 60 bar.

	Suco				
	Suco integral	centrifugado	20 bar	40 bar	60 bar
Acidez (g ácido cítrico/100ml)	4,7	4,3	5,7	9,5	11,5
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	12,1	11,9	14,6	23,0	32,6
pH	3,0	3,0	3,0	3,0	3,0
Teor de polpa (% p/p)	14,9	11,1	17,6	12,2	8,4
Viscosidade aparente (mPa.s)*	5,6	3,3	5,2	8,6	17,3
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100ml)	14,9	12,4	17,8	26,0	28,9
L_{Hunter}	7,0	8,4	6,2	4,2	3,1
a_{Hunter}	8,4	6,3	5,9	6,8	7,1
b_{Hunter}	3,8	4,8	2,8	0,6	-0,7
Turbidez (Haze)	99,2	98,2	100,0	99,3	99,9

L (0=preto e 100 = branco), a (-80 até zero = verde, e do zero ao +100 = vermelho); b (-100 até zero = azul, do zero ao +70 = amarelo)
- * viscosidade aparente medida a uma taxa de deformação de 245,3 s⁻¹.

Os sucos concentrados por osmose inversa e por evaporação térmica, reconstituídos até 11°Brix, foram comparados por meio de análise sensorial. Não

houve diferença significativa entre os dois processos para todos os atributos sensoriais avaliados (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores médios dos atributos sensoriais de suco de maracujá concentrado por osmose inversa e evaporação a vácuo.

Atributo	Osmose inversa	Evaporação a vácuo	F _{amostra}
Aroma de maracujá	7,12	6,84	0,87 ^{ns}
Aroma ácido	5,35	5,24	0,09 ^{ns}
Aroma doce	4,89	4,76	0,18 ^{ns}
Aroma artificial	0,50	0,50	0,03 ^{ns}
Aroma de cozido	0,11	0,36	1,52 ^{ns}
Aroma fermentado	0,07	0,14	0,57 ^{ns}
Sabor de maracujá	6,78	6,86	0,04 ^{ns}
Gosto ácido	5,81	5,46	0,86 ^{ns}
Gosto doce	5,49	5,45	0,01 ^{ns}
Sabor artificial	0,70	1,11	2,57 ^{ns}
Sabor de cozido	0,14	0,9	6,27 ^{ns}

ns – não significativo* - significativo ao nível de 5%

Chao et al. (1992) avaliaram a concentração de suco de maracujá por osmose inversa. Utilizaram como matéria-prima suco de maracujá previamente centrifugado e obtiveram um produto com 24°Brix, mantendo 97% dos componentes voláteis, 97% do açúcar, 93% dos ácidos orgânicos e 91% dos aminoácidos. Néctares preparados a partir desse concentrado e do suco original não apresentaram diferença sensorial significativa entre si. Recentemente, Jesus et al. (2007) estudaram a concentração de suco de laranja por osmose inversa e, ao compararem os sucos concentrados por membranas e termicamente, verificaram que o concentrado por osmose inversa preservou melhor os atributos relacionados ao aroma.

No presente trabalho, as pequenas alterações da qualidade do suco concentrado por osmose inversa revelam que este processo pode superar os problemas de perda de qualidade associados ao processo clássico de concentração, apontando para a sua potencialidade de aplicação em nível industrial. Os estudos comparativos sobre os custos envolvidos nos dois processos, em andamento, complementarão este trabalho.

Conclusão

É possível concentrar o suco de maracujá por osmose inversa até 32,7°Brix. A pressão transmembrana apresentou um efeito positivo no fator de concentração, resultante do maior fluxo permeado. O processo de osmose inversa a 60 bar foi o que apresentou o maior fator de concentração, entre as três pressões avaliadas. O suco concentrado apresenta aumentos no teor de sólidos solúveis, da acidez titulável total, da viscosidade aparente e do teor de vitamina C proporcionais ao fator de concentração atingido. O pH mantém-se praticamente constante. Em relação à avaliação sensorial, não são observadas diferenças significativas entre os atributos de qualidade (aroma e sabor) dos sucos concentrados por evaporação térmica e osmose inversa.

REFERENCIAS

1. ALVAREZ, S.; RIERA, F.A.; COCA, J.; CUPERUS, F.P.; BOUWER, S.TH.; BOSWINKEL, G.; GEMERT, R.W.; TODISCO, S.; DRIOLI, E.; OLSSON, J.; TRAGARDH, G.;

- GAETA, S.N.; PANYOR, L. A new integrated membrane process for producing clarified apple juice and apple juice aroma concentrate. **Journal of Food Engineering**, v.46, p.109-125, 2000.
2. AOAC. **American Official of Analytical Chemists**. Official methods of analysis of AOAC international. 17. ed. Washington, 1997.
3. BRANDÃO, A. S. P. O pólo de fruticultura irrigada no norte e noroeste fluminense. **Revista de Política Agrícola**, n.2, 2004.
4. BRIGNANI NETO, F. Produção integrada de maracujá. **Biológico**, v.64, n.2, p.95-197, 254p, 2002.
5. CABRAL, L. M.C.; FREIRE JR, M.; MATTA, V.M. Suco de maracujá. In: VENTURINI FILHO, W. G. (Org.). **Tecnologia de Bebidas**. 1ª. ed. São Paulo, v. 1, p. 293-310, 2005
6. CHAO, H.W., WEN, S.K. FANG, T.T. Effects of ultrafiltration and reverse osmosis on the quality retention of passion fruit juice concentrates. **Journal of the Chinese Agricultural Chemical Society**, v.30, n.3, p.413-425, 1992.
7. CHERYAN, M. **Ultrafiltration and Microfiltration Handbook**. Lancaster: Technomic Publishing Company Inc. 1998.
8. CHIANG, B.H., YU, Z.R. Fouling and flux restoration on ultrafiltration of passion fruit juice. **Journal of Food Science**. v.56, n.2, p.369-371, 1987.
9. CIANCI, F.C.; MENEZES, L.F.S.; CABRAL, L.M.C. MATTA, V. M. Clarificação e concentração de suco de caju por processos com membranas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 25, n. 3, p. 579-583, 2005.
10. DELLA MODESTA, R.C. **Manual de Análise Sensorial de Alimentos e Bebidas: Geral**. Rio de Janeiro. EMBRAPA – CTAA, 1994.
11. FERREIRA, V.L.P. **Princípios e Aplicações da Calorimetria em Alimentos**, ITAL, Campinas, 1981.
12. GIRARD, B.; FUKUMOTO, L.R. Membrane processing of fruit juice and beverages: a review. **Critical Reviews on Food Science and Nutrition**, v.40, n.2., p. 91-157, 2000.
13. HABERT, A.C, NOBREGA, R., BORGES C. **Processos de Separação com Membranas**, Ed. E-papers, Rio de Janeiro, RJ, 180p., 2006.
14. HART, M.R., NG, K.C., HUXSOLL, C.C. Microfiltration of enzyme-treated apricot puree. **Quality factors of fruits and vegetables: chemistry and technology** (series n405, Washington, D.C.: American Chemical Society. 1989.
15. JESUS, D.F.; LEITE, M.F.; SILVA, L.F.M.; DELLA MODESTA, R.C.; MATTA, V.M.; CABRAL, L.M.C. Orange (*Citrus sinensis*) juice concentration by reverse osmosis. **Journal of Food Engineering**, v.81, p.287-291, 2007.
16. JIAO, B.; CASSANO, DRIOLI, E. Recent advances on membrane processes for the concentration of fruit juices: a review. **Journal of Food Engineering**, v.63, n.3, p.303-324, 2004.
17. KOSEOGLU, S.S., LAWHON, J.T., LUSAS, E.W. Use of membranes in citrus juice processing. **Food Technology**, v.44, n.12, p.90-97, 1990.
18. LIMA, A.A., CARDOSO, C.E.L. Por que plantar maracujá? Toda Fruta. 2007. Disponível em: <http://www.todafruta.com.br/todafruta/mostra>. Acesso em: 17/08/2007.
19. MALDONADO, J. **Membranas e processos de separação**. Rio de Janeiro: Instituto Nacional de Tecnologia, 1991, 91 p.
20. MATTA, V. M., MORETTI, R. H., & CABRAL, L. M. C. Microfiltration and reverse osmosis for clarification and concentration of acerola juice. **Journal of Food Engineering**, v.61, p.477-482, 2004.
21. OLLE, D., BARON, A., LOZANO, Y.F., SZNAPER, C., BAUMES, R., BAYONOVE, C., BRILLOUET, J.M. Microfiltration and reverse osmosis affect recovery of mango puree flavor compounds. **Journal of Food Science**, v. 62, n.6, p.1116-1119, 1997.
22. REED, B.J., HENDRIX JR., C.M., HENDRIX, D.L. **Quality Control for Citrus Processing Plants**, Intercit, Florida, v 1, 1986.
23. SÁ, I.S., CABRAL, L.M.C., MATTA, V.M. Concentração de suco de abacaxi através dos processos com membranas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, p.53-62, 2003.
24. SILVA, F.T.; JARDINE, J.G.; MATTA, V.M. Concentração de Suco de Laranja (*Citrus sinensis*) por Osmose Inversa. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n.1, p.99-104, 1998.
25. VALLIANT, F., JEANTON, M., DORNIER, M., O'BRIEN, G.M., REYNES, M.; DECLoux, M. Concentration of passion fruit juice on an industrial pilot scale using osmotic evaporation. **Journal of Food Engineering**, v.47, n.3, p.195-202, 2001.