

## Produção de Sucos de Acerola e Caju e de Repositor Hidroeletrólítico Clarificados por Membranas





ISSN 0103-6068 78

Maio, 2007

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária  
Centro Nacional de Pesquisa de Tecnologia Agroindustrial de Alimentos  
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

# *Documentos*78

## **Produção de Sucos de Acerola e Caju e de Repositor Hidroeletrolítico Clarificados por Membranas**

Virgínia Martins da Matta  
Lourdes Maria Corrêa Cabral  
Roberto Luiz Pires Machado  
Luciana Leitão Mendes  
Marcos Luiz Leal Maia  
Suely Pereira Freitas

Rio de Janeiro, RJ  
2007

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

**Embrapa Agroindústria de Alimentos**

Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba

CEP: 23020-470 - Rio de Janeiro - RJ

Telefone: (0xx21)2410-9500

Fax: (0xx21)2410-1090

Home Page: [www.ctaa.embrapa.br](http://www.ctaa.embrapa.br)

E-mail: [sac@ctaa.embrapa.br](mailto:sac@ctaa.embrapa.br)

**Comitê Local de Publicações e Editoração da Unidade**

Presidente: Virgínia Martins da Matta

Membros: Marcos José de Oliveira Fonseca, Marília Penteado Stephan, Ronoel Luiz de Oliveira Godoy e André Luis do Nascimento Gomes

Secretária: Renata Maria Avilla Paldês e Celia Gonçalves Fernandes

Revisor de texto: Comitê de Publicações

Normalização bibliográfica: Luciana Sampaio de Araújo

Foto da capa: André Guimarães de Souza

Fotos: Luiz Fernando Menezes da Silva e Virgínia Martins da Matta

Tratamento das fotos e ilustrações: André Luis do Nascimento Gomes

Editoração eletrônica: André Luis do Nascimento Gomes

**1ª edição**

1ª impressão (2007): 100 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**

---

Produção de sucos de acerola e caju e de repositores hidroeletrólitos clarificados por membranas / Virgínia Martins da Matta ... [et al.]. - Rio de Janeiro : Embrapa Agroindústria de Alimentos, 2007. 28 p.; 21cm - (Documentos / Embrapa Agroindústria de Alimentos. ISSN 0103-6068; 78)

1. Suco de fruta. 2. Produção. 3. Isotônico. 4. Tecnologia de membranas. I. Matta, Virgínia Martins da. II. Cabral, Lourdes Maria Corrêa. III. Machado, Roberto Luiz Pires. IV. Mendes, Luciana Leitão. V. Maia, Marcos Luiz Leal. VI. Freitas, Suely Pereira. VII. Embrapa Agroindústria de Alimentos. VIII. Série.

---

CDD 663.63 (21. ed.)

© Embrapa, 2007

# **Autores**

## **Virgínia Martins da Matta**

Eng. Quím., D.Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos,  
Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba, CEP 23020-470,  
Rio de Janeiro, RJ. Telefone: (0xx21) 2410-9613.  
E-mail: vmatta@ctaa.embrapa.br

## **Lourdes Maria Corrêa Cabral**

Eng. Quím., D.Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos,  
Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba, CEP 23020-470,  
Rio de Janeiro, RJ. Telefone: (0xx21) 2410-9623.  
E-mail: lcabral@ctaa.embrapa.br

## **Roberto Luiz Pires Machado**

Eng. Agrôn., Embrapa Agroindústria de Alimentos,  
Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba, CEP 23020-470,  
Rio de Janeiro, RJ. Telefone: (0xx21) 2410-9541.  
E-mail: machado@ctaa.embrapa.br

## **Luciana Leitão Mendes**

Publicitária, Embrapa Agroindústria de Alimentos,  
Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba, CEP 23020-470,  
Rio de Janeiro, RJ. Telefone: (0xx21) 2410-9538.  
E-mail: luciana@ctaa.embrapa.br

**Marcos Luiz Leal Maia**

Eng. Quím., M.Sc., Embrapa Agroindústria de Alimentos,  
Av. das Américas, 29.501 - Guaratiba, CEP 23020-470,  
Rio de Janeiro, RJ. Telefone: (0xx21) 2410-9502.  
E-mail: [mmaia@ctaa.embrapa.br](mailto:mmaia@ctaa.embrapa.br)

**Suely Pereira Freitas**

Eng. Quím., D.Sc., Escola de Química,  
Centro de Tecnologia, Bl. E, sala E-207, Ilha do Fundão  
Rio de Janeiro, RJ. E-mail: [freitasp@eq.ufrj.br](mailto:freitasp@eq.ufrj.br)

# Apresentação

Este manual trata da produção de sucos clarificados de acerola e de caju, e de um repositivo hidroeletrolítico, mais conhecido como isotônico, elaborado a partir dessas duas frutas. Como elemento inovador, apresenta a microfiltração como processo de obtenção e conservação dos produtos.

É destinado ao segmento agroindustrial de produção de sucos e bebidas não-alcólicas, bem como aos interessados no tema, tendo como principal objetivo fornecer informações básicas sobre a tecnologia de processamento, complementada por informações econômicas e de mercado.

O manual é composto de uma parte introdutória, que contempla aspectos de mercado e da importância desses segmentos industriais, dos produtos e da tecnologia. Em seguida, são apresentadas as etapas dos processos de fabricação dos sucos e do repositivo clarificado, assim como os dados econômicos indicativos da viabilidade econômica da implantação de unidades industriais que utilizem os referidos processos. Nos dois últimos tópicos, são indicadas as noções básicas das Boas Práticas de Fabricação e de rotulagem, finalizando com as referências bibliográficas utilizadas na elaboração deste documento.

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

*Amauri Rosenthal*

Chefe Geral da Embrapa Agroindústria de Alimentos



# Sumário

<b>Introdução</b> .....	09
Sucos de frutas .....	09
Sucos clarificados .....	10
Repositores hidroeletrólíticos .....	10
Tecnologia de membranas .....	11
<b>Processo de Produção</b> .....	13
Matéria-prima .....	13
Formulação .....	15
Clarificação .....	15
Envase .....	16
Armazenamento .....	17
<b>Dados Econômicos dos Processos</b> .....	17
Sucos clarificados .....	18
Repositor hidroeletrólítico .....	20
<b>Boas Práticas de Fabricação</b> .....	21
Pessoal .....	21
Instalações .....	22
Operação .....	22
Controle de pragas .....	23
Registro e documentação .....	24
<b>Rotulagem</b> .....	24
Sucos de frutas .....	24
Repositores hidroeletrólíticos .....	25
<b>Referências Bibliográficas</b> .....	26



# Produção de Sucos de Acerola e Caju e de Repositor Hidroeletrólítico Clarificados por Membranas

---

*Virginia Martins da Matta  
Lourdes Maria Corrêa Cabral  
Roberto Luiz Pires Machado  
Luciana Leitão Mendes  
Marcos Luiz Leal Maia  
Suely Pereira Freitas*

## Introdução

### Sucos de frutas

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas frescas, com uma produção de cerca de 40 milhões de toneladas no ano de 2005, embora as exportações representem apenas 2% deste total (O MERCADO..., 2007). As exportações de sucos de frutas (excetuando-se os cítricos), em torno de 90 mil toneladas em 2004, foram cerca de 45% maiores do que em 2003 (ESTATÍSTICAS..., 2007). Em 2005, foram produzidos, no Brasil, 370 milhões de litros de sucos para atender aos mercados interno e externo. Considerando apenas o mercado de sucos prontos para beber, entre 2001 e 2005, foi verificado um aumento de 207% (CRESCER..., 2007). Apesar desses números, o consumo *per capita* de sucos no Brasil ainda é muito baixo principalmente se comparado ao consumo em países da Europa e nos Estados Unidos. Assim, ainda há um potencial de aumento do consumo bastante significativo, ainda mais ao se considerar o mercado para outras bebidas à base de frutas.

O consumo de isotônicos no Brasil também tem aumentado expressivamente, apesar de ainda ser considerado pequeno, 20,5 milhões de litros. A produção de isotônicos apresentou aumento de 10% entre 2004 e 2005 (AMBEV..., 2006), enquanto que o setor de energéticos apresentou um crescimento médio de 26% entre 1999 e 2005. Nos Estados Unidos, o segmento apresentou um aumento de 28,4% entre 2002 e 2004, atingindo U\$ 1,3 bilhão neste ano (ROBERTS, 2004).

Observa-se uma forte tendência do mercado pela escolha de produtos naturais, nutritivos, saudáveis e seguros, com um apelo cada vez maior da funcionalidade do alimento, ou seja, da sua capacidade de contribuir para a prevenção de doenças.

A acerola e o caju apresentam essas características de forma marcante, pois contêm altos teores de vitamina C, carotenóides e compostos fenólicos, substâncias com propriedades antioxidantes. Além da importância nutricional e funcional dessas frutas, elas têm uma importância econômica para o país, e, mais particularmente, para a Região Nordeste, principal produtora. Apesar disso, ainda há um grande potencial de crescimento do mercado de produtos de acerola e de caju.

Neste sentido, o desenvolvimento e a adequação de processos para conservação de sucos e de bebidas à base dessas frutas, que preservem tanto as suas principais características promotoras de saúde, quanto a riqueza de aromas e sabores que as caracterizam, são ações que contribuirão para o desenvolvimento, ainda maior, deste importante segmento do agronegócio.

## **Sucos clarificados**

A clarificação de sucos não só permite a estabilização dos mesmos durante o armazenamento, como também facilita o tratamento térmico posterior. Sucos clarificados podem, ainda, ser utilizados na elaboração de geléias finas, refrigerantes e outros produtos.

A clarificação de sucos tem sido realizada com o auxílio de coadjuvantes de fabricação, como a gelatina, que provocam a floculação das substâncias que causam a turbidez, a fim de possibilitar a separação das mesmas. A adição de enzimas, seguida de filtração com terra diatomácea, é também uma outra técnica utilizada para clarificação. Estes métodos têm como desvantagens a necessidade de grandes tanques para sedimentação e/ou refino e o uso dos auxiliares de filtração, que representam maiores custos e demandam um descarte adequado, além de envolverem diversas etapas e longo tempo de processamento.

A microfiltração e a ultrafiltração, processos de separação que utilizam membranas, apresentam-se como alternativa aos processos convencionais. As substâncias que causam a turbidez são retidas pela membrana, e o produto permeado é o suco clarificado. Neste caso, o produto clarificado é obtido em uma única etapa, sem necessidade de agentes de filtração (MATTA; CABRAL; SILVA, 2004).

## **Repositores hidroeletrólíticos**

As bebidas para esportistas, aquelas que têm como objetivo uma hidratação rápida e a reposição de sais perdidos pelos atletas na prática de atividades físicas, têm sido chamadas, genericamente, de isotônicos, o que nem sempre

é verdade, uma vez que nem todas possuem as concentrações de eletrólitos similares à do plasma sanguíneo. Na legislação brasileira essas bebidas são denominadas repositores hidroeletrólíticos e são classificadas como alimentos para praticantes de atividade física (BRASIL, 1998), cuja composição deve incluir teores variados de sódio e de carboidratos.

É importante ressaltar, também, a diferença existente entre os repositores hidroeletrólíticos e os repositores energéticos, termos muitas vezes confundidos pelos consumidores desses produtos. Nos últimos, os carboidratos devem constituir, no mínimo, 90% dos nutrientes energéticos presentes na formulação, podendo opcionalmente conter vitaminas e ou minerais (BRASIL, 1998). Isto quer dizer que são produtos com composição diferenciada e com indicações de uso diferentes. Os repositores energéticos objetivam prioritariamente o alcance e/ou manutenção do nível apropriado de energia dos atletas.

Wolkoff (2004) desenvolveu, em escala de bancada, um repositore hidroeletrólítico formulado à base de sucos clarificados de acerola e caju, visando atender ao mercado consumidor dessas bebidas com um produto de maior valor agregado e mais saudável, por conter os nutrientes provenientes das frutas que o compõem, destacando-se a vitamina C.

## **Tecnologia de membranas**

Os processos de separação por membranas baseiam-se na permeação seletiva de produtos líquidos ou gasosos através de uma membrana, como conseqüência de uma força motriz aplicada à membrana, que varia para os diferentes processos.

A principal vantagem dessa tecnologia é o fato de os processos serem conduzidos a temperaturas brandas, o que se mostra bastante indicado para o processamento de alimentos. Desta forma, é possível preservar os componentes termossensíveis, que são, na sua maioria, responsáveis tanto pelas características de aroma e sabor dos alimentos quanto por suas propriedades nutricionais.

Além disso, nos processos com membranas, em geral, não ocorre mudança de fase, representando uma economia de energia, além de empregarem equipamentos compactos e modulares, o que facilita a sua operação e o escalonamento dos mesmos.

A microfiltração e a ultrafiltração são os processos com membranas mais semelhantes à filtração convencional, pois a separação se baseia na diferença de tamanho entre os poros da membrana e o soluto a ser separado. A força

motriz é a diferença de pressão aplicada à membrana, que pode variar na faixa de 1 a 5 bar, em função das características da membrana utilizada e do produto que se deseja separar.

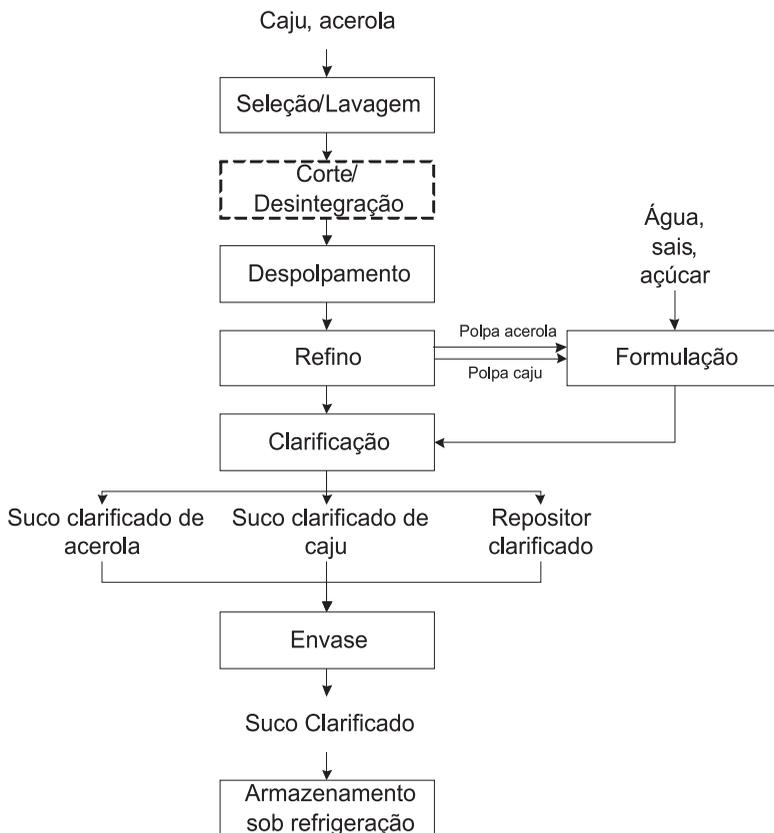
Os processos com membranas já são utilizados em alguns segmentos da indústria de alimentos, como, por exemplo, no setor de laticínios, para fracionamento do soro de queijo, concentração do leite na fabricação de queijo, “pasteurização a frio” do leite (SABOYA; MAUBOIS, 2000). Também são utilizados para concentração de proteínas, no processo de obtenção de gelatina.

Na indústria de sucos de frutas, tanto a microfiltração quanto a ultrafiltração são utilizadas para clarificação e “pasteurização” a frio. Para o suco de laranja, são utilizadas na recuperação do suco de segunda prensagem (MILNES, 1995).

Os bons resultados obtidos na clarificação dos sucos de acerola e de caju por microfiltração em escala de bancada por Matta, Cabral e Silva (2004) e Cianci et al. (2005) mostram um cenário bastante favorável para a aplicação desta tecnologia para diversas outras frutas.

## Processo de Produção

No diagrama mostrado na Fig.1, estão apresentadas as principais etapas do processo de produção dos sucos de acerola e de caju clarificados por membranas e de um repositor hidroeletrolítico à base desses sucos.



**Fig. 1.** Diagrama esquemático do processo de produção de sucos clarificados de acerola e de caju e de repositores hidroeletrolíticos à base desses sucos, por processos com membranas.

### Matéria-prima

A matéria-prima para a obtenção de sucos clarificados e/ou de um repositores hidroeletrolíticos pode ser tanto a fruta *in natura* quanto a polpa da fruta congelada. Para o repositores, além das polpas das frutas, são utilizados como ingredientes açúcar, citrato de sódio, cloreto de sódio e água.

Tendo como matéria-prima a fruta fresca, o processamento inicial inclui todas as etapas do processo de obtenção de polpas, até o momento do envase. As frutas são selecionadas, lavadas, sanitizadas com água clorada e enxaguadas. Após a higienização, a acerola (Fig. 2) vai direto para o despulpamento, obtendo-se a polpa fresca. No caso do caju (Fig. 3), retira-se a castanha e a extração da polpa pode ser realizada tanto em despulpadeiras quanto em prensas. Após o despulpamento, as polpas devem ser refinadas utilizando-se a própria despulpadeira com peneiras de malha mais fina ou a refinadora, também conhecida como *finisher*.



**Fig. 2.** Lavagem da acerola por aspersão.



**Fig. 3.** Lavagem do caju por imersão.

Partindo-se da polpa congelada, estas devem ser descongeladas e enviadas diretamente para o tanque de alimentação do sistema de membranas.

No processo de fabricação do repositivo hidroeletrólítico, os sucos clarificados são transferidos para o tanque de formulação.

É importante que sejam utilizadas polpas que tenham sido submetidas à etapa de refino para redução das fibras insolúveis e de material em suspensão, que diminuem a produtividade da etapa de filtração nas membranas.

## Formulação

O repositivo hidroeletrólítico é formulado diluindo-se em água uma mistura de polpas de acerola e de caju, adicionada de açúcar, citrato de sódio e cloreto de sódio, que serão os responsáveis pelas características de isotonicidade do produto.

## Clarificação

Os três produtos, o suco de acerola, o suco de caju ou o repositivo hidroeletrólítico formulado, são bombeados para o sistema de membranas (Fig. 4), que consta de tanque de alimentação, bombas centrífugas para alimentação do produto, trocador de calor, os módulos com membranas tubulares, além dos instrumentos para controle das condições do processo, como termômetro, rotâmetro e manômetros e o painel de controle.



**Fig. 4.** Sistema de membranas tubulares.

Podem ser utilizadas membranas poliméricas ou cerâmicas, com tamanhos de poro entre 500 kDa a 0,3  $\mu\text{m}$ . A diferença de pressão aplicada à membrana deve estar entre 100 e 300 bar e a temperatura de processo deve estar na faixa de 30-35°C.

O processo é conduzido em batelada alimentada, com recolhimento contínuo (Fig. 5) da fração permeada (repositor ou suco clarificado), que é imediatamente envasada, e recirculação da fração retida, alimentando-se com suco integral na mesma proporção de recolhimento do permeado.



**Fig. 5.** Suco clarificado permeado sendo recolhido para o tanque de alimentação da dosadora.

## **Envase**

O envase, utilizando dosadoras automáticas (Fig. 6), deve ser feito, preferencialmente, em ambiente asséptico, ou seja, em uma sala fechada e limpa, a fim de evitar a recontaminação do produto clarificado. O acondicionamento pode ser feito em garrafas plásticas ou de vidro, ou, ainda, em tambores, dependendo do mercado a que se destina o produto.



Fig. 6. Dosadora de tambores, em sala fechada.

## Armazenamento

Os sucos clarificados e o repositur hidroeletrólítico devem ser armazenados em câmaras refrigeradas (temperatura entre 4 e 6°C) até o momento do seu consumo, que não deve ultrapassar três meses a partir da data de fabricação. A vida útil dos produtos, entretanto, está diretamente relacionada à manutenção de condições adequadas de higiene durante o processamento e o envase dos mesmos.

## Dados Econômicos dos Processos

Os dados econômicos para os processos de clarificação dos sucos e produção do repositur clarificado foram avaliados considerando-se unidades industriais que adquiririam as polpas de frutas congeladas. Ou seja, indústrias que não fariam o processamento das frutas *in natura*.

Para a estimativa do investimento total considerou-se o investimento fixo e o custo de projeto. Entretanto, o capital inicial deve incluir adicionalmente o capital de giro e o custo de partida da unidade de produção (PETERS; TIMMERHAUS, 1968). O investimento fixo incluiu os custos com aquisição, transporte e instalação dos equipamentos e os custos com a construção civil.

Os custos de construção da planta industrial foram estimados em função da área construída (BAASEL, 1990; PINIWEB, 2003). Os preços dos equipamentos foram obtidos com fabricantes de máquinas do Estado de São Paulo no ano de 2006.

A relação de Williams (1973), apresentada na equação 1, foi usada para estimar o investimento total em função da capacidade instalada:

$$I = I_0 (C/Co)^f \quad (1)$$

onde  $f = 0,74$  para plantas de processamento de frutas e vegetais (PARIN; ZUGARRAMURDI, 1994).

Os custos operacionais foram divididos em custos variáveis e custos fixos. Os custos variáveis foram estimados usando-se os custos unitários de matérias primas, embalagens, mão de obra e utilidades, praticados no mercado nacional em 2006.

Os custos fixos foram estimados a partir de relações estatísticas (MORESI, 1984; PETERS; TIMMERHAUS, 1968).

Para avaliar a taxa interna de retorno, os fluxos de caixa foram calculados anualmente, durante 10 anos, considerando-se a venda de toda a produção. O capital de giro foi descontado no ano 1 e retornou no ano 10. Para cálculo da receita líquida deduziram-se os impostos faturados (25% da receita bruta) e para cálculo do lucro líquido foram deduzidos os custos operacionais e a seguir o imposto de renda (27% do lucro bruto).

## **Sucos clarificados**

Os dados econômicos para a planta industrial de produção do suco clarificado foram estimados para uma capacidade instalada de 10.000 toneladas/ano de polpa, ou de acerola ou de caju. A jornada de trabalho foi projetada para dois turnos, reservando-se duas horas de cada turno para limpeza e montagem. No caso da acerola, cujo rendimento em escala industrial foi estimado em 51%, a produção anual é de 5.100 toneladas de suco clarificado enquanto que no caso do caju, com rendimento médio de 67%, a capacidade é de 6.700 toneladas anuais.

Como as polpas das duas frutas têm o mesmo preço, em função do maior rendimento do processo, o suco clarificado de caju pode ser comercializado a um preço 20% menor que o suco clarificado de acerola.

Em ambos os casos, mantendo-se fixo o preço de venda do produto, a taxa interna de retorno (TIR) é bastante sensível às variações no preço da matéria-prima e pouco sensível ao preço do investimento de capital. Para uma variação

de  $\pm 5\%$  no preço da polpa de acerola, a TIR do processo de produção do suco clarificado oscila entre 21 e 48% enquanto que para uma variação de  $\pm 5\%$  no investimento de capital a TIR oscila entre 33 e 35%. Para uma variação de  $\pm 5\%$  no preço da polpa de caju, a TIR oscila entre 23 e 48% enquanto que para uma variação de  $\pm 5\%$  no investimento de capital a TIR oscila entre 31 e 36%.

O investimento é considerado economicamente atraente pois a TIR, cerca de 35%, é maior que o custo de oportunidade das aplicações financeiras, cerca de 18%.

Nas Tabelas 1 e 2 são apresentados os custos operacionais e de investimento bem como os indicadores de viabilidade econômica.

**Tabela 1.** Investimento e custos operacionais para fabricação de sucos clarificados (capacidade instalada de 10.000 ton/ano de polpa de fruta).

	Suco clarificado de acerola	Suco clarificado de caju
Equipamentos (R\$)	1.275.000,00	1.275.000,00
Instalação + tubulações (R\$)	637.500,00	637.500,00
Instrumentação e controle (R\$)	127.500,00	127.500,00
Utilidades (R\$)	102.000,00	102.000,00
Construção civil (R\$)	153.000,00	153.000,00
<b>Investimento Fixo (R\$)</b>	<b>2.295.000,00</b>	<b>2.295.000,00</b>
Projeto (R\$)	191.250,00	191.250,00
<b>Investimento Total (R\$)</b>	<b>2.486.250,00</b>	<b>2.486.250,00</b>
Capital de giro (R\$)	4.325.324,00	4.186.662,00
<b>Custos operacionais (R\$)</b>	<b>26.739.136,00</b>	<b>25.907.160,00</b>

**Tabela 2.** Indicadores de viabilidade econômica para fabricação de sucos clarificados (capacidade instalada de 10.000 ton/ano de polpa de fruta).

	Suco clarificado de acerola	Suco clarificado de caju
Custo Unitário (R\$/kg)	4,86	3,87
Fator de composição do preço	0,29	0,32
Preço de venda (R\$/kg)	6,85	5,69
Ponto de nivelamento – PN (%)	6,7	6,1
Tempo de retorno do capital - TR (anos)	3,5	3,4
<b>Taxa interna de retorno – TIR (%)</b>	<b>34</b>	<b>35</b>

PN - quantidade mínima que a empresa deve produzir para igualar Receita Total e Custo Total; TR - período mínimo necessário para o investidor recuperar seu capital total aplicado; TIR - custo de oportunidade do capital se comparado a qualquer outra aplicação financeira.

## Repositor hidroeletrólítico

A fim de avaliar a influência da escala do processo, os dados econômicos para a planta industrial de produção do repositore foram estimados (Tabela 3) para duas unidades com capacidades de 7.000 e 1.400 toneladas/ano da mistura contendo polpa de acerola, polpa de caju e água. A jornada de trabalho foi projetada para dois turnos e um turno, respectivamente. O rendimento obtido em escala industrial foi estimado em 66%; portanto a produção anual é de 4.620 e 924 toneladas por ano, respectivamente.

O custo unitário de produção do repositore é bem menor que o do suco clarificado em função da adição de água na sua formulação, o que o torna mais competitivo comercialmente. Como consequência, a taxa interna de retorno (TIR) é menos sensível às oscilações no preço da matéria-prima do que no caso do suco clarificado. Para uma variação de  $\pm 5\%$  no preço das matérias primas, a TIR oscila entre 31 e 42%. Como nos casos anteriores, a TIR é pouco sensível às oscilações no investimento de capital.

A empresa com menor capacidade é menos competitiva e, para manter os mesmos indicadores econômicos, necessita comercializar seu produto com preço superior ao da empresa com maior capacidade (Tabela 4)

O investimento é considerado economicamente atraente pois a TIR, entre 41 e 43%, é maior que o custo de oportunidade das aplicações financeiras, de cerca de 18%.

**Tabela 3.** Investimento e custos operacionais para fabricação de repositore hidroeletrólítico clarificado (capacidades instaladas de 7.000 e 1.400 ton/ano).

	Repositor à base de caju e acerola	
	7.000 toneladas/ano	1.400 toneladas/ano
Equipamentos (R\$)	1.197.480,00	388.141,00
Instalação + tubulações (R\$)	598.740,00	194.070,00
Instrumentação e controle (R\$)	119.748,00	38.814,00
Utilidades (R\$)	239.496,00	77.628,00
Construção civil (R\$)	359.244,00	116.442,00
<b>Investimento Fixo (R\$)</b>	<b>2.514.708,00</b>	<b>815.096,00</b>
Projeto (R\$)	239.496,00	77.628,00
<b>Investimento Total (R\$)</b>	<b>2.754.204,00</b>	<b>892.724,00</b>
Capital de giro (R\$)	1.603.676,00	467.162,00
<b>Custos operacionais (R\$)</b>	<b>9.622.055,00</b>	<b>2.220.077,00</b>

**Tabela 4.** Indicadores de viabilidade econômica para fabricação de repositores hidroeletrólíticos clarificados (capacidades instaladas de 7.000 e 1.400 ton/ano).

	Repositor à base de caju e acerola	
	7.000 toneladas/ano	1.400 toneladas/ano
Custo Unitário (R\$/kg)	2,08	2,39
Fator de composição do preço	0,40	0,40
Preço de venda (R\$/kg)	3,47	4,00
Ponto de nivelamento – PN (%)	15	22
Tempo de retorno do capital – TR (anos)	2,08	2,39
<b>Taxa interna de retorno - TIR (%)</b>	<b>43</b>	<b>41</b>

PN - quantidade mínima que a empresa deve produzir para igualar Receita Total e Custo Total; TR - período mínimo necessário para o investidor recuperar seu capital total aplicado; TIR - custo de oportunidade do capital se comparado a qualquer outra aplicação financeira.

## Boas Práticas de Fabricação (BPF)

As BPF consistem, basicamente, em um conjunto de práticas simples e eficazes de manipulação, armazenagem e transporte de insumos, matérias-primas, embalagens, utensílios, equipamentos e produtos acabados. Também o projeto das instalações físicas das áreas de processamento e adjacentes, bem como a adequação do vestuário e trânsito de pessoal, é considerado nas BPF.

O escopo de atuação das BPF abrange aspectos relativos a treinamento e capacitação de pessoal, adequação das instalações de processamento e registros e documentação (BRASIL, 1997).

### Pessoal

Todo o pessoal empregado direta ou indiretamente no processamento deve estar ciente e atuante quanto ao uso das BPF. Além de serem submetidos a exames médicos adequados e periódicos, todo empregado suspeito de portar alguma afecção deverá ser afastado do contato direto com o processamento, inclusive manipulação de matéria-prima.

Os hábitos regulares de higiene devem ser estritamente observados, sendo proibido o uso de relógios, pulseiras, anéis e adornos em geral, perfumes e

esmaltes. O uso de toucas é obrigatório e deve cobrir absolutamente todo o cabelo de homens e mulheres. É expressamente proibido fumar e comer, portar ou guardar alimentos para consumo, no interior da fábrica.

## Instalações

As áreas de recepção da matéria-prima, de processo e de estoque de produtos acabados devem ser isoladas. Uma área separada deve ser reservada para o armazenamento de produtos de limpeza e higiene, além de outros agentes químicos estranhos aos alimentos. Deve-se observar a ventilação e o conforto térmico, assim como a facilidade de sanitização e limpeza. Os banheiros e vestiários devem estar afastados, no mínimo, 10 metros das áreas de processo que, por sua vez, não devem ter ligação direta com áreas externas.

Nas áreas de processamento os pisos e paredes devem possuir acabamento o mais liso possível, de cores claras, cerâmico, ou de tinta à base de resina epóxi. O acabamento deve ser arredondado em quaisquer junções entre pisos, outras paredes ou lajes de teto. Os pisos devem ter declive mínimo de 1% na área de processo, e sem inclinação nas áreas de estocagem. As janelas devem ser estruturadas em esquadrias de alumínio, devendo possuir área total equivalente a 20% da área da planta-baixa e devem ser munidas de telas finas e removíveis para lavagem e reparos.

Os tetos devem ser em superfície de laje, com acabamento com pintura epóxi, ou forro em PVC, de modo a permitir a limpeza freqüente e evitar o acúmulo de fungos, particularmente em áreas úmidas. A Iluminação deve fornecer um mínimo de 250 lux e um valor recomendado de 500 lux de intensidade luminosa nas áreas de trabalho. Nas áreas de estocagem, 150 lux são suficientes. Todas as lâmpadas devem possuir proteção plástica.

## Operação

Deve ser providenciada a confecção do manual de Boas Práticas de Fabricação, onde devem constar a descrição das instalações e os procedimentos operacionais de fabricação e procedimentos de controle e higienização. O fluxo das operações não deve permitir o cruzamento de matéria-prima e produto acabado, evitando contaminações cruzadas.

Todo material armazenado deve ser claramente identificado (data, lote, quantidade e hora) e adequadamente fechado em sua embalagem original. O material que der entrada na linha de produção deverá ter seu revestimento externo de embalagem retirado previamente. Adotar o sistema PVPS (Primeiro que vence - Primeiro que sai”), ou seja, o primeiro que entra será o primeiro a sair, devendo ser especialmente empregado nos almoxarifados de matéria-

prima e embalagens.

Equipamentos e utensílios em contato com os alimentos devem ser construídos em aço inoxidável ou plástico de grau alimentício, a exemplo de pás, espátulas e similares. Para instrumentação e controle de processo, os materiais devem ser revestidos com aço inox, a exemplo dos termômetros blindados, ou recipientes e coletores de amostras, nunca utilizando vidrarias para esta finalidade.

Todos os equipamentos de processo devem ser mantidos sempre com suas tampas fechadas, estejam eles dentro ou fora de operação. Os equipamentos devem guardar mais de 60 cm entre si e as paredes e 30 cm do piso que os suporta.

Durante a limpeza, todas as partes de equipamentos devem permanecer sobre estrados limpos de plástico e não diretamente sobre o piso.

As eventuais fontes de pingos, goteiras ou poeiras devem ser consertadas imediatamente. Todo reparo em instalação ou equipamento deve ser conduzido com a fábrica parada. Em caso de extrema necessidade pode ser tolerado reparo durante a produção, isolando-se completamente a área.

O lixo e o material descartado devem ser retirados diariamente da fábrica e, se necessário, mais de uma vez ao dia.

## **Controle de Pragas**

Este programa deve ser feito conforme o local, clima, tipo de pragas, alimentos e outros fatores particulares. Neste sentido, é recomendável que se recorra a empresas especializadas, que prestam tais serviços para a indústria de alimentos.

Pragas podem entrar juntamente com a matéria-prima e outros produtos (embalagens, caixas, etc.) que sejam introduzidos na fábrica e, assim, uma observação cuidadosa deve ser feita na recepção. É vedado o trânsito de qualquer animal nas proximidades da área da fábrica.

A vedação correta de portas, utilização de telas em janelas, ralos (usar tampas do tipo “abre-fecha”) e condutores de fios e tubos colaboram decisivamente para o atendimento às BPF. Não acumular lixo nas proximidades da indústria evitará a infestação por insetos.

Não se deve utilizar nenhum tipo de veneno em áreas internas da fábrica. Havendo risco ou suspeita de roedores, devem ser usadas armadilhas com isca, preferencialmente queijo ou frutas ou opcionalmente, usar armadilhas adesivas. Inspeccionar e remover periodicamente ninhos de pragas.

## Registros e Documentação

Os registros, documentos e amostras permitem um controle abrangente e rápido do histórico da empresa, permitindo, muitas vezes, a resolução rápida de um problema que se mostraria insolúvel de outra forma.

A identificação correta e legível de matérias-primas, insumos e embalagens é a etapa inicial, seguida pelo controle de fluxo de todo o material, por parte dos almoxarifados. Cada fabricação deve ser identificada completamente quanto ao lote, variáveis importantes de processo (tempo, temperatura, acidez, concentração de açúcar e outros), hora da produção, datas de fabricação e validade dos produtos. Outras observações relevantes, interrupções e modificações eventuais no processo devem ser completamente documentadas.

## Rotulagem

A rotulagem dos produtos como suco de fruta, suco clarificado e repositores hidroeletrólíticos segue as mesmas regras usadas para alimentos embalados na ausência do cliente (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2002) e de rotulagem nutricional (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2003). Devem constar as seguintes informações:

Denominação de venda do alimento;

Lista de ingredientes (composto, água, misturas, aditivos);

Conteúdos líquidos;

Identificação da origem;

Nome ou razão social e endereço do importador, no caso de alimentos importados;

Identificação do lote;

Prazo de validade.

## Sucos de fruta

Os sucos de fruta são assim designados quando apresentados na sua concentração e composição natural, límpido ou turvo. A designação “integral” ou “simples”, é privativa do suco de fruta sem adição de açúcares e na sua concentração natural.

## Repositores hidroeletrólíticos

Os repositores, além dos dizeres exigidos para os alimentos em geral, devem apresentar no painel principal a designação “Repositores Hidroeletrólíticos para Praticantes de Atividade Física” (BRASIL, 1998).

Nos demais painéis a recomendação em destaque e negrito: “*Recomenda-se que os portadores de enfermidades consultem um médico e ou nutricionista, antes de consumir este produto*”.

A informação nutricional desses produtos deverá estar de acordo com o Regulamento de Rotulagem Nutricional, em caráter obrigatório.

Deve ser declarado o valor energético e a quantidade dos seguintes nutrientes: carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras trans, fibra alimentar e sódio, além de cloretos.

Caso os valores de carboidratos, proteínas, gorduras totais, fibra alimentar, sejam menores ou iguais a 0,5 g na porção, utilizar a expressão “não contém quantidades significativas de .....”. Para a declaração de gorduras saturadas e gorduras trans, utilizar essa expressão para valores menores que 0,2 g na porção.

A disposição, o realce e a ordem devem seguir os modelos apresentados na Resolução RDC n.º 360 da ANVISA (AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA, 2003), agrupada e estruturada em forma de tabela, com os valores e as unidades em colunas.

A declaração “outros nutrientes não obrigatórios”, como potássio, vitaminas e ou minerais, é permitida, devendo seguir as mesmas orientações contidas na legislação.

Além da menção de nutrientes na lista de ingredientes, obrigatória da rotulagem nutricional, é permitida a declaração de propriedades nutricionais do alimento. É a chamada informação nutricional complementar, que é definida como qualquer representação que afirme, sugira ou implique que um alimento possui uma ou mais propriedades nutricionais particulares, relativas ao seu valor energético, conteúdo de proteínas, gorduras, carboidratos, fibras alimentares, vitaminas e/ou minerais. Estão proibidas expressões tais como “anabolizantes”, “*body building*”, “hipertrofia muscular”, “queima de gorduras”, “*fat burners*”, “aumento da capacidade sexual”, ou equivalentes.

## Referências Bibliográficas

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução RDC n.º 259, de 20 de setembro de 2002. Aprova o Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 23 set. 2002. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=1261#>>. Acesso em: 5 abr. 2007.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (Brasil). Resolução RDC n.º 360, de 23 de dezembro de 2003. Aprova Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados, tornando obrigatória a rotulagem nutricional. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 26 dez. 2003. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=9059#>>. Acesso em: 5 abr. 2007.

AMBEV vende isotônico Marathon para mineira Globalbev. **Valor Online**, São Paulo, 31 mar. 2006. Disponível em: <<http://www.valoronline.com.br/valoronline/Geral/empresas/39/AmBev+vende+isot%C3%B4nico+Marathon+para+mineira+Globalbev,,,39,3613634.html>>. Acesso em: 5 abr. 2007.

BAASEL, W. D. **Preliminary chemical engineering plant design**. 2nd ed. New York: Van Nostrand Reinhold, 1990.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n.º 222, de 24 de março de 1998. Aprova o Regulamento Técnico para Fixação de Identidade e Qualidade de Alimentos para Praticantes de Atividade Física. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 25 mar. 1998. Disponível em: <<http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=56>>. Acesso em: 5 abr. 2007.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. Portaria n.º 326, de 30 de julho de 1997. Aprova o Regulamento Técnico sobre “Condições Higiênico-Sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para Estabelecimentos Produtores/Industrializadores de Alimentos”. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 1 ago. 1997. Disponível em: <<http://e-legis.bvs.br/leisref/public/showAct.php?id=100>>. Acesso em: 5 abr. 2007.

CIANCI, F. C.; SILVA, L. F. M. da; CABRAL, L. M. C.; MATTA, V. M. da. Clarificação e concentração de suco de caju por processos com membranas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 3, p. 579-583, 2005.

CRESCER o consumo de sucos prontos. **Gazeta Mercantil**, São Paulo, 3 jan. 2007. Disponível em:  
<<http://www.investimentos.sp.gov.br/sis/lenoticia.php?id=877&c=1>>. Acesso em: 3 maio 2007.

ESTATÍSTICAS: exportação. Disponível em:  
<<http://www.ibraf.org.br/x-es/f-esta.html>>. Acesso em: 4 abr. 2007.

MATTA, V. M. da; CABRAL, L. M. C.; SILVA, L. F. M. da. Suco de acerola microfiltrado: avaliação da vida de prateleira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, 2004.

O MERCADO de frutas processadas. Disponível em:  
<<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 5 fev. 2007.

MILNES, B. A. Debitting and upgrading citrus juice and by-products using combined technology. In: CITRUS PROCESSING SHORT COURSE, 1995. P01-22.

MORESI, M. Economic study of concentrated citrus juice production. In: McKENNA, B. M. (Ed.). **Engineering and food**. London: Elsevier Appl. Sci. Pub., 1984. v. 2, p. 975-991.

PARIN, M. A.; ZUGARRAMURDI, A. Investment and production costs analysis in food processing plants. **International Journal of Production Economics**, v. 34, n. 1, p. 83-89, 1994.

PETERS, M. S.; TIMMERHAUS, K. D. **Plant design and economics for chemical engineers**. 2nd ed. New York: Mc Graw-Hill, 1968.

PINIWEB: o portal da construção. 2003. Disponível em:  
<<http://www.piniweb.com>>. Acesso em: 5 mar. 2007.

ROBERTS, W. Drinking Games. **Prepared Foods**. v. 173, n. 11, p. 13-19, 2004.

SABOYA, L. V.; MAUBOIS, J. -L. Current developments of microfiltration technology in the dairy industry. **Lait**, v. 80, p. 541-553, 2000.

WILLIAMS, R. Six ten factor aids in approximating costs. In: PERRY, R. H.; CHILTON, C. H. **Chemical engineering handbook**. 5th ed. New York: McGraw Hill, 1973.

WOLKOFF, D. B. **Estudo da estabilidade de repositores hidroeletrólíticos formulados à base de sucos clarificados de acerola e caju**. 2004. 183 f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

**Embrapa**

---

*Agroindústria de Alimentos*

**Apoio:**



**Ministério da Agricultura,  
Pecuária e Abastecimento**

