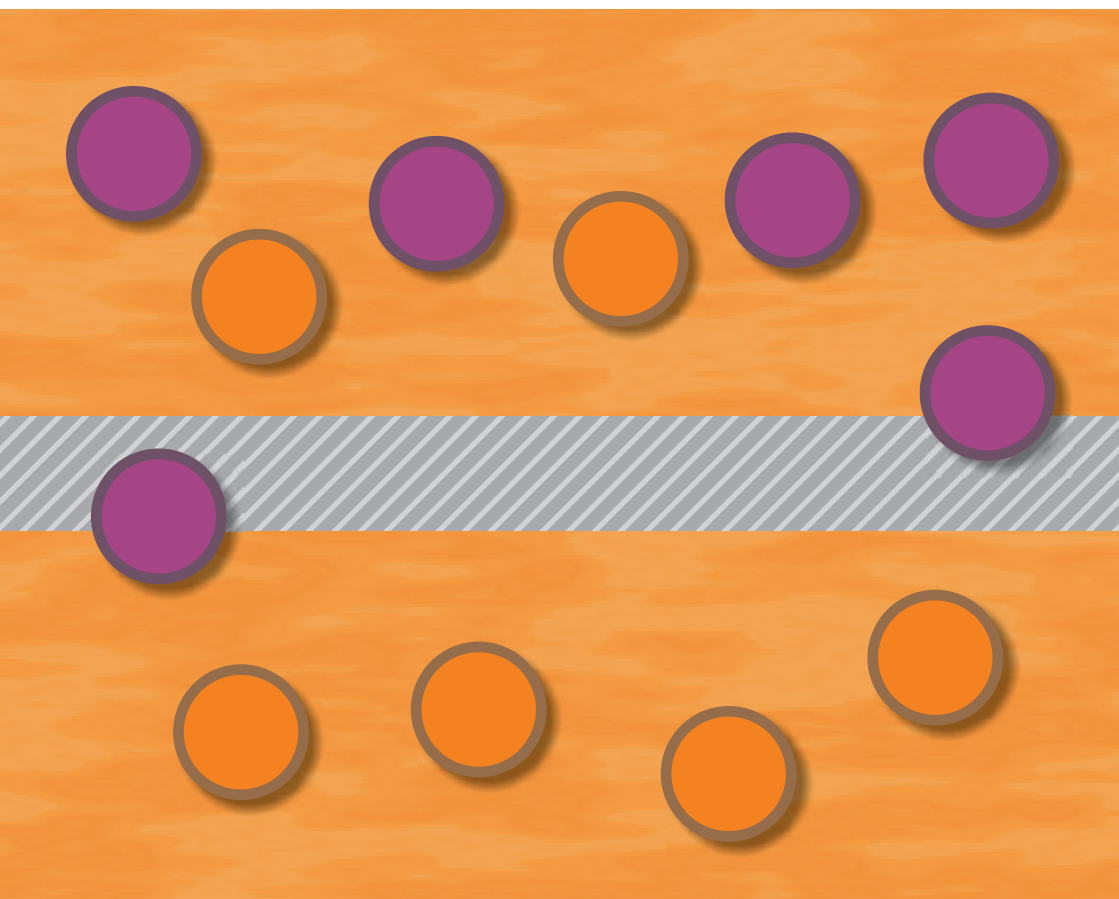


## Processamento de Polpas e Sucos de Frutas por Processos com Membranas



**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Embrapa Agroindústria de Alimentos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

# **Documentos 108**

## **Processamento de Polpas e Sucos de Frutas por Processos com Membranas**

*Lourdes Maria Corrêa Cabral*

*Isabella Vidal Candéa*

*Tatiana Vidal Candéa*

*Anete Souza Mecnas*

*Tatiane de Miranda Pinto*

*Virgínia Martins da Matta*

Embrapa Agroindústria de Alimentos

Rio de Janeiro, RJ

2010

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**

Av. das Americas, 29501 - Guaratiba.  
Rio de Janeiro, RJ - Brasil - CEP 23020-470  
Fone: (21) 3622-9600  
Fax: (21) 3622-9713  
<http://www.ctaa.embrapa.br>  
[sac@ctaa.embrapa.br](mailto:sac@ctaa.embrapa.br)

**Comitê de Publicações da Unidade**

Presidente: Virgínia Martins da Matta  
Membros: Andre Luis do Nascimento Gomes, Daniela de Grandi Castro Freitas, Luciana Sampaio de Araújo, Marcos Jose de Oliveira Fonseca, Marília Penteado Stephan, Michele Belas Coutinho, Renata Galhardo Borguini, Renata Torrezan

Supervisão editorial: Virgínia Martins da Matta  
Revisão de texto: Edson Watanabe  
Normalização bibliográfica: Luciana Sampaio de Araújo  
Tratamento de ilustrações: Marcos Moulin e Andre Luis do Nascimento Gomes  
Editoração eletrônica: Marcos Moulin e Andre Luis do Nascimento Gomes  
Ilustração da capa: Marcos Moulin

**1ª edição**

1ª impressão (ano): 50 exemplares

**Todos os direitos reservados**

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Embrapa Agroindústria de Alimentos**

---

Processamento de polpas e sucos de frutas por processos com membranas / Lourdes Maria Corrêa Cabral... [et al.]. — Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2010. 25 p. ; 21 cm. — (Documentos / Embrapa Agroindústria de Alimentos, ISSN 1516-8247; 108).  
1. Tecnologia de alimento. 2. Fruta. 3. Processamento. 4. Microfiltração. I. Cabral, Lourdes Maria Corrêa. II. Candéa, Isabella Vidal. III. Candéa, Tatiana Vidal. IV. Mecenaz, Anete Souza. V. Pinto, Tatiane de Miranda. VI. Matta, Virgínia Martins da. VII. Série.  
CDD 664.8 (21. ed.)

---

# **Autores**

## **Lourdes Maria Corrêa Cabral**

Engenheira Química, D.Sc. em Engenharia Química, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro/RJ, lcabral@ctaa.embrapa.br

## **Isabella Vidal Candéa**

Estudante de Engenharia de Alimentos/UFRRJ, Rio de Janeiro/RJ, bellacandea@hotmail.com

## **Tatiana Vidal Candéa**

Estudante de Engenharia de Alimentos/UFRRJ, Rio de Janeiro/RJ, taticandea@gmail.com

## **Anete Souza Mecenas**

Estudante de Nutrição/UERJ, Rio de Janeiro/RJ, anetemecenas@yahoo.com.br

## **Tatiane de Miranda Pinto**

Estudante de Nutrição/UERJ, Rio de Janeiro/RJ, tatianenutricao@hotmail.com

## **Virgínia Martins da Matta**

Engenheira Química, D.Sc. em Tecnologia de Alimentos, pesquisadora da Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro/RJ, vmatta@ctaa.embrapa.br



# Apresentação

Este documento trata da produção de sucos de frutas clarificados ou concentrados por processos de separação por membranas, a microfiltração e a osmose inversa.

As frutas selecionadas foram o cajá (taperebá) e a amora, em função de suas características funcionais e o melão, pelas suas características sensoriais. Como elemento inovador, apresenta a microfiltração como um processo que pode ser aplicado tanto para a concentração de compostos bioativos importantes como os carotenóides quanto para a obtenção de sucos límpidos e isentos de partículas em suspensão, o que facilita etapas posteriores de fracionamento ou concentração do produto. Ressalta-se, ainda, a opção da pré-concentração a frio por osmose inversa visando à manutenção das características sensoriais de sucos como o melão, com aroma e sabor característicos intensos.

O objetivo principal desta publicação é disponibilizar informações básicas sobre a tecnologia de membranas aplicada a sucos de frutas brasileiros, tendo como público alvo técnicos do setor de sucos e bebidas, empresas de equipamentos e estudantes de graduação ou pós-graduação.

O documento está dividido em uma pequena introdução, que relata os aspectos importantes dos compostos bioativos presentes em frutos como a amora, o cajá e o melão, e na descrição sucinta dos processos de concentração de carotenóides da polpa de cajá por microfiltração, da clarificação de suco de amora por microfiltração e da concentração de suco de melão por osmose inversa.

A Embrapa Agroindústria de Alimentos coloca-se à disposição dos leitores para fornecer informações adicionais que forem necessárias ao entendimento da tecnologia.

*Regina Celi Araujo Lago*  
Chefe Geral da Embrapa Agroindústria de Alimentos



# Sumário

<b>Introdução</b> .....	<b>09</b>
<b>Desenvolvimento</b> .....	<b>14</b>
Concentração de carotenóides da polpa de cajá por microfiltração .....	14
Clarificação de suco de amora por microfiltração .....	17
Concentração de suco de melão por osmose inversa .....	20
<b>Considerações finais</b> .....	<b>23</b>
<b>Referências</b> .....	<b>23</b>





# Processamento de Polpas e Sucos de Frutas por Processos com Membranas

---

*Lourdes Maria Corrêa Cabral*

*Isabella Vidal Candéa*

*Tatiana Vidal Candéa*

*Anete Souza Mecnas*

*Tatiane de Miranda Pinto*

*Virgínia Martins da Matta*

## Introdução

A população, em geral, tem se preocupado cada vez mais com a qualidade nutricional e sensorial dos alimentos, exigindo produtos nutritivos, saborosos e que não contenham conservadores químicos. Os sucos e produtos à base de frutas tornam-se excelentes escolhas, pois atendem a estes requisitos por serem ricos em vitaminas, sais minerais, açúcares e substâncias com propriedades antioxidantes, além de proporcionarem sabor e aroma agradáveis.

A crescente preocupação com a alimentação saudável, baseada em uma dieta rica em frutas e hortaliças, vem gerando um aumento no consumo de frutas e produtos à base de frutas, apesar de este consumo ainda estar abaixo do recomendado (IBGE, 2004) e de ainda existir um grande potencial para o seu crescimento, principalmente considerando-se a possibilidade de diversificação de produtos.

Os efeitos benéficos de promotores da saúde, atribuídos às frutas, são conferidos por diferentes compostos, como vitaminas e pró-vitaminas (por exemplo, os carotenóides), além de compostos secundários de natureza fenólica (entre eles, as antocianinas). As antocianinas são substâncias que apresentam a capacidade de capturar radicais livres, sendo, por isso,

denominadas de antioxidantes, podendo contribuir para a prevenção de doenças crônicas não-transmissíveis, como as enfermidades cardiovasculares e circulatórias, câncer, diabetes e mal de Alzheimer.

Considerando, portanto, a importância do consumo de frutas e de seus produtos derivados, se abordará os processamentos dos sucos de melão e amora, e da polpa de cajá, utilizando a tecnologia de membranas.

O cajá (*Spondias mombin L.*) ou taperebá é um fruto muito popular nas regiões Norte e Nordeste do Brasil, que tem ganhado mercado em outras regiões pela comercialização da sua polpa congelada e de produtos à base da mesma. Este fruto de polpa e película alaranjadas e comestíveis contém carotenóides em quantidades maiores que outras frutas como caju, goiaba e algumas cultivares de mamão e manga. Na Figura 1, pode-se visualizar a cor da polpa de cajá.

Esses carotenóides são compostos que têm um papel importante na saúde humana, não apenas como precursores da vitamina A, mas também por contribuírem para a diminuição do risco de formação de catarata, para a prevenção de doença cardiovascular e a degeneração macular (KRINSKY; JOHNSON, 2005).



**Figura 1.** Polpa de cajá  
Foto: Isabella Candéa

O carotenóide mais abundante no cajá é a  $\beta$ -criptoxantina, e contém ainda luteína, zeinoxantina e  $\beta$ -caroteno (RODRIGUEZ-AMAYA; KIMURA, 1989). Como a maior parte das vitaminas, os carotenóides são termossensíveis. Hamano e Mercadante (2001), ao avaliarem polpa de cajá congelada e suco de cajá pasteurizado, observaram que os teores de carotenóides na polpa foram cerca de 20% mais altos que no suco.

A amora (*Rubus brasiliensis*) se destaca por possuir uma aceitabilidade muito grande, além de ser rica em compostos fenólicos; é considerada uma fruta com alta qualidade nutricional (TÜRK BEN et al., 2010). É um fruto escuro de coloração avermelhada (Figura 2), quase negra no estágio maduro, com polpa da mesma cor da fruta (HAMINIUK et al., 2006). Adaptou-se muito bem ao clima do Brasil, crescendo bem em todos os estados brasileiros, apresentando rápido crescimento e boa adaptação a diferentes tipos de solo (ANTUNES et al., 2006).



**Figura 2.** Amora na despoldadeira  
Foto: Tatiana Candéa

Sucos produzidos a partir de amora são ricos em compostos antioxidantes, incluindo as antocianinas, pigmentos vegetais responsáveis pelas cores laranja, vermelho e azul de várias frutas. A atividade antioxidante das amoras é altamente correlacionada com o teor de antocianinas e se compara

favoravelmente a de outros frutos. As antocianinas são compostos instáveis e podem ser degradadas por diferentes fatores, incluindo pH, luz, oxigênio, enzimas, entre outros (TIWARI et al., 2009). Como podem ser oxidadas durante o processamento e armazenamento das matérias primas, é importante que sejam utilizados processos de conservação e concentração adequados, que alterem minimamente as suas propriedades nutricionais e sensoriais (TONON; BRABET; HUBINGER, 2009).

O melão (*Cucumis melo L.*) é consumido principalmente na forma de fruta fresca (Figura 3), sendo um dos principais frutos in natura na pauta de exportações do Brasil nos últimos anos (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, 2009). Entretanto, a grande variação de tamanho, forma e peso dos frutos torna difícil a sua padronização, como também contribui para uma maior perda. A abundância de água em seu interior e o seu sabor suave, mais doce que ácido, o tornam uma fruta também muito apreciada tanto para o consumo in natura, em pedaços, como na forma de suco. Neste sentido, é importante o desenvolvimento de processos de conservação do suco de melão, visando à disponibilização deste produto no mercado.



**Figura 3.** Melão

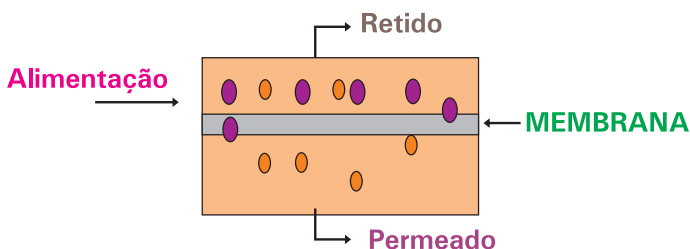
Foto: Virgínia Matta

Na conservação de sucos de frutas, uma das técnicas mais utilizadas é a pasteurização, um tratamento térmico que tem como objetivo eliminar microorganismos patogênicos. Os sucos e produtos à base de frutas podem também ser concentrados, pois a redução da atividade de água, que ocorre

com a evaporação, facilita a conservação dos mesmos. Usualmente, também são utilizados processos térmicos para a concentração de sucos. Em ambos os casos, são utilizadas temperaturas elevadas que podem provocar perdas de nutrientes e degradação de cor, além de alterações no aroma e sabor dos produtos.

Com base nestes fatores, existe uma busca crescente por processos não térmicos, que preservem a qualidade dos sucos e produtos à base de frutas. Dentre estes, destacam-se os processos de separação por membranas que, por serem conduzidos a temperaturas baixas (HABERT; BORGES; NOBREGA, 2006), permitem a manutenção das características originais das frutas, conferidas por compostos, em geral, termossensíveis, como aromas e vitaminas.

Os processos com membranas se baseiam na separação dos componentes de uma mistura líquida ou gasosa por meio de uma membrana semi-permeável. Na Figura 4, é apresentado um esquema de um processo com membranas, onde se pode observar a fração original, alimentada ao sistema, que é separada em duas, denominadas de permeado, a fração que permeia a membrana, e retido, a fração que não consegue atravessar a membrana.



**Figura 4.** Representação esquemática de um processo de separação por membranas

Na indústria de alimentos, os processos com membranas de maior aplicação são a microfiltração e a osmose inversa, que diferem entre si pelo tamanho médio dos poros das membranas filtrantes utilizadas, implicando na necessidade de diferentes faixas de pressão operacional, e pelo tipo de membrana utilizada, já que, no caso das membranas de osmose inversa, os

poros não existem, ou seja, são membranas densas, nas quais o transporte ocorre pelo mecanismo de sorção-difusão.

A microfiltração é um dos processos de separação por membranas que pode ser utilizado para a produção de sucos clarificados e microbiologicamente seguros. Porém, dependendo do tamanho e das características do soluto a ser separado, o mesmo pode ser retido pela membrana, possibilitando a sua concentração.

No processamento de sucos, a osmose inversa é aplicada principalmente para concentração do suco ou de compostos de interesse do mesmo. Em função da pressão osmótica da solução, que aumenta com o aumento da concentração, é uma tecnologia que pode ser utilizada como uma etapa de pré-concentração, necessitando de um segundo processo para se atingir os níveis de concentração que são utilizados industrialmente com os evaporadores térmicos.

Neste trabalho, foram estudadas e definidas as condições do processo de microfiltração, tanto para a concentração dos carotenóides da polpa de cajá como para a clarificação do suco de amora, e do processo de osmose inversa, para a concentração do suco de melão.

## **Desenvolvimento**

### **Concentração de carotenóides da polpa de cajá por microfiltração**

Para o estudo da concentração dos carotenóides do cajá, foi utilizada como matéria-prima uma polpa de cajá congelada comercial, da marca Itiúba, adquirida diretamente da indústria produtora.

Após o descongelamento lento da polpa, esta foi submetida a um pré-tratamento enzimático utilizando a enzima Rapidase® (DSM Food Specialties), na concentração de 100 ppm, durante 30 minutos a 35°C, sob

agitação. O tratamento foi interrompido por meio de um banho de gelo.

Em seguida, foi iniciado o processo de microfiltração, conduzido em um sistema com três membranas tubulares de  $\alpha$ -alumina ( $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ ), da TIA (Figura 5), com área filtrante de  $0,165\text{ m}^2$ . As membranas têm diâmetro médio de poro de  $0,1\ \mu\text{m}$ . Os processos foram conduzidos a  $35^\circ\text{C}$ , em batelada simples, com recirculação da fração retida e recolhimento contínuo do permeado até se atingir um fator de concentração volumétrico próximo de 2,0. Utilizou-se uma diferença de pressão aplicada ao sistema de 2,5 bar. O fluxo de permeado (J), que representa a produtividade do processo, foi calculado a partir da medida do volume recolhido em um tempo determinado, de acordo com a equação 1.

$$J = (v/t) / A$$

Eq. 1

onde:

v= volume de permeado recolhido num determinado tempo

t= tempo de permeação

A= área filtrante da membrana.



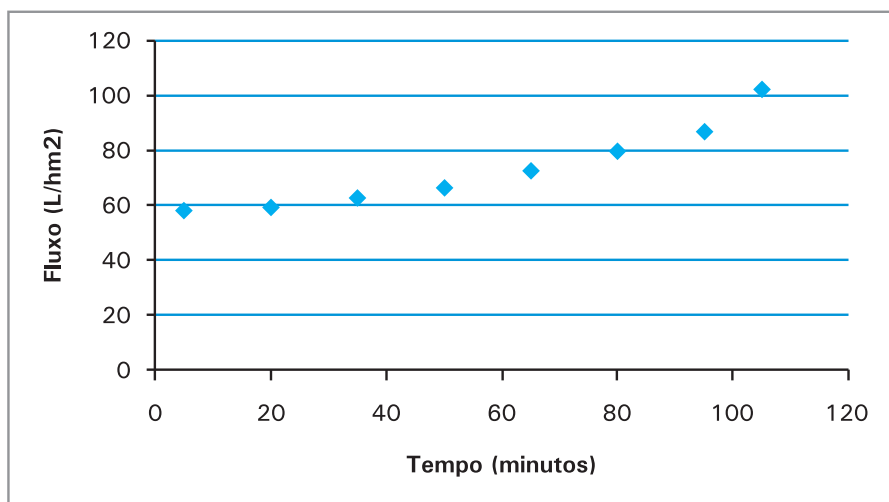
**Figura 5.** Sistema de microfiltração com membranas cerâmicas  
Foto: Virgínia Matta

As três frações do processo, alimentação, permeado e retido, como também a polpa original, antes do tratamento enzimático, foram avaliadas quanto ao teor de sólidos solúveis, acidez, pH (AOAC INTERNATIONAL, 2000), carotenóides totais e capacidade antioxidante.



Os carotenóides totais foram avaliados por método espectrofotométrico a 452nm (RODRIGUEZ-AMAYA, 2001), sendo o resultado expresso em â-criptoxantina, uma vez que este é o carotenóide predominante no fruto. Para a determinação da capacidade antioxidante, foi utilizado o método de redução de radical ABTS+, sendo o resultado expresso em Trolox equivalente (RE et al., 1999).

O fluxo médio de permeado do processamento da polpa de cajá por microfiltração foi de 64,5 L/hm<sup>2</sup> e o comportamento do mesmo está apresentado na Figura 6, onde se pode observar uma tendência de aumento do fluxo permeado com o tempo, provavelmente em função da pressão aplicada, que tende a aumentar com o aumento da concentração da fração retida e também pela ação residual da enzima utilizada no pré-tratamento.



**Figura 6.** Comportamento do fluxo permeado durante a microfiltração da polpa de cajá em membrana cerâmica.

Na Tabela 1, podem ser observados os valores dos diferentes parâmetros analisados na polpa nas diferentes etapas do processo.

Os resultados obtidos mostram que os carotenóides concentraram em duas vezes, na mesma faixa que o fator de concentração volumétrico do processo,

sugerindo que não houve perda destes compostos durante o processamento. Por outro lado, o aumento da capacidade antioxidante não apresentou correlação direta com o aumento do teor de carotenóides.

**Tabela 1.** Caracterização da polpa de cajá durante o processamento em membranas cerâmicas de microfiltração

	Polpa	Alimentação (polpa enzimada)	Permeado	Retido (concentrado)
Sólidos solúveis ( <sup>o</sup> Brix)	10,2	10,9	8,2	11,8
pH	2,65	2,60	2,70	2,61
Acidez (g/100g)	1,37	1,25	1,08	1,46
Carotenóides (µg/100g)	2476,9	2461,5	15,7	5186,5
Capacidade antioxidante (µmol Trolox/g)	8,76	7,78	1,96	10,31

## Clarificação de suco de amora por microfiltração

A matéria-prima utilizada foi amora-preta da variedade Tupi. Os frutos de amora foram submetidos às etapas usuais do processamento de polpas e sucos: seleção, lavagem por aspersão e despulpamento, realizado em despulpadeira horizontal com uma peneira de 0,6 mm de diâmetro. Após estas etapas, o suco foi refinado utilizando-se malha polimérica de 150 µm, com o objetivo de padronizar o teor de sólidos solúveis e minimizar a queda do fluxo de permeado.

O suco refinado foi submetido a um tratamento enzimático com a enzima Rapidase® (DSM Food Specialties) na concentração de 400ppm, a 35°C por 30 minutos, para diminuição da viscosidade do suco (ARAUJO et al., 2011). A microfiltração foi realizada em um sistema semi-piloto constituído por quatro módulos de membranas cerâmicas (Figura 5) com áreas de filtração de 0,055 m<sup>2</sup> cada, a 35°C e 3 bar de pressão aplicada à membrana.

O processo foi realizado em regime de batelada, onde o permeado foi recolhido continuamente e o retido retornado ao tanque de alimentação. O fator de concentração volumétrico (FCV), definido como a razão entre o volume inicial da alimentação e o volume retido, foi determinado ao longo dos

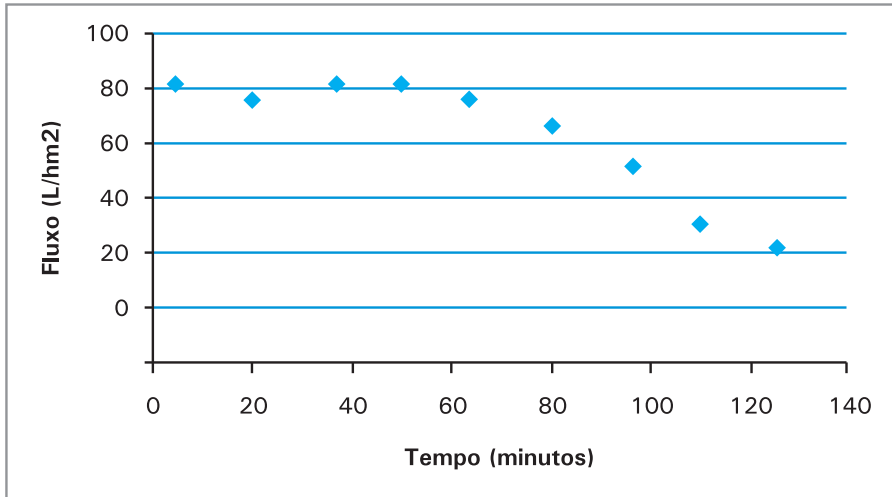
processos, sendo o volume retido calculado pela diferença entre os volumes iniciais de alimentação e de permeado.

A eficiência do processo foi avaliada pelo valor do fluxo de permeado, determinado de acordo com a equação 1.

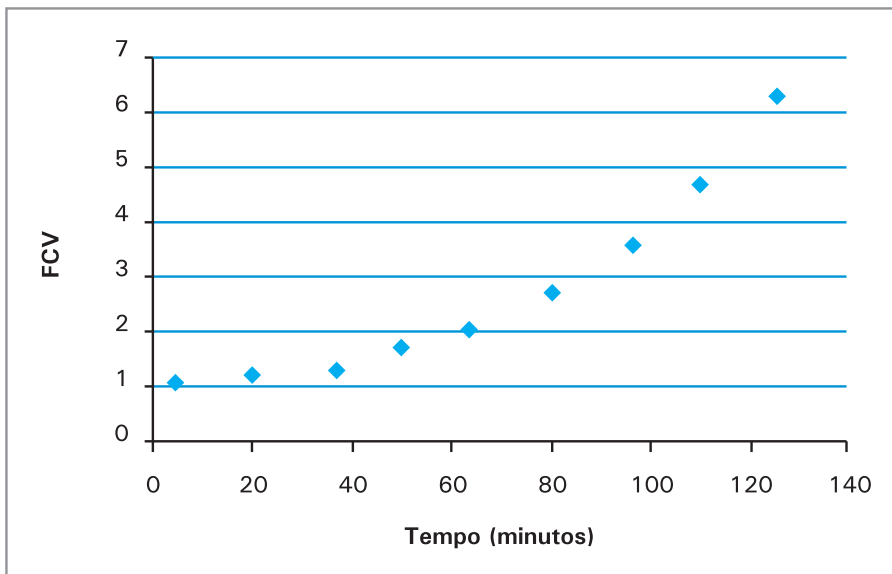
As amostras do suco integral, suco refinado, alimentação, suco permeado ou clarificado e suco retido foram analisadas quanto aos seguintes parâmetros: pH, sólidos solúveis e acidez (AOAC INTERNATIONAL, 2000); compostos fenólicos totais, determinado por espectrofotometria, utilizando o reagente de Folin-Ciocalteau (GEORGÉ et al., 2005); capacidade antioxidante, utilizando o método de redução do radical ABTS<sup>+</sup> (RE et al., 1999); e antocianinas, utilizando o método do pH diferencial, determinado por espectrofotometria (WROLSTAD, 2001).

Na Figura 7, pode ser observado o comportamento do fluxo permeado ao longo do tempo de processo de microfiltração à temperatura de 35°C. Verifica-se o comportamento clássico de processos com membranas, com diminuição do fluxo em função do tempo, sendo o valor médio do fluxo de 70 L/hm<sup>2</sup>. Na Figura 8, observa-se o comportamento do fator de concentração volumétrica, que aumenta com o tempo. Nas condições utilizadas, foi possível atingir um FCV de 7,0.

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios dos dados de composição do suco de amora integral e refinado, da alimentação, do suco retido e do permeado do processo de microfiltração. O teor de sólidos solúveis e a acidez do suco variaram nas diferentes etapas do processo, com diminuição no suco permeado e um pequeno aumento no suco retido. Um comportamento similar foi observado para os compostos bioativos e para a capacidade antioxidante. Foi evidenciada uma perda nos teores de antocianinas e de fenólicos totais na etapa de refino, assim como no suco permeado (clarificado). Por outro lado, verificou-se uma retenção das antocianinas e fenólicos no suco retido e, conseqüentemente, da capacidade oxidante.



**Figura 7.** Comportamento do fluxo permeado durante a microfiltração de suco de amora em membrana cerâmica



**Figura 8.** Variação do fator de concentração volumétrico (FCV) durante a microfiltração de suco de amora em membrana cerâmica

**Tabela 2.** Caracterização do suco de amora durante o processamento em membranas cerâmicas de microfiltração

	Suco integral	Suco refinado	Alimentação	Permeado	Retido
Sólidos solúveis (°Brix)	11,6	11,5	11,0	10,4	13,0
pH	3,48	3,48	3,50	3,48	3,47
Acidez (g/100g)	1,02	0,86	0,85	0,79	0,98
Antocianinas totais (mg/100g)	73,11	57,59	55,33	40,03	69,05
Fenólicos totais (mg/100g)	319,62	271,56	249,50	197,88	521,01
Capacidade antioxidante ( $\mu\text{mol Trolox/g}$ )	18,30	16,79	15,33	7,65	31,53

## Concentração de suco de melão por osmose inversa

Para este processo, utilizou-se como matéria prima polpa de melão congelada comercial do tipo Galia, que foi uniformizada e refinada em uma despoldadeira bonina 0.25 df com peneira de 0,6 mm, obtendo-se assim o suco refinado.

O suco refinado foi acidificado com suco de limão até pH 4,35 e, em seguida, concentrado por osmose inversa. O processo foi conduzido em uma unidade semi-piloto do tipo quadro e placas (Figura 9), com área de permeação de 0,72 m<sup>2</sup>, utilizando membranas compostas com rejeição nominal ao NaCl de 95%. O fluxo de permeado foi calculado ao longo do processo, pela medida do volume recolhido em determinado tempo por meio da equação 1.



**Figura 9.** Equipamento de osmose inversa do tipo quadro e placas  
Foto: Virgínia Matta

Foram retiradas amostras do suco nas diferentes etapas do processo para determinação dos teores de sólidos solúveis e totais, acidez, pH (AOAC INTERNATIONAL, 2000), compostos fenólicos totais (método espectrofotométrico utilizando o reagente de Folin-Ciocalteu), de acordo com Georgé et al. (2005) e capacidade antioxidante pela redução do radical ABTS<sup>+</sup> (RE et al., 1999).

O fluxo médio obtido foi de 32 L/hm<sup>2</sup>, atingindo-se um fator de concentração de 3,7.

Na Tabela 3, são apresentados os resultados da caracterização do suco nas diferentes etapas do processo, ou seja, a polpa original, o suco refinado, o suco acidificado, a fração permeada e o suco concentrado (retido).

Comparando-se os resultados obtidos antes e depois da concentração, observou-se um aumento nos teores de sólidos solúveis e totais de 11,4 para 23,1°Brix e de 11,5 para 26,8 g/100g, respectivamente, assim como na

acidez, que variou de 0,36 para 0,79 g ácido cítrico/100g. Com relação ao pH, observou-se uma redução de 4,54 para 4,42 no produto final, em função do maior teor de ácidos orgânicos. Foi também verificado um aumento nos teores de fenólicos totais e da capacidade antioxidante, que passaram de 18,7 para 33,4 mg ácido gálico/100g e de 1,67 para 2,11  $\mu\text{mol Trolox/g}$ , respectivamente, que, entretanto não foram proporcionais ao fator de concentração volumétrica, indicando que houve uma perda de compostos fenólicos durante o processamento e, conseqüentemente, na capacidade antioxidante do suco de melão concentrado.

**Tabela 3.** Caracterização do suco de melão durante o processo de concentração por osmose inversa

	Suco refinado (alimentação)	Suco concentrado (retido)	Permeado
Sólidos solúveis ( $^{\circ}\text{Brix}$ )	11,4	23,0	0,0
pH	4,54	4,42	5,46
Acidez (g/100g)	0,36	0,79	0,02
Sólidos totais (%)	11,5	26,8	0,1
Fenólicos totais (mg/100g)	18,7	33,4	4,0
Capacidade antioxidante ( $\mu\text{mol Trolox/g}$ )	1,67	2,11	1,46

## Considerações finais

Os resultados obtidos mostraram que o processo de microfiltração foi eficaz na concentração dos carotenóides da polpa de cajá, permitindo que fosse atingido um fator de concentração destes compostos semelhante ao fator de concentração volumétrico do processo. Os dados necessitam ser escalonados e uma operação em maior escala pode permitir que níveis de concentração mais elevados sejam atingidos.

Para o suco de amora, cujo objetivo era a clarificação, a microfiltração promoveu a remoção da polpa, resultando em um suco límpido e clarificado, havendo, porém, retenção dos compostos responsáveis pela capacidade antioxidante. Houve concentração de todos os parâmetros avaliados no suco retido em relação ao suco original e consequente diminuição destes no suco permeado; porém ambas as frações mostraram-se ricas em compostos bioativos.

Na concentração do suco de melão, não se verificou um aumento no teor de compostos fenólicos compatível com o fator de concentração volumétrico atingido, sugerindo que houve perda destes compostos. Portanto, faz-se necessária a avaliação do processo em outras condições operacionais, a fim de permitir uma maior preservação dos compostos de interesse.

## Referências

ANTUNES, L. E. C.; TREVISAN, R.; GONÇALVES, E. D.; FRANZON, R. C. Produção extemporânea de amora-preta. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 430-434, 2006.

AOAC INTERNATIONAL. **Official methods of analysis of the AOAC International**. 17th ed. Gaithersburg, 2000. 2 v.

ARAUJO, M. C. P. de; GOUVÊA, A. C. M. S.; COUTO, D. S.; CABRAL, L. M. C.; GODOY, R. L. de O.; FREITAS, S. P. Effect of enzymatic treatment on the viscosity of raw juice and anthocyanins content in the microfiltrated blackberry juice. **Desalination and Water Treatment**, v. 27, 2011. No prelo.



GEORGÉ, S.; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1370-1373, 2005.

HABERT, A. C.; BORGES, C. P.; NOBREGA, R. **Processos de separação por membranas**. Rio de Janeiro: E-papers, 2006. 180 p.

HAMANO, P. S.; MERCADANTE, A. Z. Composition of carotenoids from commercial products of caju (*Spondias lutea*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 14, n. 4, p. 335-343, 2001.

HAMINIUK, C. W. I.; SIERAKOWSKI, M.-R.; IZIDORO, D. R.; MASSON, M. L. Rheological characterization of blackberry pulp. **Brazilian Journal of Food Technology**, Curitiba, v. 9, n. 4, p. 291-296, out./dez. 2006.

**IBGE. Pesquisa de orçamentos familiares 2002-2003: análise da disponibilidade domiciliar de alimentos e do estado nutricional no Brasil. Rio de Janeiro, 2004. Disponível em:** <<http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/condicaoodevida/pof/2002analise/default.shtm>>. **Acesso em: 6 nov. 2010.**

INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS. Comparativo das exportações brasileiras de frutas frescas 2008. 12 jan. 2009. Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/estatisticas/Exportação/ComparativoExportacoesBrasileiras2008-2007.pdf>>. Acesso em: 8 jun. 2010.

KRINSKY, N. I.; JOHNSON, E. J. Carotenoid actions and their relation to health and disease. **Molecular Aspects of Medicine**, v. 26, n. 6, p. 459-516, 2005.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. A. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. **Free Radical Biological and Medicine**, v. 26, n. 9-10, p.1231-1237, 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B.; KIMURA, M. Carotenóides e valor de vitamina A em cajá (*Spondias lutea*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 9, n. 2, p. 148-162, 1989.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods.**

Washington, DC: Ilsi, 2001. 64 p. Disponível em: <<http://www.cavallarozucche.altervista.org/pdf/carotenoid.pdf>>.

Acesso em: 20 dez. 2010.

TIWARI, B. K.; O'DONNELL, C. P.; MUTHUKUMARAPPAN, K.; CULLEN, P. J. Anthocyanin and colour degradation in ozone treated blackberry juice.

**Innovative Food Science & Emerging Technologies**, v. 10, n. 1, p. 70-75, jan. 2009.

TONON, R. V.; BRABET, C.; HUBINGER, M. D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p. 444-450, abr./jun. 2009.

TÜRKBEN, C.; SARIBURUN, E.; DEMIR, C.; UYLA<sup>a</sup>ER, V. Effect of freezing and frozen storage on phenolic compounds of raspberry and blackberry cultivars. **Food Analytical Methods**, v. 3, n. 3, p. 144-153, 2010.

WROLSTAD, R. (Ed.). **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: Wiley, 2001.



---

**Agroindústria de Alimentos**

CGPE 8892