



Estudo de Mercado e Alternativas Tecnológicas no Processamento de Sucos de Frutas

Cristine Carretoni Ferreira
Rafaela Rodrigues Garcia
Ricardo Borges de Azevedo

Projeto Final de Curso

Orientadoras:

Prof^a Suely Pereira Freitas
Prof^a Flávia Chaves Alves

Março de 2007

**ESTUDO DE MERCADO E ALTERNATIVAS
TECNOLÓGICAS NO PROCESSAMENTO DE SUCOS DE
FRUTAS**

Cristine Carretoni Ferreira

Ricardo Borges de Azevedo

Rafaela Rodrigues Garcia

Projeto final de curso submetido ao corpo docente da Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do grau de Engenheiro Químico.

Aprovado por:

Ana Lúcia do Amaral Vendramini, D.Sc.

Silvia Maria Cruzeiro da Silva, D.Sc.

Virgínia Martins da Matta, D.Sc.

Orientado por:

Suely Pereira Freitas, D.Sc.

Flávia Chaves Alves, D.Sc.

Rio de Janeiro, RJ, Brasil

Março de 2007

Azevedo, Ricardo Borges. Ferreira, Cristine Carretoni. Garcia, Rafaela Rodrigues.

Estudo de Mercado e Alternativas Tecnológicas no Processamento de Sucos de Frutas / Cristine Carretoni Ferreira, Rafaela Rodrigues Garcia e Ricardo Borges de Azevedo. Rio de Janeiro. UFRJ/EQ. 2007.

xi, 62 p.; il.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2006.

Orientadores: Suely Pereira Freitas e Flávia Chaves Alves

1. Inovação 2. Sucos 3. Frutas. 4. Projeto Final de Curso – (Graduação – UFRJ/EQ) 5. Suely Pereira Freitas e Flávia Chaves Alves. I – Estudo de Mercado e Alternativas Tecnológicas no Processamento de Sucos de Frutas.

“A mente que se abre a uma nova idéia jamais voltará ao seu tamanho original”.

Albert Einstein

Agradecimentos

Agradecemos primeiramente a Deus, pela vida e pelas oportunidades colocadas em nossos caminhos.

Às Professoras Suely Pereira Freitas e Flávia Chaves Alves, por terem colaborado nos orientando nesse trabalho.

Aos demais professores do curso pelos conhecimentos transmitidos durante toda graduação.

Aos nossos queridos e inseparáveis familiares e amigos que se privaram, em constantes momentos, da nossa companhia, mas que foram verdadeiros incentivadores de mais essa vitória em nossas vidas.

E a todos que estiveram ao nosso lado, torcendo por nós, o nosso muito obrigado!

Resumo do Projeto Final apresentado à Escola de Química como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de Engenheiro Químico.

ESTUDO DE MERCADO E ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS NO PROCESSAMENTO DE SUCOS DE FRUTAS

Cristine Carretoni Ferreira
Rafaela Rodrigues Garcia
Ricardo Borges de Azevedo
Março, 2007

Orientadores: Profa. Suely Pereira Freitas, D.Sc
Profa. Flávia Chaves Alves, D.Sc.

O Brasil possui uma grande diversidade de frutas e uma das maiores extensões de terra ainda inexploradas com potencial para a agricultura. É o terceiro maior produtor de frutas do mundo. E, apesar deste cenário aparentemente favorável para maioria das frutas cultivadas, ainda não há agregação de valor. Os objetivos deste trabalho foram identificar as alternativas tecnológicas para o processamento de frutas com garantia da qualidade e da produção de alimentos seguros avaliando o mercado de sucos de frutas industrializados.

O mercado de sucos está em plena expansão e a tendência é de continuar crescendo. Com isso, as empresas estão buscando alternativas para industrialização desses sucos, através da implantação de novos processos tecnológicos e aperfeiçoamento dos processos já existentes. A adoção de técnicas mais modernas é importante porque permite que as empresas acessem novos conhecimentos, novos mercados, aumentem suas receitas, realizem novas parcerias e aumentem o valor de suas marcas pela diversificação dos seus produtos. Essas alternativas vão desde a mudança completa de um processo ou a criação de um produto totalmente novo para o mercado, até uma simples alteração na embalagem.

Outro motivo para implantar novas tecnologias, está no setor das exportações, pois o Brasil está se tornando o supridor mundial de suco de frutas, com destaque para a indústria citrícola além dos sucos de frutas tropicais e exóticas.

O mercado atual exige que as empresas do setor de alimentos incorporem as exigências de qualidade e segurança dos seus produtos. Para atender esta demanda, foi criado um sistema de análise de perigos e pontos críticos de controle (APPCC). Esse sistema identifica perigos e estima os riscos que podem afetar a inocuidade de um alimento, a fim de estabelecer as medidas para controlá-los. Nos últimos 5 anos as empresas de processamento de sucos no Brasil que atendem aos padrões exigidos nas normas ISO 9001, cresceram de cerca de 3000 para 15000.

De forma geral, observa-se à existência dos fatores que impulsionam o desenvolvimento de novas alternativas tecnológicas, como demanda, competitividade entre empresas do setor e novos conhecimentos. Este estudo apresenta o potencial a ser explorado na geração de novos produtos no setor de produção de sucos de frutas, com reflexos positivos para as empresas e a economia brasileira.

Abstract of Final Project presented to Escola de Química/UFRJ as part of the necessary requirements for attainment of the degree of Chemical Engineer.

MARKET STUDY AND TECHNOLOGICAL ALTERNATIVES IN THE FRUIT JUICE PROCESSING

Cristine Carretoni Ferreira
Rafaela Rodrigues Garcia
Ricardo Borges de Azevedo
March 2007

Advisors: Prof^a. Suely Pereira Freitas, D.Sc
Prof^a. Flávia Chaves Alves, D.Sc.

Brazil possesses a great diversity of fruits and one of the biggest still unexplored extensions of land with potential for agriculture. It is the third fruits producing of the world. Although this apparently favorable scene for majority of the cultivated fruits, it has not yet value aggregation. The objectives of this work had been to identify the technological alternatives adopted in the processing of fruits with guarantee of the quality and the safe food production evaluating the industrialized fruit juice market.

The juice market is in full expansion and the trend is to continue growing. With this, the companies are searching new alternatives for industrialization of these juices through the implantation of new technological processes and improvement of the existing processes. New alternatives are important because they allow that the companies have access new knowledge, new markets, increase its prescriptions, carry through new partnerships and increase the value of its marks for the diversification of its products. These alternatives go since the complete change of a process or the creation of a total new product for the market until a simple packing alteration.

Another reason to study new technologies is in the sector of the exportations, therefore Brazil is if becoming the worldwide provider of fruit juice, with prominence for tropical and the exotic ones.

Also inlaid in the healthful food context, if it finds the concern of the consumers with the alimentary security. Therefore a safe food means a food free of pathogenic microorganisms. To guarantee the food safety, a system of analysis of the critical points of control was created. This system identifies hazards and esteems the risks that can affect the food safety, in order to establish the measures to control them.

In general, the existence of factors that stimulate the new alternatives development, as demand, competitiveness between companies of the sector and new knowledge, is observed. The study demonstrates the immense potential to be explored in the generation of new products and processes of juice production with positive consequences for the companies and the Brazilian economy.

ÍNDICE

Capítulo 1 – Introdução	1
Capítulo 2 – Objetivos.....	3
2.1. Objetivos Gerais	3
2.2. Objetivos Específicos	3
Capítulo 3 – Industrialização de Sucos	4
3.1. Processos convencionais	4
3.1.1. Etapas do Processamento Convencional de Sucos.....	4
3.1.2. Métodos Convencionais de Conservação de Sucos de Frutas.....	7
3.1.3. Clarificação dos sucos de frutas	9
3.2. Alternativas Tecnológicas	10
3.2.1. Emprego de Enzimas na etapa de clarificação	10
3.2.2. Processamento de frutas orgânicas.....	10
3.2.3. Processos com membranas	11
3.3. Tecnologia de Membranas.....	12
3.4. Estudos de casos	17
3.4.1. Concentração de Suco de Laranja (Citrus Sinensis) por ultrafiltração e Osmose Inversa combinados.....	17
3.4.2. Clarificação e Pasteurização a Frio de Suco de Laranja.....	18
3.4.3. Microfiltração de Suco de Maracujá.....	19
3.4.4. Suco de Acerola Microfiltrado.....	20
3.4.5. Clarificação e Concentração de Suco de Caju por Processos com Membranas.....	21
3.5. Blends	22
3.5.1. Blend de Acerola e Abacaxi.....	22
3.5.2. Blend de Mamão, Maracujá e Acerola (MATSUURA <i>et al.</i> , 2004).....	23
3.6. Novas Tendências no Processamento de Sucos	24
3.6.1. Alta pressão	24
3.6.2. Combinação de evaporação por contato direto e permeação de vapor com o uso de membranas seletivas.....	25
3.6.3. Pervaporação por membranas.....	26
3.6.4. Irradiação	27
Capítulo 4 - Mercado do Suco de Frutas	28
4.1. Produção de frutas	28

4.2. Processamento das frutas.....	30
4.3. Sucos de frutas prontos para o consumo	30
4.4. Sucos Orgânicos	35
4.5. Sabores específicos de sucos	37
4.5.1. Suco de Laranja	37
4.5.2. Suco de Maracujá	38
4.5.3 Suco de Caju.....	40
4.5.4 Suco de Acerola.....	41
Capítulo 5 - Segurança e Higiene	42
5.1. Programa de Alimentos Seguros (PAS)	42
5.2. Boas Práticas de Fabricação	44
5.2.1. Legislação Geral (BRASIL, 2005).	44
5.2.2. Legislação Específica (BRASIL, 2005).	45
5.3. Análise de Riscos e Pontos Críticos de Controle (APPCC).....	45
5.3.1. Conceito.....	45
5.3.2. Princípios	46
5.3.3. Seqüência para uma correta implementação de APPCC.....	46
5.4. Implantação de um Sistema de APPCC no Processamento de Sucos de Frutas	48
Capítulo 6 – Conclusões.....	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	58
- REFERÊNCIAS ONLINE:	60

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 3.1: Equipamento para seleção de frutos.....	5
Figura 3.2: Equipamento para lavagem dos frutos.....	5
Figura 3.3: Despoldadeira.	6
Figura 3.4: Produção e envase de polpas e sucos.....	7
Figura 3.5: Pasteurizador Tubular para polpa de frutas e sucos.....	8
Figura 3.6: Transporte de diferentes espécies através de uma membrana.....	12
Figura 3.7: Representação esquemática da seção transversal dos diferentes tipos de morfologia de membranas.	13
Figura 3.8: Características dos processos que utilizam diferença de pressão como força motriz.....	15
Figura 4.1: Principais produtores mundiais frutas no ano de 2005 (seg. FAO, 1).	29
Figura 4.2: Principais frutas produzidas no mundo no ano de 2005, em milhões de toneladas (seg. a FAO, 1).	29
Figura 4.3: Dados do mercado de sucos pronto para consumo.	31
Figura 4.4: Participação dos sabores, 2006 (%).	33
Figura 4.5: Participação das embalagens, 2006 (%).	34
Figura 4.6: Evolução da produção de sucos, néctares e drinques a base de frutas no Brasil. ...	35
Figura 4.7: Produção de suco integral por empresa processadora (OLIVEIRA, 2001).	39
Figura 5.1: Fluxograma do Processamento de Suco de Frutas.....	49
Figura 5.2: Árvore de Decisões	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 3.1: Tipos de processos de separação por membranas.	14
Tabela 4.1: Participação no volume do mercado, 2006 (%).....	33
Tabela 4.2. Volume de maracujá exportado e valor em dólar.....	40
Tabela 5.1: Empresas em Conformidade com BPF e APPCC	44
Tabela 5.2: Perigos e medidas preventivas no processamento de sucos de frutas	50
Tabela 5.3: Pontos Críticos de Controle.....	53
Tabela 5.4: Limites críticos no processo de pasteurização dos sucos de frutas	55
Tabela 5.5: Tipos de Ação Corretiva.....	56
Tabela 5.6: Ações Corretivas	56

Capítulo 1 – Introdução

A produção de frutas tem se tornado nos últimos anos um dos mais importantes segmentos do agronegócio brasileiro incorporando avanços tecnológicos e econômicos além de uma crescente internacionalização. A diversidade das frutas brasileiras é privilegiada em texturas, cores e sabores, e a maturidade da fruticultura nacional está levando o Brasil ganhar mais espaço no mercado internacional e conquistar novos clientes (FERNANDES, 2006).

Segundo dados do IBGE (2006), o País é um dos três maiores produtores mundiais de frutas. A fruticultura ocupa no Brasil uma área de cerca de 2,5 milhões de hectares com uma produção de, aproximadamente, 41 milhões de toneladas por ano e se destaca, principalmente, no cultivo de laranja, banana, coco e mamão. A indústria, consciente desse potencial brasileiro, está se beneficiando da tecnologia para investir num mercado cada vez mais em expansão: o de sucos prontos.

O mercado do setor de bebidas vem apresentando constante ascensão e o consenso entre os especialistas é a tendência de maior aumento no consumo das bebidas não alcoólicas. Com isso a busca por novas tecnologias vem crescendo muito nesse setor, pois uma melhoria na rota tecnológica tem a capacidade de agregar valor aos produtos de uma empresa, diferenciando-a, ainda que momentaneamente, do ambiente competitivo. As alternativas tecnológicas são importantes porque elas permitem que as empresas acessem novos conhecimentos, novos mercados, aumentem suas receitas, realizem novas parcerias e aumentem o valor de suas marcas.

O consumo de sucos de frutas processados tem aumentado, motivado pela falta de tempo da população em preparar suco das frutas *in natura*, pela praticidade oferecida pelos produtos e pelo seu valor nutritivo e terapêutico. As frutas contêm, além de nutrientes essenciais e micronutrientes tais como vitaminas, minerais e fibras solúveis, diversos compostos secundários, de natureza fenólica, com propriedades antioxidantes (ALVES, BRITO e RUFINO, 2006).

Um produto tecnologicamente novo é aquele cujas características tecnológicas, ou uso pretendido, diferem significativamente dos produtos previamente produzidos. Tais mudanças podem envolver tecnologias radicalmente novas, ser baseadas na combinação de tecnologias existentes empregadas em novos usos ou ser derivadas do uso de conhecimento novo.

Um produto tecnologicamente aperfeiçoado é um produto preexistente, cuja performance tenha sido substancialmente melhorada ou avançada. Um produto simples pode

ser aperfeiçoado (em termos de melhor desempenho ou custo menor) através do uso de componentes ou matérias-primas de melhor desempenho, enquanto um produto complexo, que consiste na integração de um número de subsistemas técnicos, pode ser aperfeiçoado através de mudanças parciais em um dos subsistemas.

Podemos citar, como exemplo de uma nova alternativa de processo e produto, a formulação de blends prontos para beber, com intuito de melhorar as características nutricionais de determinados sucos pela complementação de nutrientes fornecidos por frutas diferentes, como, por exemplo, a mistura de água de coco e suco de frutas. Além disso, a obtenção de novos produtos seria uma forma de estimular o desenvolvimento de agroindústrias já existentes, que poderiam melhorar o aproveitamento da infra-estrutura disponível.

No capítulo 2 serão esclarecidos os objetivos do trabalho de pesquisa apresentado.

No capítulo 3 serão abordados os processamentos convencionais de sucos, as alternativas tecnológicas já existentes e as tendências dessas alternativas no processamento de sucos.

No capítulo 4 será apresentado valores referentes aos mercado de produção de frutas, processamento de frutas e sucos de frutas prontos para consumir.

No capítulo 5 será tratada a questão da segurança alimentar e a Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle no processamento de suco de frutas.

Capítulo 2 – Objetivos

2.1. Objetivos Gerais

Os objetivos deste trabalho foram identificar as alternativas tecnológicas em pesquisa ou já aplicadas no processamento de frutas com garantia da qualidade e da produção de alimentos seguros, avaliando também o mercado de sucos de frutas industrializados.

2.2. Objetivos Específicos

- Mostrar as alternativas tecnológicas existentes no processamento de sucos de frutas com maior ênfase na tecnologia de membranas.
- Identificar as novas tendências dessas alternativas.
- Analisar as estratégias competitivas do setor industrial brasileiro voltada para processamento de suco de frutas.
- Fazer um estudo de mercado dos sucos de frutas industrializados.
- Mostrar a importância da segurança e higiene alimentar e como ela se aplica no processamento de sucos.

Capítulo 3 – Industrialização de Sucos

O consumo de sucos industrializados vem aumentando com o passar dos anos. Porém, os consumidores, em busca de uma alimentação mais saudável, estão cada vez mais preocupados com a qualidade nutricional e sensorial dos mesmos. Com isso, a demanda por produtos nutritivos, saborosos e que não contenham conservantes químicos cresce a nível nacional e mundial. Segundo CIANCI *et al.*(2005), os sucos de frutas tropicais atendem a estes requisitos por serem ricos em vitaminas, sais minerais, açúcares e substâncias antioxidantes, além de proporcionarem sabor e aroma agradáveis.

Os sucos de frutas são melhores no momento em que são extraídos das frutas frescas e qualquer tratamento a que sejam submetidos, para clarificação ou preservação, sempre resulta em perda na qualidade. Os processos mais eficazes em manter as características originais das frutas serão mais competitivos no cenário futuro.

3.1. Processos convencionais

Antes de se abordar as alternativas tecnológicas ao processamento de sucos de frutas, será descrito o seu processamento convencional.

3.1.1. Etapas do Processamento Convencional de Sucos

De acordo com CRUESS (1973) e SEBRAE (1999), o processamento convencional dos sucos de fruta se dá com as seguintes etapas:

• Colheita e Transporte da Fruta

A fruta deve ser colhida no ponto certo de maturação, que difere com a variedade da fruta, recomenda-se o uso de caixas limpas e sem qualquer resquício de mofo para a colheita e o transporte da fruta até a fábrica.

• Recepção da Fruta

Deve-se verificar as características da matéria-prima como cor, aparência, sabor, aroma, acidez, pH, além do seu tempo máximo de espera até o esmagamento.

• Pesagem

É feita a pesagem da matéria prima para calcular o rendimento final do produto.

• Pré-lavagem

Esse processo requer uma grande atenção em relação ao estado sanitário da água e dos equipamentos, à eliminação da água utilizada e aos cuidados posteriores com o produto lavado. O banho de imersão é o método mais simples de lavagem, embora não constitua, sozinho, um efetivo meio de remover a sujeira, eliminando só a mais grosseira, como pedras, areia e outras substâncias abrasivas, que podem danificar os equipamentos na etapa posterior.

• Seleção da Fruta

A seleção dos frutos é realizada para a retirada dos defeituosos, verdes ou inadequados ao processamento, de modo a não afetar a qualidade do produto final. As partes escuras ou podres devem ser removidas pelo corte nos frutos.



Figura 3.1: Equipamento para seleção de frutos

Fonte: <http://www.docemel.com.br/site/producao>

• Lavagem

Pode ser feita pelo sistema de imersão das frutas em tanque, ou pulverização por meio de um sistema de chuveiros (“spray”) com água clorada com um alto teor de cloro livre, nunca inferior a 10 ppm, para redução quantitativa de bactérias.



Figura 3.2: Equipamento para lavagem dos frutos

Fonte: <http://www.docemel.com.br/site/producao>

• Despolpamento (Extração)

Geralmente é realizado por despolpadoras constituídas de peneiras cilíndricas, as quais possuem, no interior, um eixo de aço inoxidável equipado com escovas de nylon ou barras metálicas. A primeira despolpadora separa o suco das sementes e a segunda dá acabamento ao suco. Para aumentar o rendimento no processo de extração, costuma-se efetuar ajustes mecânicos rigorosos nos equipamentos, podendo resultar um suco contendo partículas escuras formadas pelas sementes quebradas. O acabamento final é feito em função do produto desejado. Geralmente, o suco é extraído de uma quantidade muito grande de polpa, cuja remoção pode ser parcial ou total. Normalmente procura-se retirar toda a polpa grosseira que prejudica a qualidade da bebida e o aspecto visual do produto.

É importante dizer que para frutas que possuem casca muito dura e de difícil fracionamento, existe uma etapa anterior a essa, a desintegração, que tem por objetivo o fracionamento das cascas das frutas.

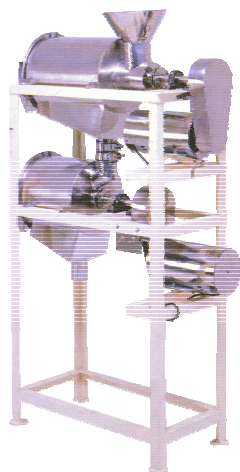


Figura 3.3: Despolpadeira.

Fonte: www.mectronic.ind.br/index/k3.html

• Concentração

A concentração do suco por evaporação é o processo mais utilizado e se refere à operação que consiste em remover a água existente nos alimentos *in natura*. Para a evaporação, usa-se uma fonte de calor para aquecer o alimento, e obter um produto aquoso de concentração mais elevada.

O evaporador tem a função principal de fornecer calor para evaporar a água do alimento (troca térmica), através da ebulição. Para reduzir as perdas na cor, aromas e

ingredientes nutritivos, esta operação de fervura é realizada sob vácuo no interior do evaporador isto é, o alimento entra em ebulição a baixa temperatura. (OPERAÇÕES EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, <http://bragante.br.tripod.com/evaporacao.html>)

• Envase

O produto é envasado nas embalagens em condições de rigorosa higiene. As embalagens são fechadas no menor espaço de tempo possível, rotuladas e encaminhadas ao armazenamento..



Figura 3.4: Produção e envase de polpas e sucos
Fonte: www.tial.com.br/quemsomos.php

• Armazenamento

O produto deve ser armazenado em local seco, fresco e arejado com temperatura ambiente inferior a 30°C.

Pode-se observar que houve uma grande evolução do processamento de frutas. Até 1973 as etapas do processo consistiam apenas em: Colheita e Transporte, Seleção da Fruta, Lavagem, Extração e Envase. Com o passar das décadas foram inseridas muitas novas etapas no processo, sempre com objetivo da melhoria do produto final obtido.

3.1.2. Métodos Convencionais de Conservação de Sucos de Frutas

Há vários métodos empregados na indústria para a preservação de sucos de frutas e os mais importantes serão discutidos a seguir.

• Pasteurização

Tem por finalidade principal a destruição de bolores, leveduras e bactérias patogênicas capazes de proliferar no suco e causar deterioração e inativar as enzimas naturais presentes nas matérias-primas vegetais. No caso de sucos ácidos, se houver presença de bactérias patogênicas, elas já não seriam capazes de se desenvolver devido ao pH, tornando assim a

pasteurização necessária apenas para destruição de bolores e leveduras. É normalmente realizada em um trocador de calor a placas que proporciona o aquecimento e resfriamento rápidos.

Antigamente, a pasteurização era feita com uma temperatura mais baixa ($\sim 70^{\circ}\text{C}$) e por um tempo maior. Hoje em dia, a pasteurização é feita em temperaturas mais altas (85 à 90°C) e em tempos reduzidos.

Geralmente a pasteurização não destrói as bactérias esporuladas, mas esses organismos não se desenvolvem nos sucos de frutas ácidas e, em geral, a presença dos mesmos não tem impacto negativo.

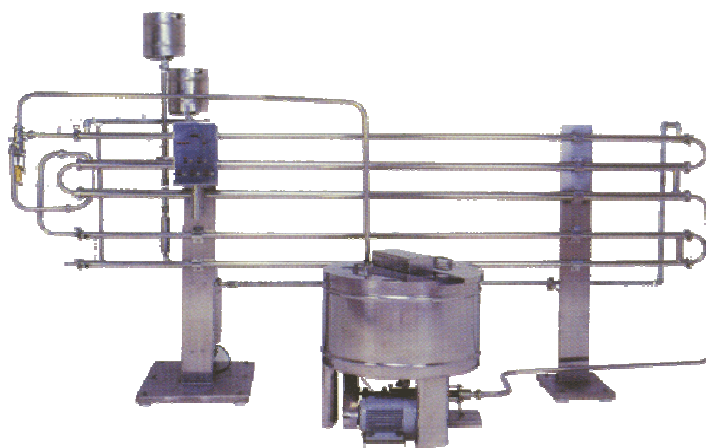


Figura 3.5: Pasteurizador Tubular para polpa de frutas e sucos.
Fonte: www.mectronic.ind.br/index/k3.html

• Uso de Preservativos Químicos

O benzoato de sódio (sendo o princípio ativo o ácido benzóico) e o ácido sulfuroso são utilizados como preservativos químicos. O ácido sulfuroso é muito mais tóxico para os esporos de fungos e bactérias do vinagre do que para os fermentos, diferindo, quanto a isso, do ácido benzóico que é mais tóxico para os fermentos do que para as bactérias do vinagre.

O benzoato de sódio possui gosto desagradável que se percebe prontamente nos sucos contendo 1/10% de benzoato.

O açúcar também pode ser usado como preservativo pela sua adição ou concentração do açúcar natural contido no suco. Esses produtos passam a ser considerados como xaropes.

• Uso de anidrido carbônico

Os sucos de frutas tem sido conservados, com sucesso, por métodos especiais de carbonatação. No método de Ruef, o suco de fruta passa primeiro por um filtro de porcelana para retirar a maior parte das células de fermentos, sendo, então, carbonatado em condições assépticas e posto em garrafas esterilizadas. O método não tem sido aplicado industrialmente, pela grande dificuldade em eliminar completamente os microrganismos.

3.1.3. Clarificação dos sucos de frutas

Alguns sucos de frutas melhoram de aspecto pela filtração ou por outros meios de clarificação. Excetuam-se os sucos de frutas cítricas, damasco, pêssegos, abacaxi, pêra e tomate, que são preferidos turvos.

• Centrifugação

A clarificação pode ser obtida e acelerada pelo uso de centrífugas, sem o uso de qualquer aditivo clarificante. A centrifugação deve ser realizada preferencialmente com equipamento de tambor fechado e com descarga automática dos sólidos, pois evita a incorporação de ar e facilita sobremaneira a operação. Ela permite eliminar as partículas mais grosseiras em processo contínuo, inclusive células de levedura presentes, com vazões bastante elevadas.

• Sedimentação

Freqüentemente os sucos de frutas, depois de pasteurizados, tornam-se claros durante o armazenamento, sendo que o tempo necessário para essa sedimentação varia de acordo com o suco e com outras condições.

• Clarificação com Agente Refinador

Alguns sucos que não sedimentam bem durante o armazenamento e que são difíceis de filtrar podem ser clarificados pela ação de um agente refinador. Este agente pode ser definido como uma substância que, adicionada ao líquido a ser clarificado, formará um precipitado que se sedimenta e arrastam consigo as partículas finamente dispersas responsáveis pelo aspecto turvo do líquido. Os agentes refinadores mais comumente utilizados para os sucos de frutas são a clara de ovo, a caseína, a bentonina.

3.2. Alternativas Tecnológicas

O surgimento de demandas por produtos de melhor qualidade nutricional e sensorial, com características mais próximas ao produto *in natura* tem levado à busca de processos capazes de preservar o produto contra os agentes deteriorativos sem acarretar os efeitos adversos dos processamentos convencionais. A procura de tecnologias não convencionais de processamento de alimentos vem norteando grande parte das pesquisas nas instituições públicas e em empresas privadas a nível mundial.

3.2.1. Emprego de Enzimas na etapa de clarificação

As enzimas são componentes importantes nos processos tecnológicos projetados para a obtenção de sucos de frutas. De acordo com a Novo Nordisk Ferment Ltda (1992), as enzimas pectinolíticas e amilolíticas contribuem para aumentar o rendimento e qualidade destes produtos. Em geral, o suco está retido dentro da estrutura celular das frutas e precisa ser liberado. Preparados enzimáticos, quando adicionados à fruta, promovem a quebra da parede celular e dissolvem os compostos pectolíticos, permitindo que o suco escoe mais facilmente (DOWNES, 1995).

Foi constatado que os sucos de frutas podem ser clarificados satisfatoriamente com enzimas pectinolíticas. A enzima é adicionada ao suco fresco e exerce a sua ação geralmente, entre 8 a 16 horas. Esse tempo depende da quantidade de enzima empregada e da temperatura do suco. A pectina é hidrolisada e o suco tratado pode ser facilmente filtrado. Porém, o suco clarificado com a enzima pectínica pode apresentar um sedimento depois do engarrafamento e do armazenamento, quando não foi pasteurizado em uma temperatura suficientemente alta, capaz de destruir a enzima ou quando o tempo de incubação não foi suficiente para completar a sua ação. Este processo já é usado industrialmente no preparo de sucos de maçã e uva.

3.2.2. Processamento de frutas orgânicas

A produção de frutas e sucos orgânicos é isenta de conservantes e preservativos químicos, não só na etapa de cultivo da fruta como também no seu processamento.

Os conservantes mais utilizados nos sucos convencionais são: ácido benzóico, benzoato de sódio e ácido cítrico sendo este o mais utilizado na formulação de sucos de frutas (MORAES, 2006). A adição de conservantes é uma das principais modificações no processamento de frutas orgânicas. Como exemplo, pode-se citar uma inovação introduzida no Brasil pela empresa NATIVE que é a produção do suco de laranja orgânico com sabor similar ao suco *in natura*.

O início da produção do suco é feito a partir da seleção das melhores frutas, de diferentes variedades, na época da safra. Em seguida, as frutas frescas são processadas e concentradas por evaporação a vácuo. Os aromas, retidos no condensador são recuperados. Após o processo, o produto é congelado para ser preservado e armazenado. A partir desse produto congelado são preparados blends com adição de água rigorosamente tratada e aromas naturais de modo a manter as características sensoriais (odor, gosto, textura e aparência) o ano inteiro. Com a mistura de duas ou mais cultivares pode-se obter vantagens de características individuais de cada cultivar, com isso um produto de sabor mais balanceado (JORDÃO, 2005).

3.2.3. Processos com membranas

Os processos de separação por membranas têm sido utilizados nos mais diferentes setores de atividade industrial. Estas tecnologias utilizam baixas temperaturas (próximo a temperatura ambiente) e são adequadas para o processamento de sucos contribuindo para a manutenção das características originais das frutas (MATTA *et al.*, 2004).

A maior aplicação da tecnologia de membranas na indústria de sucos tem sido para obtenção de sucos de frutas clarificados, através da remoção de celulose, hemi-celulose e pectinas, por microfiltração ou ultrafiltração. Estes processos vêm sendo testados com sucesso, como uma alternativa à clarificação convencional, que, em geral, necessita de duas etapas de filtração, além de necessitar de grandes quantidades de auxiliares de filtração, o que aumenta o custo do processo. As substâncias responsáveis pela turbidez do suco são retidas pela membrana e o produto permeado é o suco clarificado. Uma outra alternativa é um processo combinado, onde uma pequena quantidade de enzima é adicionada, e, após a hidrólise, o suco é clarificado por filtração com membranas. Tal etapa visa degradar os sólidos em suspensão e hidrolisar macromoléculas solúveis, reduzindo a viscosidade e o teor de polpa. Este processo apresenta como vantagens a utilização de pequenas quantidades de enzima e o aumento no fluxo permeado através da membrana, já que a viscosidade do suco hidrolisado é menor (PAULA *et al.*, 2002).

Especificamente na clarificação de sucos, tais processos apresentam diversas vantagens, entre as quais pode-se destacar: a eliminação do uso de terra diatomácea, reduzindo tanto o custo para a aquisição do auxiliar de filtração quanto o custo para o seu descarte; o aumento da qualidade do produto pela redução da sua turbidez; o aumento do rendimento do processo; a redução de custos e do tempo de trabalho e a possibilidade de recuperação da enzima. A microfiltração e a ultrafiltração atuam ainda como uma

pasteurização a frio, preservando o valor nutricional e sensorial do produto, já que perdas podem ocorrer nos processos comumente utilizados (MATTA *et al.*, 2004).

Os sucos clarificados de qualidade superior podem ser utilizados na formulação de refrigerantes, geléias e gelatinas. Recentemente, observam-se novas tendências na utilização desses sucos, que vão do consumo direto, como suco ou refresco, até a elaboração de misturas (*blends*) e *drinks*, passando por toda a gama de bebidas formuladas e enriquecidas, gaseificadas ou não, licores, entre outros (MATTA *et al.*, 2004).

Desde 1998, a Embrapa, a Unicamp e o Cirad realizam, no Brasil e na França, pesquisas em parceria visando à valorização desses produtos sob a forma de sucos e concentrados, por meio da utilização da tecnologia de membranas (PALLET *et al.*, 2005).

3.3. Tecnologia de Membranas

Membranas podem ser definidas como barreiras seletivas ao transporte de matéria e energia, entre duas fases; são utilizadas em processos de separação visando o fracionamento dos componentes de uma mistura, em função de suas diferentes taxas de permeação (MALDONADO, 1991). Ainda segundo Maldonado (1991), a corrente de alimentação sofre o efeito de uma força motriz, que tanto pode ser por pressão, diferencial de concentração, campo eletromagnético, etc. Sob a influência dessa força motriz, a membrana permite a passagem de alguns componentes e impede a passagem de outros conforme apresenta a figura 3.6 abaixo. A permeabilidade da membrana é, então, a relação entre o fluxo e a força motriz.

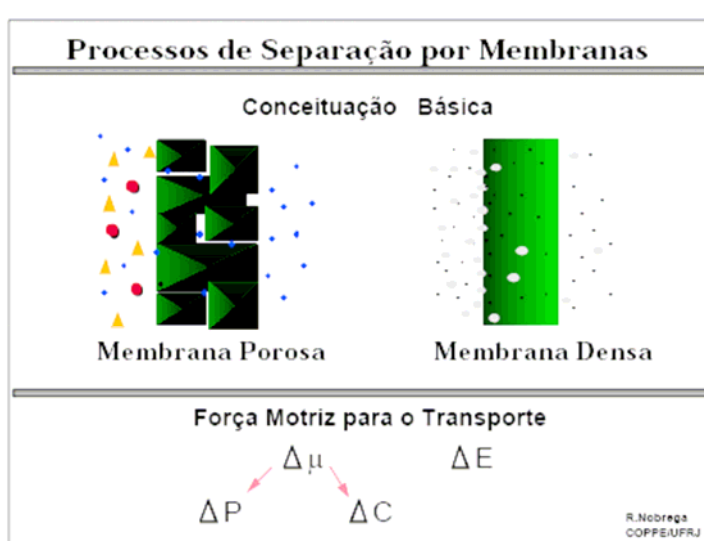


Figura 3.6: Transporte de diferentes espécies através de uma membrana.
Fonte: NOBREGA (1995).

Os principais processos de separação com membrana utilizam como força motriz o gradiente de potencial químico e/ou o gradiente de potencial elétrico. Como os processos com membranas são, em sua grande maioria, atérmicos, o gradiente de potencial químico é expresso em termos do gradiente de pressão, concentração ou pressão parcial. Em função do tipo de morfologia da membrana e do tipo de força motriz empregada o transporte das diferentes espécies através da membrana pode ocorrer pelo mecanismo convectivo ou difusivo. A morfologia da membrana define, também, os princípios em que se baseia a sua capacidade seletiva. Assim, em processos que utilizam membranas porosas a seletividade é definida pela relação de tamanho entre as espécies presentes e os poros da membrana (exemplo: microfiltração, ultrafiltração e diálise). Já no caso de processos que empregam membranas densas, compostas ou não, a capacidade seletiva depende da afinidade das diferentes espécies com o material da membrana (etapa de natureza termodinâmica) e da difusão das mesmas através do filme polimérica (etapa de natureza cinética), como é o caso da osmose inversa, pervaporação e permeação de gases.

Em função das aplicações a que se destinam as membranas apresentam diferentes estruturas. De um modo geral as membranas podem ser classificadas em duas grandes categorias: densas e porosas. As características da superfície da membrana em contato com a solução problema é que vai definir se uma membrana é porosa ou densa. A figura 3.7 apresenta as morfologias mais comuns observadas em membranas comerciais. Tanto as membranas densas como as porosas podem ser isotrópicas ou anisotrópicas, ou seja, podem ou não apresentar as mesmas características morfológicas ao longo de sua espessura (NOBREGA, 1995).

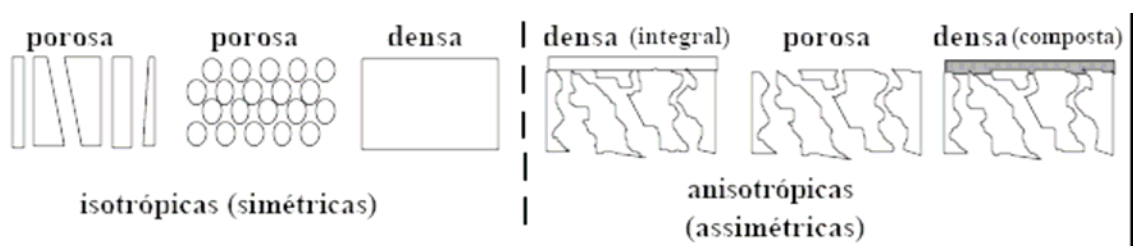


Figura 3.7: Representação esquemática da seção transversal dos diferentes tipos de morfologia de membranas.

Fonte: NOBREGA (1995).

Na tabela 3.1 abaixo, são apresentados os principais processos de separação com membranas comerciais, o tipo de força motriz empregada bem como alguns exemplos de aplicação.

Tabela 3.1: Tipos de processos de separação por membranas.

PROCESSO	FORÇA MOTRIZ	MATERIAL RETIDO	MATERIAL QUE PERMEIA	APLICAÇÕES
MICROFILTRAÇÃO	ΔP (0,5 - 2 atm)	Material em Suspensão, Bactérias $PM > 500.000$ ($0,01\mu m$)	Água e sólidos dissolvidos	Esterilização Bacteriana Clarificação de Vinhos e Cervejas Concentração de Células Oxigenação de Sangue
ULTRAFILTRAÇÃO	ΔP (1-7 atm)	Colóides, Macromoléculas $PM > 5000$	Água (Solvente) Sais solúveis de baixo PM	Fracionamento e concentração de Proteínas Recuperação de pigmentos Recuperação de óleos
NANOFILTRAÇÃO	ΔP (5-25 atm)	Moléculas de peso molecular médio $500 < PM < 2000$	Água, sais e moléculas de baixo peso molecular	Purificação de enzimas Bioreatores a membrana
OSMOSE INVERSA	ΔP (15-80 atm)	Todo material solúvel ou em suspensão	Água (Solvente)	Dessalinização de águas Concentração de suco de frutas Desmineralização de águas
DIÁLISE	ΔC	Moléculas de $PM > 5000$	Íons e orgânicos de baixo peso molecular	Hemodiálise - Rim Artificial Recuperação de NaOH
ELETRODIÁLISE	ΔV	Macromoléculas e Compostos não iônicos	Íons	Concentração de soluções salinas Purificação de águas
PERMEAÇÃO DE GASES	$\Delta P \rightarrow \Delta C$	Gás menos permeável	Gás mais permeável	Recuperação de hidrogênio Separação CO_2/CH_4 Fracionamento do Ar
PERVAPORAÇÃO	Pressão de vapor	Líquido menos permeável	Líquido mais permeável	Desidratação de álcoois Eliminação de VOC da água

Fonte: NOBREGA, 1995.

Em função da natureza e do tipo de solutos e da presença ou não de partículas em suspensão, membranas com diferentes tamanhos e distribuição de poros ou mesmo densas

podem ser empregadas, caracterizando os processos conhecidos como Microfiltração (MF), Ultrafiltração, (UF), Nanofiltração (NF) e Osmose Inversa (OI). Estes processos utilizam a diferença de pressão como força motriz e suas principais características estão apresentadas na figura 3.8 (NOBREGA, 1995). Os processos de Microfiltração, Ultrafiltração e Osmose Inversa são os mais utilizados na indústria de processamento de sucos e por este motivo será dada uma atenção especial a estes processos.

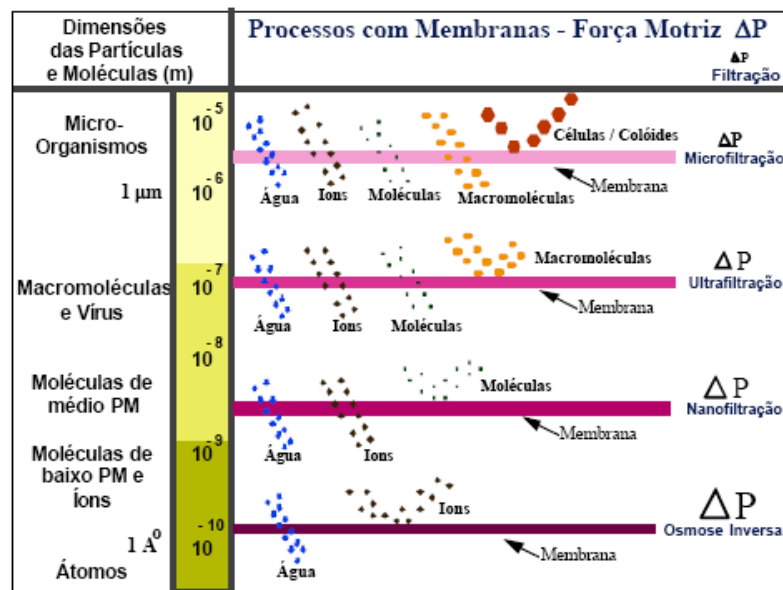


Figura 3.8: Características dos processos que utilizam diferença de pressão como força motriz.

Fonte: NOBREGA (1995).

Microfiltração

A microfiltração nada mais é do que uma filtração clássica que utiliza membranas sintéticas como barreira seletiva e que, face às características da membrana, dispensa a utilização de auxiliares de filtração. A microfiltração emprega membranas microporosas, normalmente isotrópicas, com tamanho de poros que podem variar entre 0,05 e 5 μm . Por esta razão é utilizada, principalmente, para reter partículas em suspensão tanto no ar como em misturas aquosas. As membranas de MF são totalmente permeáveis aos compostos solúveis, independentes de seu peso molecular (NOBREGA, 1995).

Existe uma gama de materiais que podem ser utilizados na manufatura de membranas para microfiltração: acetato de celulose, nitrato de celulose, ou misturas de ambos, e o nylon 6.6, sob a forma de filmes, sobre mantas de PET ou celulose; vários polímeros como o policarbonato, o poli(cloreto de vinila), o polipropileno, entre outros, também são utilizados

sob a forma de filme. A maioria destes polímeros utiliza o PET ou poliolefinas como suporte (MALDONADO, 1991).

Ultrafiltração

A ultrafiltração também emprega membranas microporosas. Estas, no entanto, são anisotrópicas e com poros de diâmetros bem menores, variando entre 1 e 500 nm. Por esta razão a ultrafiltração é capaz de reter macromoléculas em solução sendo, no entanto permeáveis a todos os solutos de baixo peso molecular. O tamanho do poro define, em princípio, a capacidade seletiva da membrana (NOBREGA, 1995).

As primeiras membranas utilizadas em UF eram de acetato de celulose, mas, atualmente, vários outros materiais são utilizados, tais como: celulose sobre tecidos ou filmes de poliéster; polissulfonas sobre tecidos de poliéster ou na forma de fibras-ocas ou tubos finos; poliamidas sobre tecidos de poliéster; e ainda, poli(cloreto de vinila), policarbonato e uma série de copolímeros de acrilonitrila e cloreto de vinila.

Osmose Inversa

A osmose inversa, ao contrário dos anteriores é um processo de separação que utiliza membranas anisotrópicas densas (integrais ou compostas). Por este motivo as membranas são permeáveis apenas ao solvente, normalmente a água, retendo todas as espécies solúveis e, com mais razão, materiais em suspensão.

A osmose é um fenômeno que ocorre quando duas soluções de concentrações diferentes, ou uma solução e o solvente puro, são separadas entre si por uma membrana semipermeável, ou seja, uma membrana permeável ao solvente mas impermeável ao soluto. Membranas com estas características seriam membranas do tipo densa. Devido a diferença de concentração, haverá uma diferença de potencial químico do solvente entre os dois lados da membrana e, por este motivo, haverá um fluxo de solvente em direção a solução mais concentrada, até que a pressão da coluna de solvente permeado promova uma igualdade de potencial químico do solvente. A pressão desta coluna de solvente é, por definição a pressão osmótica da solução. Aplicando-se, no lado da solução concentrada, uma pressão superior à pressão osmótica o potencial químico do solvente neste lado da solução passa a ser maior que o potencial químico do solvente puro, na temperatura da solução, e o fluxo de solvente será invertido. Daí o nome de “osmose inversa”.

Pressões osmóticas de soluções contendo solutos de baixo peso molecular são normalmente elevadas. Assim, para haver fluxo permeado é necessário vencer esta pressão.

Por esta razão as pressões de operação em osmose inversa são bastante elevadas, ou seja, na ordem de dezenas de Bar. No caso da ultrafiltração os solutos são de peso molecular mais elevados (macromoléculas) e a pressão osmótica a vencer é bem menor, quando não desprezível (NOBREGA, 1995).

As membranas para osmose inversa podem ser classificadas, quanto aos materiais utilizados, em três grupos:

- O primeiro compreende membranas feitas à base de acetato de celulose.
- O segundo compreende aquelas feitas à base de polímeros sintéticos que apresentam alta resistência mecânica, como a poliamida aromática ou a poliamida hidrazida.
- O terceiro grupo compreende as membranas de película fina composta, principalmente as de polissulfonas (MALDONADO, 1991).

De acordo com NOBREGA (1995), a concentração de sucos de frutas por osmose inversa representa uma aplicação economicamente relevante.

3.4. Estudos de casos

A seguir serão apresentados alguns exemplos da literatura de processos de clarificação de sucos e suas principais conclusões.

3.4.1. Concentração de Suco de Laranja (*Citrus Sinensis*) por ultrafiltração e Osmose Inversa combinados.

SILVA e Colaboradores (1998) avaliaram os processos combinados de separação por membranas para uma amostra de suco de laranja pêra integral, classificada como polpa baixa (1,5% de polpa). O processo envolveu quatro etapas: ultrafiltração, pasteurização, osmose inversa e reconstituição do suco concentrado.

A ultrafiltração foi realizada à pressão de 1,2 bar utilizando-se membranas de polissulfona HF-15-43 (Romicom) com peso molecular de corte de 50.000 daltons em sistema de configuração de fibra oca e 2,7 m² de área (Alfa-Laval UFS-1). Esta etapa foi realizada com o objetivo de reter as enzimas pectinolíticas, bactérias, mofos e leveduras.

A pasteurização do retentado da ultrafiltração foi efetuada à temperatura de 90°C por 2 segundos, em pasteurizador de superfície raspada, construído especialmente para este trabalho.

A osmose inversa foi realizada utilizando-se três pressões transmembrana (20, 40 e 60 bar) e temperatura entre 25-27°C. Foram utilizadas membranas planas de filme composto HR

95 PP (DDS) em sistema de configuração quadro e placas e área de 0,72 m² (Lab Unit M 20- DDS).

O fluxo foi determinado a partir da leitura do tempo gasto para recolher 500 ml de permeado. A cada leitura, também foram medidos o teor de sólidos solúveis (°Brix) e a temperatura do retentado. Os dados obtidos permitiram também calcular o fator de concentração (volume inicial) / (volume inicial - volume do permeado).

Finalmente, a etapa de reconstituição do suco concentrado (mistura do retentado pasteurizado da ultrafiltração com o retentado da OI).

Para caracterização dos produtos foram realizadas análises físico-químicas e microbiológicas usando-se métodos oficiais padronizados.

Após o fim do processo, foi realizada uma análise sensorial foi realizada pela equipe de controle de qualidade da CTM Citrus.

SILVA e Colaboradores (1998) concluíram que a utilização do processo de ultrafiltração foi eficiente na retenção de microrganismos e enzimas pectinolíticas e na produção de um permeado clarificado, facilitando o processo de osmose inversa. Recomendando, assim, a utilização desta etapa, pois torna o processo de osmose inversa mais eficiente e evita que a maior parte dos voláteis do aroma e sabor seja submetida à pasteurização, o que diminuiria a qualidade do suco.

A avaliação sensorial do produto obtido apresentou boa aceitação pelos provadores. Porém, o nível de concentração obtido não justifica uma aplicação comercial dos processos combinados: ultrafiltração seguido da osmose inversa.

3.4.2. Clarificação e Pasteurização a Frio de Suco de Laranja.

PALLET e Colaboradores (2005) realizaram um trabalho no qual o suco de laranja foi tratado preliminarmente com enzimas, e posteriormente por microfiltração, em membranas com diâmetro de poro de 0,2 µm, para separar o suco clarificado da fração retida polposa. O suco de laranja utilizado foi obtido de laranjas maduras da variedade Pêra, em uma extratora do tipo FMC. A caracterização do suco *in natura* foi efetuada antes de cada ensaio de tratamento enzimático e microfiltração, quando foram realizadas as análises físico-químicas. Os aromas foram determinados por cromatografia gasosa, e a qualidade sensorial foi avaliada por um grupo de provadores, composto por sete pessoas treinadas.

Diferentes preparações enzimáticas comerciais (DSM e LYVEN) foram testadas para clarificação. Após pasteurização, o suco foi resfriado imediatamente por imersão dos

recipientes em água fria, e foram coletadas as amostras para análise. A hidrólise foi avaliada pela redução do teor de polpa e da viscosidade e pela perda de vitamina C.

As unidades piloto de microfiltração utilizadas foram:

- Na Embrapa Agroindústria de Alimentos, Rio de Janeiro, uma unidade equipada com quatro membranas orgânicas tubulares montadas em paralelo, de diâmetro de poro de 0,3 µm e superfície filtrante total de 0,05 m². A fração retida foi pasteurizada e reconstituída em pasteurizador de placas, a 92°C, durante 30 segundos, com aumento rápido da temperatura e posterior resfriamento do suco. A mistura da fração retida pasteurizada com permeado estéril foi realizada em condições assépticas, em cabine de fluxo laminar.
- No Cirad, Montpellier, França, uma unidade piloto equipada com quatro membranas tubulares de óxido de alumínio, de diâmetro de poro de 0,1 µm e área filtrante unitária de 0,005 m².

Foi constatado que o mercado nacional demanda, principalmente, a produção de sucos polposos, e que, por isso, a aplicação de membranas no processamento de polpas de frutas brasileiras não deve ser orientada apenas para a obtenção de sucos clarificados.

PALLET e Colaboradores constataram também que a reconstituição de sucos por reincorporação da fração retida pasteurizada é possível, mas o sabor de cozido do produto final deve ser eliminado.

Segundo PALLET e Colaboradores a concentração de micronutrientes por microfiltração é um processo viável e fornece resultados compensadores, em particular em relação a carotenóides e a licopeno. As frações retidas, ricas em carotenóides, podem proporcionar aplicações em escala industrial.

3.4.3. Microfiltração de Suco de Maracujá.

No estudo realizado por PAULA e Colaboradores (2002), a matéria prima utilizada foi o maracujá amarelo, comumente utilizado nas indústrias de suco. O suco foi obtido através do despulpamento dos frutos em despulpadeira horizontal com peneira de 0,8 mm. Foi introduzida uma etapa de hidrólise enzimática do suco, antes da microfiltração, visando diminuir a viscosidade e o teor de polpa do suco e, conseqüentemente, aumentar a eficiência do processo subsequente.

Foi realizado um planejamento experimental, utilizando três preparações enzimáticas, Pectinex Ultra SP L e Thermamyl Liquid 60, ambas da Novo Nordisk e Biopectinase MB (Quest International), com atividades pectinolítica, celulolítica e amilolítica, respectivamente. As preparações enzimáticas foram testadas em três níveis de concentração, 0, 150 ppm e 300

ppm, para a Pectinex e Biopectinase, e 0, 40 e 80 ppm, para Thermamyl, a 30°C, por uma hora. As avaliações físico-químicas dos sucos hidrolisados revelaram que a aplicação de 40 ppm de Thermamyl e 300 ppm de Biopectinase representou a melhor condição de hidrólise, na faixa de concentração estudada.

Para a microfiltração foi utilizado um sistema em escala piloto, com membrana do tipo tubular com porosidade de 0,3 µm, a uma pressão transmembrana de 1,5 bar e a 25°C.

Os produtos da reação enzimática, bem como o suco integral, o suco retido e o suco permeado, foram submetidos às análises físico-químicas. O teor de polpa foi medido após centrifugação do suco a 4000 rpm por 15 minutos. O permeado foi armazenado sob refrigeração por 30 dias e analisado em intervalos de 7 dias quanto à sua qualidade microbiológica. O teor de carotenóides totais foi determinado por extração com hexano e leitura em espectrofotômetro a 470 nm.

A avaliação físico-química do suco integral, da alimentação (suco hidrolisado), do retido e do permeado não mostrou variações significativas nos valores de sólidos solúveis, pH e acidez ($p < 0,05$). O teor de polpa passou de 15% no suco integral para 10% no hidrolisado. O permeado apresentou-se límpido e claro. A turbidez e a viscosidade aparente do suco foram reduzidas com o processamento, passando de 270 NTU e 6,9 mPa.s no suco integral para 1,2 NTU e 1,14 mPa.s no suco clarificado, respectivamente. Em relação ao teor de carotenóides, foi verificado que o tratamento enzimático resultou no aumento deste de 0,58 ppm no integral para 1,10 ppm no suco hidrolisado. Após a microfiltração, observou-se uma perda da cor amarela no suco clarificado, que foi relacionada ao baixo teor de carotenóides desta fração, 0,01 ppm, indicando que a membrana de microfiltração reteve estes componentes.

PAULA e Colaboradores (2002) constataram que o suco permeado, armazenado sob refrigeração, apresentou qualidade microbiológica compatível com os padrões exigidos pela legislação brasileira.

3.4.4. Suco de Acerola Microfiltrado.

A matéria-prima utilizada no estudo feito por MATTA e Colaboradores (2004), foi a acerola madura, adquirida diretamente do produtor no município do Rio de Janeiro, no dia em que foi colhida, na safra de 2001, nos meses de fevereiro e abril. Foram adquiridos dois lotes, cada um com 30kg de acerola *in natura*.

A enzima comercial Pectinex Ultra SP-L, da Novo Nordisk, com atividade predominantemente pectinolítica, foi utilizada para o pré-tratamento da polpa.

A acerola *in natura* foi submetida às etapas usuais do processamento de polpas e sucos: seleção, lavagem e despulpamento, sendo duas etapas de refino em peneira de 0,5mm.

A fim de reduzir a sua viscosidade, a polpa foi hidrolisada utilizando-se 0,01% (v/v) da enzima, a 35°C, por um tempo de incubação de 30 minutos. Após a hidrólise enzimática, o suco foi microfiltrado em uma membrana tubular de polietersulfona com 0,3µm de tamanho de poro, a uma pressão transmembrana de 1,2bar, num processo em batelada, com recirculação da corrente retida. Em função da capacidade do sistema, foi necessária a realização de dois processamentos, que foram conduzidos nas mesmas condições.

Durante a microfiltração, o suco clarificado foi recolhido em provetas fechadas, previamente esterilizadas, sendo, em seguida, transferido para as embalagens, também previamente esterilizadas dentro de uma capela de fluxo laminar.

O acompanhamento do processo foi feito através da análise das características do produto nas diferentes etapas. Foram retiradas amostras da polpa original, do suco hidrolisado, e, ao final da microfiltração, das frações permeadas (suco clarificado) e retidas pela membrana. Foram realizadas as análises típicas para avaliação da qualidade do suco.

MATTA e Colaboradores (2004) concluíram que é possível obter um suco clarificado de acerola, pasteurizado a frio, e preservá-lo, durante três meses sob refrigeração, sem que ocorra alteração significativa das suas principais características químicas. Os altos teores de ácido ascórbico do produto, na faixa de 1200 – 1300mg/100g, são mantidos durante todo o período do armazenamento, preservando a qualidade nutricional e funcional dos sucos.

3.4.5. Clarificação e Concentração de Suco de Caju por Processos com Membranas.

No estudo feito por CIANCI e Colaboradores (2005), foi utilizado como matéria-prima um lote de 180kg de polpa de caju congelada, da marca De Marchi, que foi uniformizada e refinada em despulpador Bonina 0,25df, com peneira de 0,6mm, obtendo-se o suco integral refinado, que foi novamente congelado até o momento de sua utilização. Para o pré-tratamento enzimático, foi utilizada a enzima Clarex 0,025% (v/v), com atividade pectinolítica durante uma hora, a temperatura de 30°C. O suco hidrolisado foi conduzido para um sistema de microfiltração composto por uma membrana tubular de polietersulfona, com tamanho de poro de 0,3µm e área filtrante de 0,05m². O processo foi conduzido a temperatura de 30°C e pressão de 220kPa. O suco clarificado, permeado da microfiltração, foi concentrado em uma unidade de osmose inversa com configuração do tipo quadro e placas, utilizando membranas planas de filme composto, com área de filtração de 0,72m² e 95% de rejeição a NaCl, à pressão de 6,0MPa e temperatura de 35°C.

O teor de sólidos solúveis foi acompanhado ao longo do processo de concentração. Foram retiradas amostras de todas as etapas do processamento para determinação dos teores de vitamina C, sólidos solúveis, acidez e pH, taninos, teor de polpa, turbidez nefelométrica e viscosidade.

CIANCI e Colaboradores (2005) constataram que é possível obter um suco de caju clarificado e concentrado com alto teor de vitamina C, utilizando processos não térmicos, como a microfiltração e a osmose inversa. Também, evidenciam a potencialidade da aplicação da tecnologia de membranas para o processamento do suco de caju, contribuindo para um maior aproveitamento do pseudofruto.

3.5. Blends

A formulação de bebidas mistas (blends), tem sido muito usada, pois o mercado para este produto tem se expandido de forma expressiva. As misturas de frutas apresentam uma série de vantagens, como a combinação de diferentes aromas e sabores e a soma de componentes nutricionais, como será visto a seguir. (MATSUURA *et al.*, 2004)

3.5.1. Blend de Acerola e Abacaxi.

MATSUURA & ROLIM (2001) realizaram um trabalho que tinha como objetivo aumentar a quantidade de vitamina C do suco de abacaxi, por meio da adição de quantidades variáveis de suco de acerola, esperando obter um “blend” que mantivesse as características sensoriais do suco de abacaxi original.

As matérias-primas utilizadas foram sucos integrais comerciais pasteurizados e congelados de abacaxi e acerola.

Realizou-se mistura de suco integral pasteurizado de abacaxi com diferentes quantidades do suco integral pasteurizado de acerola (5%, 10%, 15% e 20%), produzindo “blends” desses sucos. Os “blends” (produtos finais) preparados foram, logo em seguida, analisados, sendo que, para a análise sensorial, foram diluídos na proporção de 1:1 com água. Análises físico-químicas de pH (potenciômetro), sólidos solúveis totais (refratômetro, com correção de temperatura para 20°C), acidez total titulável (método n.22.058 da AOAC, 1984) e ácido ascórbico (vitamina C) (método n°43.064 da AOAC, 1984), foram realizadas nas matérias-primas e nos produtos finais.

A análise sensorial foi realizada, avaliando os atributos de cor, odor, consistência e sabor dos produtos finais, através de teste de comparação múltipla, utilizando-se de escala para comparação com o padrão (suco integral pasteurizado de abacaxi).

Com esse trabalho, foi constatado que os “blends” de suco integral pasteurizado do abacaxi, contendo 5% ou 10% de suco integral pasteurizado de acerola, apresentaram características sensoriais de odor, sabor, consistência e cor similares ao suco integral pasteurizado de abacaxi, com teor de vitamina C cerca de cinco vezes mais alto.

3.5.2. Blend de Mamão, Maracujá e Acerola (MATSUURA *et al.*, 2004)

O objetivo do trabalho realizado por MATSUURA e Colaboradores foi desenvolver um néctar à base de polpa de mamão e suco de maracujá, fortificado com vitamina C presente na polpa de acerola.

As matérias primas utilizadas foram polpa comercial pasteurizada de mamão papaya, suco de maracujá, polpa de acerola comercial, água mineral (Indaiá) e açúcar refinado.

Onze formulações foram preparadas, empregando-se diferentes concentrações da polpa de mamão (28.5% a 39.0%), suco de maracujá (6% a 16.5%), e sacarose (5% a 17%), mantendo uma concentração constante da polpa de acerola (5%). A soma da polpa do papaya e do suco de maracujá correspondeu a 90% do índice da polpa e do suco na formulação. As formulações contiveram um total de polpa-suco de 50% (papaya, maracujá e acerola) e de água mineral de 50%, mais concentrações diferentes do açúcar.

Análises físico-químicas de pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável e ácido ascórbico (vitamina C), foram realizadas nas matérias-primas e nos produtos finais.

Os testes sensoriais foram realizados com 22 provadores não treinados. As médias de aceitação foram submetidas a uma análise de regressão, calculando-se inicialmente uma equação polinomial quadrática. A aceitação sensorial dos néctares das diferentes formulações variou de 5 (“nem gostei, nem desgostei”) até mais de 7 (“gostei moderadamente”).

MATSUURA e Colaboradores concluíram que alguns néctares misturados mostraram a aceitação sensorial boa e um índice elevado da vitamina C, sugerindo o sucesso comercial potencial. As quantidades aumentadas de polpa e de sacarose do mamão influenciaram positivamente a aceitação sensorial dos produtos (até 39% e 17%, respectivamente).

3.6. Novas Tendências no Processamento de Sucos

3.6.1. Alta pressão

Além dos processos com membranas e da aplicação de enzimas hidrolíticas, novas tecnologias vem surgindo também para a conservação de sucos e alimentos em geral. Uma linha de pesquisa desenvolvida pela Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) baseada em processos não-convencionais de conservação de alimentos, na qual estão incluídos processos não-térmicos, deu origem a uma nova tecnologia capaz de preservá-los por meio da alta pressão. Trata-se de processos que causam poucos danos aos alimentos em termos de perda de propriedades nutricionais, sabor, aroma e cor. Dentre os alimentos já utilizados neste processo estão o suco de laranja, a água de coco, o leite e a cerveja (JORNAL DA UNICAMP, 2005).

Na pasteurização por alta pressão, o produto é submetido a uma pressão muito alta durante poucos segundos. Este processo leva à destruição de bactérias, leveduras e fungos termofílicos, e a uma parcial desnaturação de enzimas (CAMPOS, 2002).

O pH baixo de sucos de fruta faz-lhes bons candidatos para a preservação pelo tratamento por alta pressão, uma vez que a germinação de esporos bacterianos resistentes à pressão é inibida, mesmo que ocorra a sobrevivência dos mesmos (FARR, 1990).

Atualmente, dois métodos de processamento de alimentos à alta pressão têm sido investigados: o método hidrostático (UAP – Ultra Alta Pressão) e o método de homogeneização (HAP – Homogeneização à Alta Pressão) (CAMPOS, 2002).

O processamento UAP (método hidrostático) consiste em submeter o produto à alta pressão dentro de um vaso pressurizado, utilizando um meio que transfere a pressão ao produto (para alimentos tem se utilizado água potável como meio) (CAMPOS, 2002).

O processamento HAP (método de homogeneização) é um processo em base contínua que utiliza fundamentalmente um homogeneizador de alta pressão com o intuito de romper células, princípio largamente utilizado nas aplicações de biotecnologia. O produto é bombeado por dois intensificadores de pressão, sendo forçado a fluir através de uma válvula de homogeneização. Isto produz uma velocidade muito elevada através do orifício, e a expansão resultante é a responsável pela ruptura de células de microrganismos, causando mínimas alterações nas células do alimento (CAMPOS, 2002).

São processos bastante rápidos que utilizam poucos segundos e não envolvem um aquecimento muito alto. As diferenças de temperatura não ultrapassam 60° C e, portanto,

perdas de características como sabor, aroma e cor são muito menores do que em processos convencionais.

Uma das vantagens que essa nova tecnologia trará ao público consumidor é que ele receberá um alimento tão seguro quanto o obtido por meio do processamento convencional. Porém, ele terá um valor agregado do tipo aroma, sabor e aspectos nutricionais bem mais evidentes.

Mas, por ser uma tecnologia nova, ela ainda tem um custo bastante alto. Como o equipamento trabalha com pressões elevadas, deve ser bastante robusto para suportar essas pressões (JORNAL DA UNICAMP, 2005).

3.6.2. Combinação de evaporação por contato direto e permeação de vapor com o uso de membranas seletivas

No Programa de Engenharia Química da Coppe foi desenvolvido, para processamento de suco de frutas, um processo combinado de evaporação por contato direto, para concentração, e a permeação de vapor com o uso de membranas seletivas, para a recuperação de aromas. Nenhum deles havia sido empregado na indústria alimentícia (RIBEIRO JR, 2005).

O fato de proceder à evaporação a temperaturas mais baixas do que as habituais permitem uma menor alteração do sabor e um suco de maior qualidade. Em vez de obter a concentração a partir de altas temperaturas, que provocam alterações químicas de alguns componentes e modificam gosto, cor e aroma do suco, foi desenvolvida uma forma que permite temperaturas bem menores de evaporação, minimizando perdas das propriedades naturais do suco.

Além disso, essa parte do processo torna-se mais econômica porque os novos evaporadores projetados permitem uma transferência de calor mais eficiente. Se atualmente a indústria consegue obter uma concentração de sólidos no suco de cerca de 50%, com a evaporação por contato direto esse limite pode chegar a 77%, sem danos ao equipamento. Quanto mais concentrado menor a quantidade necessária para se obter a mesma proporção de suco reconstituído. Ou seja, a mesma quantidade armazenada permite uma quantidade maior de suco, o que se torna mais econômico e ainda reduz os custos de transporte.

Outro desafio para o processamento dos sucos é a perda de aromas, compostos orgânicos responsáveis pelo sabor e odor característicos de um suco, presentes em concentrações extremamente baixas e voláteis. Na indústria, os aromas perdidos durante o processo de evaporação são re-adicionados ao suco na etapa final de produção. Essa

recuperação é dificultada pela complexidade do sabor, uma mistura de centenas de substâncias com grande diferença de pontos de ebulição, solubilidade e estrutura molecular. Para se ter uma idéia, o suco de laranja tem mais de 200 substâncias na composição do aroma e o suco de morango, mais de 360.

Para dar conta dessa complexidade, a indústria utiliza um grande número de colunas de destilação para recuperação dos aromas. Neste processo, isso é feito de forma mais eficaz com o emprego de membranas seletivas. Como espécie de filtro molecular, elas conseguem recuperar praticamente 100% das moléculas de aroma presentes na fase de vapor, deixando de fora as de ar e de água. Esses aromas podem ser posteriormente adicionados aos sucos e até empregados em outras aplicações. O projeto agora está no processo de repetição mas agora em escala piloto, o que deverá acontecer nas instalações da Embrapa.

Embora possa ser utilizado para diferentes tipos de suco, o processo exige troca de equipamento, já que faz uso de uma nova rota. Será uma substituição do maquinário atual por outro, simplificado e mais eficiente. Mas esse investimento é vantajoso, já que resulta em ganho em termos da redução de custos operacionais e qualidade (RIBEIRO JR, 2005).

3.6.3. Pervaporação por membranas

A pervaporação constitui-se em uma técnica de separação contínua não cromatográfica, integrando os processos de evaporação e difusão gasosa em uma única etapa. Substâncias voláteis presentes no fluxo da solução doadora (a quente) em fase líquida evaporam e condensam-se na superfície de uma membrana hidrofóbica, durante a difusão através da membrana, são recebidas pela solução receptora. O processo é favorecido pelo incremento da temperatura com aumento da permeabilidade das substâncias através da membrana. Durante o transporte, a resistência ou a facilidade do processo depende do tipo de permeante (tamanho e forma) e da morfologia da membrana (MATTOS & QUEIROZ, 1998). Durante a concentração dos sucos de frutas, muitos componentes do aroma são perdidos devido a sua alta volatilidade em solução aquosa. Esses compostos são importantes para a qualidade sensorial dos sucos e devem ser recuperados antes da etapa de concentração e então adicionados ao suco concentrado antes do envase. Apesar da sua importância, estes compostos estão em concentrações muito baixas nos sucos e sua recuperação usando técnicas tradicionais, tais como a destilação e a condensação parcial, é um tanto complexa. A Pervaporação constitui uma alternativa prometedora para substituir estas técnicas (PEREIRA *et al.*, 2006).

3.6.4. Irradiação

Quando a matéria é atravessada por qualquer forma de radiação ionizante, pares de íons são produzidos e átomos e moléculas são excitadas, havendo absorção de parte dessa energia transferida. Estes pares de íons podem ter energia suficiente para produzir novas ionizações e excitações. Estas ionizações são as responsáveis pelos efeitos biológicos das radiações.

Ao contrário do processo térmico, muito pouca energia da radiação é consumida em aumentar a energia térmica das moléculas que a absorvem. Além disso, a energia necessária para esterilização pela radiação é de cerca de 50 vezes menor da requerida para esterilização pelo calor. Por isso é chamada de “esterilização a frio”.

O processo de irradiação é influenciado pela temperatura, umidade e tensão de oxigênio do meio, assim como pelo estado físico do material a ser irradiado. Por este motivo, para cada produto a ser irradiado são estabelecidos procedimentos específicos, inclusive diferentes doses de radiação (CENA, 2007).

O principal interesse em se tratar alimentos com radiação ionizante é assegurar sua preservação. Isso pode envolver a inativação de muitas espécies de microrganismos que podem contaminar alimentos e causar deterioração.

A correlação da sensibilidade à irradiação é, de maneira geral, inversamente proporcional ao tamanho do organismo. Leveduras e fungos têm uma suscetibilidade à radiação comparada a de algumas bactérias não formadoras de esporos. As doses letais para leveduras estão, aproximadamente, na faixa de 4,65 a 20 kGy e para os bolores entre 2,5 a 6,0 kGy.

Para alguns alimentos, como sucos de frutas, essas doses podem ser muito altas, causando alterações principalmente no sabor.

Inúmeras pesquisas têm demonstrado que um aquecimento moderado ou a refrigeração, combinados com a irradiação, causam um efeito inibitório sobre a multiplicação de microrganismos deteriorantes, reduzindo a dose de radiação requerida para o seu controle.

A esterilização efetiva do suco de laranja foi obtida submetendo-se o suco a uma dose de 8 kGy ou a uma dose de 4 kGy seguida de aquecimento a 50°C por 15 minutos (DOMARCO *et al.*, 1996).

Capítulo 4 - Mercado do Suco de Frutas

4.1. Produção de frutas

A fruticultura brasileira é um dos segmentos da economia brasileira mais destacados e em contínua evolução. Atende um mercado interno em constante crescimento, e, a cada dia, vem ganhando espaço no mercado internacional, com frutas tropicais, subtropicais e de clima temperado, aumentando o volume das exportações, o número de empresas exportadoras, as variedades de frutas exportadas e os países de destino das exportações (BRAZILIAN FRUIT, 2007).

O mercado mundial de frutas e seus derivados apresentaram um grande impulso a partir dos anos 90, em função do movimento de consumidores que buscavam produtos mais saudáveis. O consumo mundial de frutas tropicais apresentou um crescimento superior a 40% entre 1990 e 2005 favorecendo o Brasil, classificado entre os três grandes produtores (IEA, 2005).

A produção mundial de frutas foi de 690.756.513 toneladas em 2005. As seis frutas mais produzidas foram: banana, melancia, uva, laranja, maçã e coco respectivamente (OLIVEIRA & MANICA, 2006).

A China foi o maior produtor mundial de frutas em 2005, apresentando uma produção de 167 milhões de toneladas, o que corresponde a 24,2% da produção mundial de frutas neste ano. Este país ocupou lugar de destaque nas produções de melancia, maçã, manga, melão, tangerina, pêra, pêssego, ameixa. (OLIVEIRA & MANICA, 2006).

A Índia ocupou a segunda colocação na produção de frutas em 2005, com 57,9 milhões de toneladas com destaque para as produções de banana, coco, manga, abacaxi, limão/lima e castanha-de-caju (OLIVEIRA & MANICA, 2006).

O Brasil ocupou a terceira colocação na classificação dos principais países produtores de frutas no ano de 2005, com a quantidade de 41,2 milhões de toneladas, representadas principalmente pelas culturas da laranja, banana, coco, abacaxi, mamão, castanha-de-caju, caju e castanha-do-brasil (OLIVEIRA & MANICA, 2006).

Estados Unidos, Indonésia, Filipinas, Itália, México, Turquia e Irã, nesta ordem, completam a lista dos dez maiores produtores de frutas do mundo, que, juntos, representaram 22,90% da produção mundial de frutas no ano de 2005 (FAO, 1).

A figura 4.1 apresenta a produção de frutas em milhões de toneladas, dos dez principais produtores mundiais no ano de 2005. Observa-se a China, com uma produção muita

acima em relação aos outros países e o Brasil, ocupando a terceira posição com uma produção na faixa dos 40 milhões de toneladas.

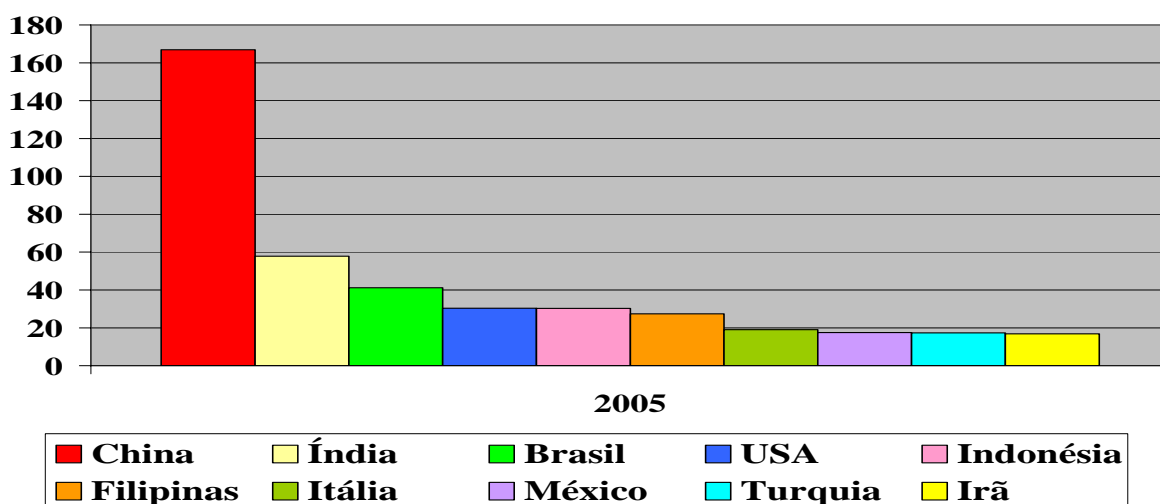


Figura 4.1: Principais produtores mundiais frutas no ano de 2005 (seg. FAO, 1).

Segundo dados da FAO, a quantidade total de frutas produzidas pelos países aumentou de 675,10 milhões de toneladas colhidas em 2004, para 690,76 milhões de toneladas no ano de 2005, o que representou um aumento de 15,66 milhões de toneladas em um ano e o percentual de aumento de 4,86 % (OLIVEIRA & MANICA, 2006).

Na figura 4.2, temos as principais frutas produzidas no mundo no ano de 2005, em milhões de toneladas, onde banana e melancia são as duas mais produzidas respectivamente. Vemos a laranja, de suma importância para o Brasil, sendo a quarta mais produzida no mundo com aproximadamente 60 milhões de toneladas.

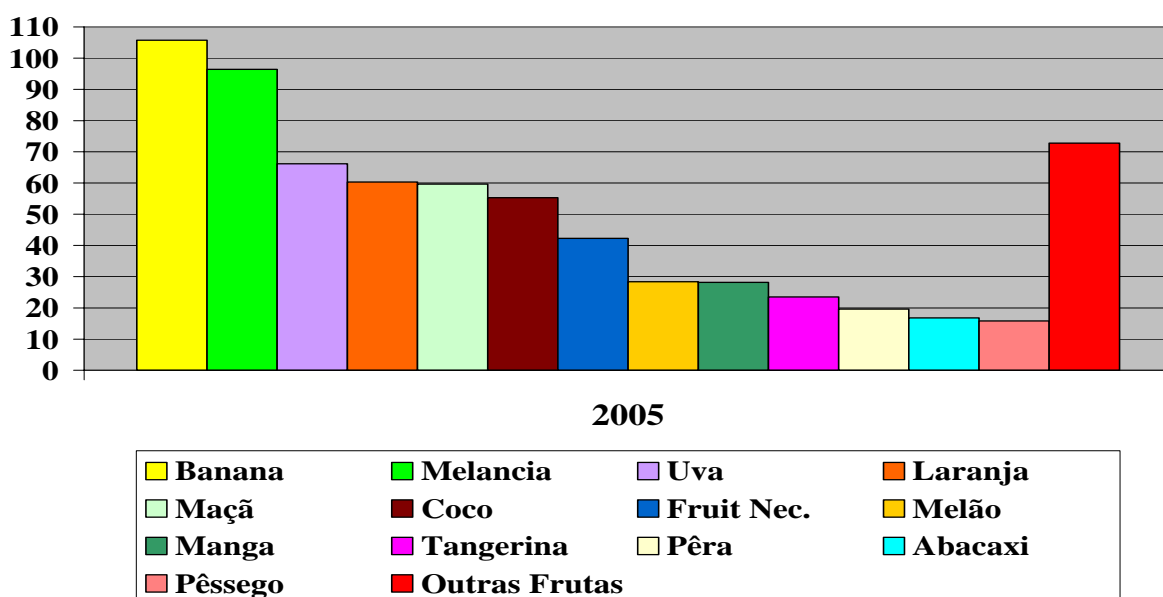


Figura 4.2: Principais frutas produzidas no mundo no ano de 2005, em milhões de toneladas (seg. a FAO, 1).

4.2. Processamento das frutas

A evolução do processamento de frutas no Brasil e no mundo aponta para o caminho da agregação de valor (PEREIRA, 2006).

As frutas processadas foram incorporadas à rotina das pessoas, em forma de sucos e polpas, conservas ou desidratadas. Há também, outras apresentações em misturas com vegetais, soja, leite e iogurtes; os produtos minimamente processados; as frutas congeladas, além de itens sofisticados, como molhos à base de frutas, novos tipos de energéticos e sobremesas. O segmento entrou na era da diversificação, para atender a nichos de mercados diferenciados (PEREIRA, 2006).

De olho neste cenário, as empresas sentiram a necessidade de aumentar o nível de padronização para garantir a qualidade do produto final investindo também nos setores de embalagem, como foi o surgimento da lata neste setor, que contribuiu para o aumento das vendas de sucos (TODAFRUTA, 2005).

4.3. Sucos de frutas prontos para o consumo

Paralelamente ao segmento de frutas frescas, a produção de sucos naturais vem se notabilizando pelo forte crescimento do consumo, inserindo-se os sucos de frutas tropicais, e os sucos cítricos onde o Brasil se destaca no cenário internacional. Este segmento apresenta crescimento contínuo dado a busca cada vez maior por produtos voltados para uma melhor qualidade de vida. Hoje em dia, todos os profissionais ligados à área de saúde indicam produtos naturais, como alternativa para uma vida saudável (FRACARO, 2004).

A produção de sucos prontos para o consumo no Brasil começou nos anos 50, recebendo grande impulso e investimentos no início da década seguinte, quando fenômenos climáticos adversos geraram forte demanda por suco de laranja brasileiro nos Estados Unidos. A falta do produto no mercado possibilitou ao Brasil assumir o papel de liderança na produção de sucos, com um grande destaque para os derivados de laranja. Atualmente, o setor registra 512 fabricantes, que foram responsáveis, em 2005, pela comercialização de 342 milhões de litros. Entre as associadas da ABIR (Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas), a capacidade instalada para produção de sucos é de 6,31 milhões de litros por mês (ABIR, 2005).

A produção brasileira de sucos e polpas de frutas tropicais, hoje estimadas em cerca de 230 mil toneladas apresenta uma produção bastante diversificada onde o consumidor tem a oportunidade de saborear frutas consideradas exóticas, típicas da região amazônica como o

açaí, cajá, taperebá, murici, cupuaçu e ainda as mais conhecidas: maracujá, acerola, graviola, abacaxi, carambola, caju e a goiaba, dentre outras (FRACARO, 2004).

O mercado nacional de sucos cresce a cada ano cerca de 14% e a tendência é de que sabores não-tradicionais, como uva, maracujá, manga e goiaba se destaquem nos próximos anos (SIMARELLI, 2006).

No caso particular do mercado interno de sucos, o Brasil possui um grande potencial para crescer. Pesquisa divulgada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE – mostra que 74% da população pertencem às classes D e E. Em se tratando de sucos para beber, essa faixa consome apenas 26%. Com isso, espera-se que aumentando o poder aquisitivo dessa faixa, as vendas cresçam na mesma proporção (PEREIRA, 2006).

Entretanto para que o mercado de sucos de frutas continue em expansão algumas medidas de incentivo ainda devem ser tomadas, como a redução de taxas para exportação na Europa, pois vários países da América do Sul já estão isentos, o que causa uma concorrência desleal para o Brasil (TODAFRUTA, 2005).

Na figura 4.3 abaixo, estão apresentados os dados do mercado (volume por sabor) de sucos pronto para o consumo. Pode-se observar que o mercado vem aumentando de ano a ano, com um aumento significativo de sabores não tradicionais, indicados como outros sabores (ABIR, 2005).

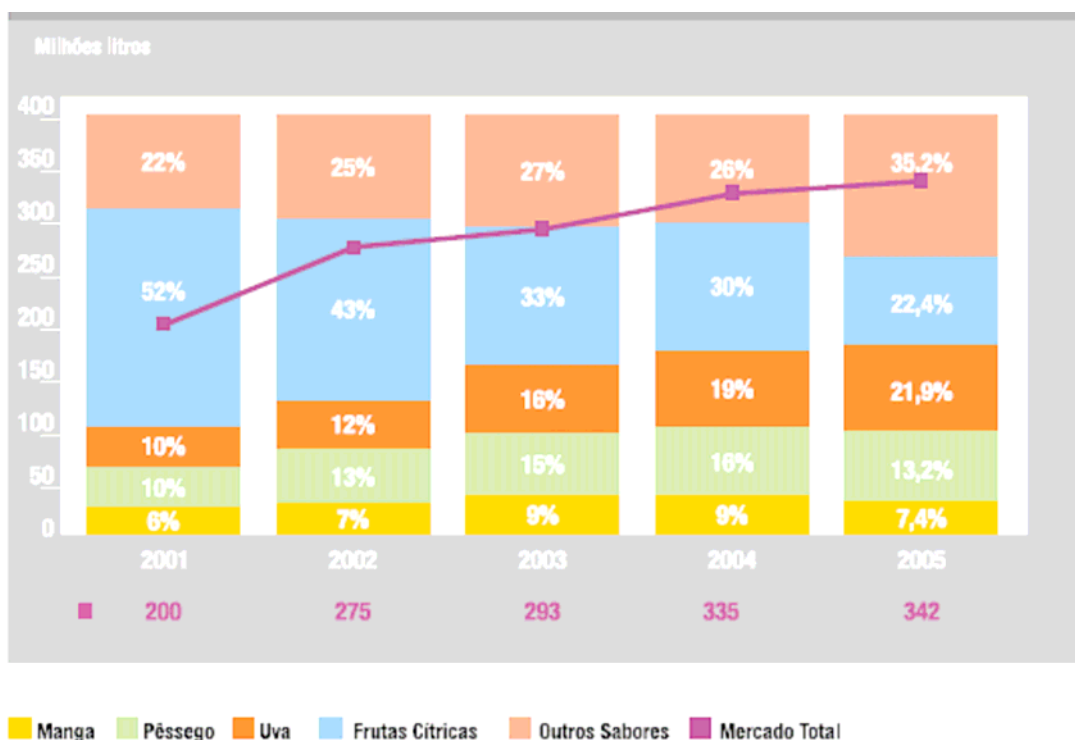


Figura 4.3: Dados do mercado de sucos pronto para consumo.

Fonte: ACNielsen, análise Trevisan / Atualização ABIR

Segundo dados da AC Nielsen, em 2004 o mercado de sucos prontos cresceu 15,6% e atingiu proporções maiores do que o de refrigerantes, cujo aumento foi de apenas 6,54%. Este mercado tem movimentado R\$ 900 milhões e 350 milhões de litros, explicando o ingresso e o aumento do investimento de empresas nacionais e multinacionais em instalações e desenvolvimento de novos produtos para o setor (MONTEIRO, 2006).

Até mesmo, as empresas de refrigerantes, atentas ao crescimento no consumo de sucos naturais, estão entrando neste mercado, através da implantação de unidades industriais para engarrafar sucos de frutas. É importante ressaltar que essa movimentação já vem ocorrendo em outros países como os EUA, onde a gigante Coca-Cola, além da produção de refrigerantes, já participa como engarrafadora e distribuidora de sucos - principalmente os cítricos - com marca própria (FRACARO, 2004).

Somente em 2005 é que várias empresas passaram a investir no setor. Em meados de 2006 a empresa mineira Goody Indústria de Alimentos, com fábrica em Ubá, na Zona da Mata, investiu R\$ 15 milhões, com o objetivo de produzir 500 mil litros por mês de sucos prontos de manga, goiaba, pêssego, abacaxi, uva e maracujá, nas versões tradicionais e light (MONTEIRO, 2006).

A Batávia S.A. Indústria de Alimentos, com sede em Carambeí, no Paraná, investiu R\$ 4 milhões no setor e passou a oferecer um mix extenso de produtos, como néctares, smoothies (mistura de suco e leite), além de bebidas que misturam soja e sucos de frutas. Outra a ingressar foi a Agrofruit, sediada em Visconde do Rio Branco, também em Minas Gerais. Esta empresa deixou de ser apenas fabricante de polpa de fruta integral asséptica não-concentrada e não congelada e investiu R\$ 3 milhões para lançar a marca Brisk (MONTEIRO, 2006).

Outra que ingressou no mercado brasileiro foi à americana Ocean Spray que fez um investimento de US\$ 1 milhão, para trazer às prateleiras nacionais o suco de cranberry, uma frutinha vermelha muito famosa nos Estados Unidos. Lá, a Ocean Spray é líder do mercado com 80% de participação. Sem contar, as já tradicionais fabricantes de sucos prontos há anos no país, como a italiana Parmalat, com a marca Santal; a americana Kraft Foods, com a Maguary; e a trading-company brasileira, Atlântica Foods, que comercializa matérias-primas de sucos concentrados de laranja, limão, tangerina, e sucos tropicais concentrados e integrais de manga, goiaba, maracujá, abacaxi, acerola e caju e os importados clarificados de morango, framboesa, kiwi, pêssego, pêra, maçã, ameixa e ameixa seca (MONTEIRO, 2006).

A mexicana Del Valle é a maior indústria de sucos prontos da América Latina. No Brasil, ela opera desde 1997, tendo inaugurado sua primeira fábrica no país em 1999 numa

área de 18.000 m² com capacidade de produção de 10 milhões de litros por mês (MONTEIRO, 2006).

Dentre as principais empresas que atuam no mercado dos sucos de frutas, temos: Del Valle, Maguary, Jandaia, DaFruta, Santal, SucoMais (PEREIRA, 2006).

Na tabela 4.1, temos a participação (%) por meses no volume do mercado no ano de 2006 e o total de 2005, com algumas das marcas líderes do setor. Podemos observar na tabela que a líder de mercado é a Del Valle.

Tabela 4.1: Participação no volume do mercado, 2006 (%).

Período	Del Valle	SucoMais / Kapo	Shinka	Outras
Janeiro	21,0	16,5	3,3	59,2
Fevereiro / Março	21,6	18,2	3,2	57,0
Abril / Maio	21,1	16,9	3,0	59,0
Junho / Julho	21,3	16,3	3,0	59,4
Agosto / Setembro	20,5	17,4	2,7	59,4
Outubro / Novembro	18,4	17,7	3,0	60,9
Dezembro				
Total 2005	20,7	17,2	3,0	59,2

Fonte: ABIR

A figura 4.4 abaixo, mostra a participação (%) das vendas dos sucos, pelos sabores das frutas no ano de 2006. A laranja, grande campeã nas exportações, aparece em terceiro lugar nas vendas internas, sendo a uva a mais vendida, seguida pelo pêssego.

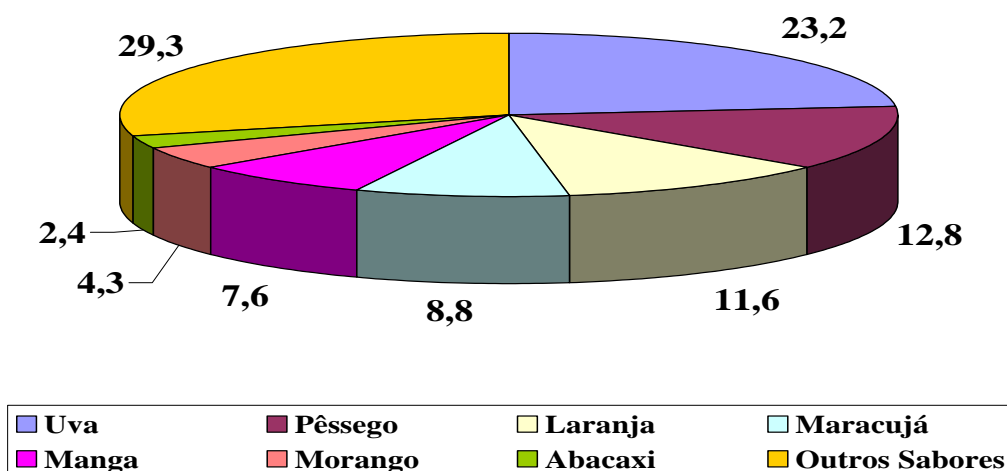


Figura 4.4: Participação dos sabores, 2006 (%).

Fonte: ABIR

A embalagem contribui para a qualidade final do suco, uma vez que tem a função de conter o produto de forma a protegê-lo das contaminações externas, quer sejam físicas, químicas ou biológicas, minimizando interações prejudiciais e prolongando a vida-de-prateleira desses sucos. Além disso, a embalagem possibilita o transporte e uma melhor apresentação dos produtos aos consumidores (FREITAS et al., 2006).

Nos últimos anos explodiu o consumo de sucos, drinques e néctares de frutas, com embalagens práticas cartonadas, em tamanhos variados, acompanhadas de canudinhos, o que acaba impulsionando as vendas, sendo a categoria que mais tem crescido, com 14% ao ano (PEREIRA, 2006).

Como podemos observar na figura 4.5, a caixa é a grande líder do mercado, possivelmente pela sua maior praticidade, sendo melhor para transportar, armazenar e ainda por manter inalterado por mais tempo as propriedades dos sucos.

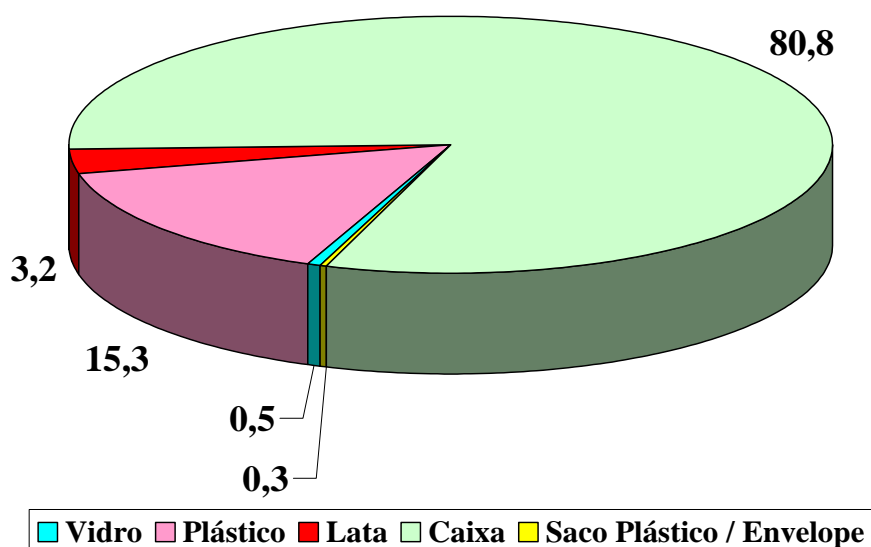


Figura 4.5: Participação das embalagens, 2006 (%).

Fonte: ABIR

A figura 4.6 mostra a evolução da produção de bebidas a base de frutas no Brasil, podemos observar que de 1999 até 2004 a produção mais que triplicou, e a tendência é que essa evolução continue ocorrendo.

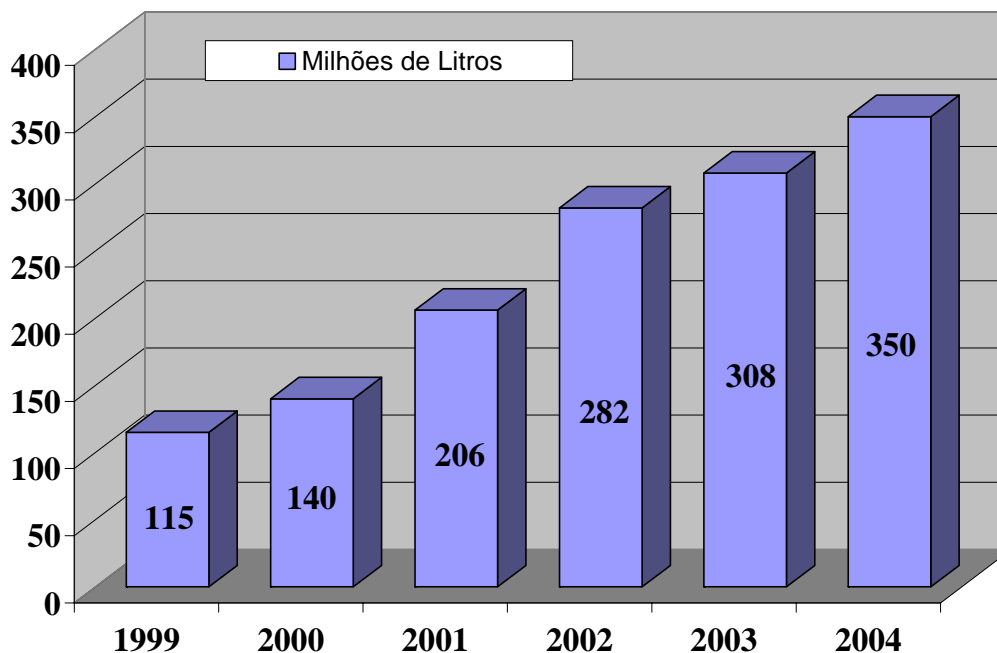


Figura 4.6: Evolução da produção de sucos, néctares e drinques a base de frutas no Brasil.
 Fonte: Estimativas do IBRAF com dados do Latin Panel/Trends Nielsen/TetraPak.

4.4. Sucos Orgânicos

Apesar de continuar crescendo, o mercado de sucos prontos tradicionais que apresentava um crescimento de 50% ao ano na década passada, já diminuiu essa taxa para 30%. Uma das explicações seria o surgimento dos sucos orgânicos que também despontam como promessas no ramo de bebidas, como uma outra forma de trazer praticidade e saúde aos consumidores. (TODAFRUTA, 2006).

Pesquisa recente (WILLER & YUSSEFI, 2006) indica que há cerca de 31 milhões de hectares sob cultivo orgânico no mundo. O Brasil possui a sexta maior área: 887,6 mil hectares (em 2000, eram 100 mil hectares) (SALOMÃO, 2006).

A agricultura orgânica no País tem um crescimento estimado de 30% ao ano e potencial para atingir 3 milhões de hectares em curto prazo, segundo o Instituto Biodinâmico – IBD. O mercado mundial movimentava cerca de US\$ 30 bilhões e o nacional cerca de US\$ 250 milhões, com potencial de crescimento anual médio de 25% (SALOMÃO, 2006).

A demanda por esse produto tem crescido entre 30% e 40%. É por isso que as empresas de orgânicos não param de ampliar seus portfólios com sucos de novos sabores (TODAFRUTA, 2006).

No Brasil, cerca de 70% dos produtos são vendidos em supermercados. Nos grandes centros urbanos estão ampliando e criando espaços exclusivos de venda desses produtos com marcas específicas (SALOMÃO, 2006).

A Usina São Francisco - dona da marca de produtos orgânicos Native, que pertence ao Grupo Balbo - está investindo cerca de R\$ 400 mil para lançar novos sabores da linha de sucos de frutas orgânicos. Além do de laranja, lançado no ano passado, os sucos da Native terão as versões manga, maracujá, tangerina e limão. Apesar de não revelar o volume produzido, com os novos sabores a produção de sucos irá duplicar (TODAFRUTA, 2006).

Outra empresa que acaba de lançar um novo sabor de suco de frutas orgânico e está chegando às gôndolas paulistas é a Cooperativa dos Citricultores Ecológicos do Vale do Caí (Ecocitrus), localizada em Montenegro (RS), que há dois anos atua nesse mercado. Além do sabor de tangerina, a cooperativa está lançando o suco de laranja. Por mês, a Ecocitrus produz 30 mil litros de suco, destinado aos mercados do RS, SC, PR, RJ, MG e SP (TODAFRUTA, 2006).

A próxima empresa a disputar o mercado de sucos orgânicos é a Nardelli, localizada em Rio do Oeste (SC), que está em fase de transformação, passando da agricultura convencional para a orgânica. A empresa estima lançar sucos orgânicos nos sabores morango, maracujá e goiaba, frutas já utilizadas na fabricação de geléias orgânicas (TODAFRUTA, 2006).

Outra empresa que atua no mercado de sucos orgânicos é a Wessanen, única do País a ter uma versão mix, que mistura laranja com acerola. Além disso, também possui o suco de goiaba e xaropes orgânicos. Atualmente, as vendas de sucos orgânicos prontos para beber representam cerca de 2% do mercado da bebida tradicional (TODAFRUTA, 2006). No ano passado, segundo dados da AC/Nielsen, o mercado de sucos prontos tradicionais registrou faturamento da ordem de US\$ 162,7 milhões (SIMARELLI, 2006).

Segundo o presidente da Associação Brasileira de Supermercados – ABRAS - as grandes redes já oferecem cerca de uma centena de itens orgânicos que agregam valor à saúde dos clientes. Nos médios e pequenos estabelecimentos, os orgânicos ainda não são representativos. É por isso que a ABRAS está investindo para aproximar os fornecedores desses produtos e os supermercados menores. Para o presidente da ABRAS, o desenvolvimento do segmento depende principalmente do abastecimento e produção dos produtos (OLIVEIRA, 2004).

Geralmente, os produtos orgânicos chegam às prateleiras com valores de 20% a 30% mais caros que os de linha, devido, principalmente, à produção quase artesanal (OLIVEIRA, 2004).

Segundo Leonardo Miyao, diretor-comercial de frutas, legumes e verduras (FLV), no grupo Pão de Açúcar, a venda de orgânicos cresce em média 15% ao ano e hoje representa 3,7% das vendas de frutas, legumes e verduras (TODAFRUTA, 2004).

Segundo Helio Silva, gerente-comercial da Native, o orgânico está passando por uma fase de transição importante com a industrialização dos produtos, tendo conseguido baixar os preços de seus produtos em torno de 30% em relação ao ano anterior, com a compra de um maior volume de matéria-prima.

Com o processo de industrialização, a Native registrou um crescimento de 50% na venda de 2004, frente a 2002. Cerca de 40% dos produtos da empresa são destinados a pequenas empresas, como hotéis, restaurantes, hospitais e lojas de conveniência. Segundo Silva, a liberação da soja transgênica será um divisor de águas para o segmento, onde a rejeição de alimentos geneticamente modificados por consumidores preocupados com a saúde poderá levar a um aumento da procura por orgânicos (TODAFRUTA, 2004).

4.5. Sabores específicos de sucos

Abordaremos, a seguir, os seguintes sabores de sucos: laranja, maracujá, caju e acerola. A laranja, por ser o carro chefe das exportações brasileiras nesse setor. O maracujá, por ser o Brasil o maior produtor e consumidor do mundo (FRACARO, 2004). O caju, que é o segundo mais exportado e a acerola, que está sendo misturada com outras frutas (blends), devido ao seu alto teor de vitamina C (SIMARELLI, 2006).

4.5.1. Suco de Laranja

O suco de laranja representa 70% do mercado brasileiro. Na balança comercial de 2005, o Brasil bateu o recorde de exportações desta década, em termos de volume físico. Chegou-se aos 1,397 milhões de toneladas e alcançando um faturamento da ordem de US\$ 1,2 bilhões (FRACARO, 2004).

Segundo a ABECITRUS (Associação Brasileira dos Exportadores de Cítricos), o Brasil produziu aproximadamente 300 milhões de caixas na última safra, onde o mercado interno absorve cerca de 100 milhões de caixas nos anos de preço mais baixo (SIMARELLI, 2006).

Apesar dos EUA serem o segundo maior produtor mundial de suco de laranja, o país ainda importou 157 milhões de galões (606,5 milhões de litros) de suco do Brasil em 2004, volume avaliado em 98,6 milhões de dólares. Quase a metade do setor de processamento de suco na Flórida é controlada por companhias brasileiras, que dizem precisar importar suco do Brasil para uniformizar cor, qualidade e viscosidade, especialmente em alguns momentos do ano quando não há quantidade suficiente de produto nos EUA (REUTERS, 2005).

As exportações brasileiras de suco de laranja em 2005 fortaleceram a presença no mercado oriental, especialmente na Ásia e países do leste europeu, como a Polônia, Rússia e Hungria (AGROLINK, 2004).

No leste europeu, o crescimento tem sido intenso, mas ainda não existem estatísticas claras, já que há a possibilidade da União Européia estar exportando diretamente o suco brasileiro para esses países. A União Européia continua sendo o principal mercado brasileiro (AGROLINK, 2004).

Embora a China tenha aumentado a taxa de importação recentemente, o que pode provocar uma diminuição no vigor das exportações, a China deve ser um mercado em ascensão nos próximos anos. Nos últimos cinco anos, as exportações cresceram de 1 mil toneladas suco/ano para 50 mil toneladas em 2004 (AGROLINK, 2004).

Para incentivar as exportações de suco de laranja é preciso acelerar as negociações internacionais, especialmente com a Área Livre de Comércio das Américas (ALCA), União Européia, Mercosul, além da Organização Mundial do Comércio (OMC) (AGROLINK, 2004).

Segundo Garcia, é preciso reduzir e eliminar tarifas para que o Brasil tenha acesso aos principais mercados do mundo, de forma ainda mais competitiva (AGROLINK, 2004).

4.5.2. Suco de Maracujá

O Brasil é o maior produtor de maracujá do mundo, mas a cultura da fruta vive um alarmante momento de baixa produção, o que tem provocado não apenas um aumento no preço do produto in natura, como também uma diminuição de sua oferta para processamento industrial. O País vive hoje uma situação anormal de pressão de doenças, em especial do PWV, conhecido popularmente como o vírus do endurecimento dos frutos. Para minimizar a questão do consumo interno da fruta, especialmente em sua forma processada, algumas indústrias têm recorrido à importação de concentrados (MEIRELLES, 2006).

O setor agro-industrial de produção de sucos de maracujá subdivide-se em dois segmentos principais: polpa e suco (integral e concentrado) (FRACARO, 2004).

A indústria produtora de suco integral e em muitos casos também de polpa (a 13 graus brix), comercializa a sua produção em dois segmentos: atacado, fornecendo sucos para engarrafadoras e, varejo, distribuindo diretamente para a rede varejista, em embalagens plásticas geralmente de 250 ml ou 500 ml, como é o caso da Maguary (líder neste segmento), Da fruta, Jandaia, Parmalat, Del Valle e outras (FRACARO, 2004).

A figura 4.7. mostra a produção de suco integral por algumas empresas processadoras. A maguary é a líder, seguida pela Dafruta.

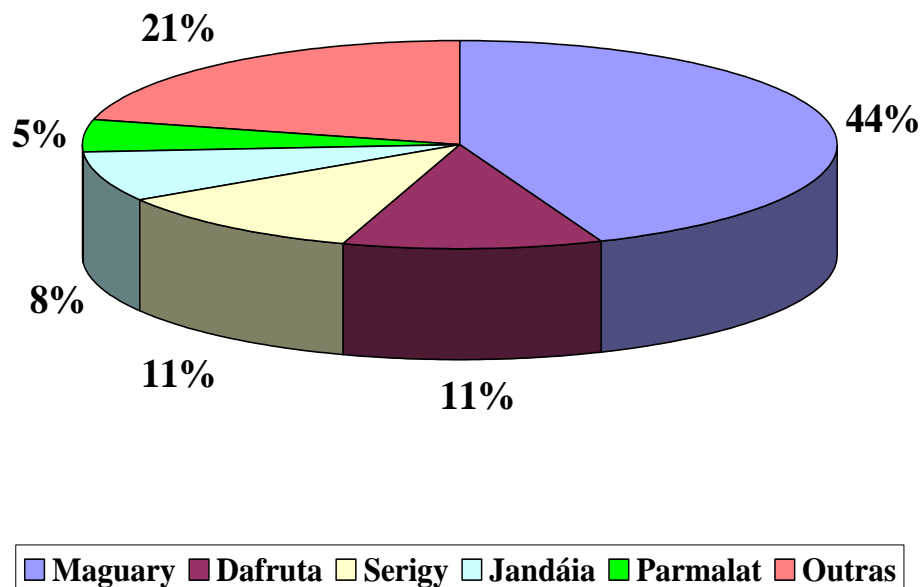


Figura 4.7: Produção de suco integral por empresa processadora (OLIVEIRA, 2001).

Fonte: AC Nielsen

O concentrado a 50 graus brix (característica desse suco), se destina basicamente ao mercado internacional, pois perde grande parte da água e, posteriormente, passa por um processo de reidratação (no seu destino), evidentemente sem perder as suas qualidades intrínsecas como sabor, odor etc. Para se ter uma idéia do grau de concentração, na produção de suco integral ou polpa, a relação é em média de três quilos de fruta para um de suco (3:1). Já no concentrado, esta relação passa a ser, em média, 11:1 (onze quilos de fruta, para um quilo de concentrado) (FRACARO, 2004).

Para o mercado externo de suco de maracujá, os principais países compradores têm sido os Países Baixos, seguidos dos Estados Unidos e Alemanha (FRACARO, 2004).

O volume das exportações anuais brasileiras tem variado bastante (entre 250 e 8.000 toneladas anuais), correspondente a US\$ 540 mil e US\$ 20 milhões, como pode ser visto na tabela 4.2 (MEIRELLES, 2006).

Tabela 4.2. Volume de maracujá exportado e valor em dólar.

Ano	Volume (T)	Valor (US\$ 1.000)
1988	8.382	20.297
1989	7.051	11.159
1990	2.469	3.599
1991	1.113	3.147
1992	4.294	8.150
1993	3.645	4.391
1994	2.126	2.883
1995	248	540
1996	4.488	14.072

Fonte: FNP / DTI / MDIC, in Agrianual 96 e 97.

No mercado internacional, apenas o maracujá na forma de suco, secundado pela forma de polpa, tem algum significado. O comércio do suco de maracujá e seus produtos não estão suficientemente quantificados (MEIRELLES, 2006).

4.5.3 Suco de Caju

No que se refere ao caju, o Brasil é o terceiro produtor do fruto, com 160 a 180 mil toneladas por ano de castanha, depois do Vietnã e da Índia, o que equivale a uma produção de 1 milhão de toneladas por ano do pedúnculo. Contudo, o aproveitamento do pseudofruto ainda é pouco explorado, caracterizando-se um grande desafio, isso porque as agroindústrias do caju do País são exclusivamente direcionadas para a produção de castanhas e líquido da castanha do caju (LCC). Do pedúnculo (pseudofruto), atualmente, se faz, principalmente, o suco de caju integral ou suco tropical de caju, o mais consumido no Brasil, depois do suco de laranja (MONTEIRO, 2006).

O mercado interno consome em torno de 40 mil toneladas de suco de caju, o que ainda é muito pouco em relação à produção e a ampliação do mercado exportador depende de

fatores como a melhoria tecnológica dos processos de concentração e clarificação, a redução da adstringência, a diminuição do uso de conservadores químicos, além de uma política mercadológica adequada. Os consumidores de alimentos industrializados têm se preocupado cada vez mais com a qualidade nutricional e sensorial dos mesmos, demandando produtos nutritivos, saborosos e que não contenham conservadores químicos. Os sucos de frutas tropicais atendem a estes requisitos por serem ricos em vitaminas, sais minerais, açúcares e substâncias antioxidantes, além de proporcionarem sabor e aroma agradáveis. Assim, é necessário que as técnicas de processamento e conservação de sucos sejam eficazes em manter nos produtos processados, as características originais das frutas (CIANCI, 2005).

4.5.4 Suco de Acerola

A acerola apresenta elevada quantidade de vitamina C e por esta razão o seu suco pode ser usado vantajosamente como agente enriquecedor na elaboração de numerosos blends com sucos e néctares de frutos pobres em vitamina C (maçã, pêra, cereja, lima, abacaxi e pêsego)

As indústrias brasileiras processadoras de frutas tropicais utilizam cerca de 34,40 mil toneladas de acerolas por ano, o que equivale a 7,16% do total de frutas processadas por estas empresas. As acerolas processadas geram aproximadamente 18 mil toneladas de sucos e polpas por ano, concentrando-se esta produção nos Pólos de Açú/Mossoró, no Estado do Rio Grande do Norte, e da Região Metropolitana de Fortaleza, no Estado do Ceará, que são responsáveis por cerca de 34,7% e 33,9% desta produção, respectivamente. Dentre os produtos elaborados por estas empresas, destaca-se o suco tropical de acerola (FREITAS et al., 2006).

Capítulo 5 - Segurança e Higiene

A questão de segurança alimentar tem despertado maior interesse dos brasileiros, caracterizando-se por uma maior busca de informações relativas aos produtos adquiridos. Essa mudança de atitude é observada em pesquisas sociais e na mídia, demonstrando que o consumidor do século XXI está interessado não somente em características nutricionais, mas, também, na forma de produção dos alimentos. Embora este processo seja percebido de modo diferenciado em países com diferentes índices de desenvolvimento, é clara a percepção de que o consumidor brasileiro está mais atento ao adquirir produtos alimentícios. Hábitos como verificar prazo de validade e informações nutricionais fazem parte da rotina de muitos brasileiros, no momento da compra (COSTA, 2006).

Na visão do consumidor, o conceito de qualidade de um alimento engloba não só as características de sabor, aroma, aparência e padronização do produto. Mas, também, é presente a preocupação em adquirir alimentos, que não causem danos à saúde, visto que o consumidor está adquirindo conhecimento, através da divulgação pela mídia acerca de não conformidades (COSTA, 2006).

A garantia da qualidade e da aquisição de um alimento seguro é um direito do consumidor e para isso existe o Código de Defesa do Consumidor, que dispõe com clareza ao estabelecer direitos básicos como proteção à vida, à saúde e à segurança contra riscos provocados por produtos e serviços. Esse código estabelece, também, o direito à informação - adequada e clara - sobre produtos e serviços, sejam eles duráveis ou não (COSTA, 2006).

A produção de um alimento seguro também é um dever a ser cumprido em toda cadeia produtiva. Cabe aos produtores e fornecedores a devida prevenção à ocorrência de danos aos consumidores (COSTA, 2006).

Em muitas empresas, o consumidor/cliente é mero desconhecido. O consumidor atual quer, além de adquirir produtos de qualidade com preços atrativos, conhecer a sua origem. De outra parte, oferecer produtos com menor preço possível ainda é o objetivo de muitos fornecedores, não havendo preocupações quanto à qualidade do produto, frustrando a expectativa dos consumidores (COSTA, 2006).

5.1. Programa de Alimentos Seguros (PAS)

No Brasil, existe o Programa Alimentos Seguros, o PAS, que é um programa que busca garantir que a cadeia produtiva seja orientada por um controle eficaz de qualidade, que vai desde o campo até a mesa do consumidor. Para isso, o PAS apóia a implantação das Boas

Práticas de Fabricação e do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) nas empresas de alimentos em todo o país.

Com isto, o PAS contribui para:

- Aumentar a segurança e a qualidade dos alimentos produzidos para a população brasileira;
- Aumentar a exportação de alimentos, preparando o setor produtivo para atender a exigências dos países importadores em termos de segurança dos alimentos;
- Aumentar a competitividade das empresas.

Mesmo assim, em alguns ramos da alimentação, o conhecimento por parte dos fabricantes revela-se insuficiente. Outro problema é a falta de aplicação dos conhecimentos adquiridos, embora haja consciência da real necessidade de tais programas. Diante dessas dificuldades e verificando a necessidade de orientação, muitas indústrias brasileiras estão implantando o PAS. Segundo dados do PAS/SENAI a aplicação de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) aumentou de 255 casos, em 2003, para 570, na primeira quinzena de março de 2006. Enquanto que a iniciação às Boas Práticas de Fabricação (BPF), pré-requisito do APPCC, aumentou de 1196 casos para 5535, no mesmo período (PAS, 2006).

A maioria dos agentes da cadeia produtiva, que implementa o Programa de Produção de Alimentos Seguros, o faz porque tem o mercado externo como destino de seus produtos. Os agentes da cadeia produtiva necessitam se comunicar bem com o consumidor, transmitindo-lhe corretamente informações pertinentes aos produtos. Torna-se necessário promover uma relação mais estreita entre o consumidor e os demais agentes da cadeia, de modo que os conceitos considerados importantes sejam de fácil comunicação e compreensão. Com isso, o Programa de Alimentos Seguros, em seus diferentes segmentos, pode ser implementado satisfazendo os mercados interno e externo (PAS, 2006).

A tabela 5.1 a seguir, mostra a evolução do número de empresas que adotaram o sistema de Boas Práticas de Fabricação e do Sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle.

Tabela 5.1: Empresas em Conformidade com BPF e APPCC

Totais por mês, ano e acumulados													
Ano	Jan	Fev	Mar	Abr	Mai	Jun	Jul	Ago	Set	Out	Nov	Dez	Total
												Total anterior a 2001	3129
2001	155	138	102	147	141	117	105	172	75	90	130	138	1510
2002	141	108	197	210	185	174	213	192	195	160	194	361	2330
2003	227	210	233	263	307	286	318	290	278	348	424	689	3873
2004	426	198	225	300	198	155	166	152	190	221	260	392	2883
2005	320	153	153	127	93	22	128	74	39	35	0	0	1144
												Total	14869

Fonte: Inmetro (2005)

Com esta tabela podemos perceber de houve um crescimento de quase 5 vezes no número de empresas que já adotavam as BPF e a APPCC em 2001 em relação às que passaram a adotar até 2005.

5.2. Boas Práticas de Fabricação

As Boas Práticas de Fabricação (BPF) abrangem um conjunto de medidas que devem ser adotadas pelas indústrias de alimentos a fim de garantir a qualidade sanitária e a conformidade dos produtos alimentícios com os regulamentos técnicos.

A legislação sanitária federal regulamenta essas medidas em caráter geral, aplicável a todo o tipo de indústria de alimentos e específico, voltadas às indústrias que processam determinadas categorias de alimentos (BRASIL, 2005).

5.2.1. Legislação Geral (BRASIL, 2005).

- Resolução – RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002.

Essa Resolução foi desenvolvida com o propósito de atualizar a legislação geral, introduzindo o controle contínuo das BPF e os Procedimentos Operacionais Padronizados, além de promover a harmonização das ações de inspeção sanitária por meio de instrumento genérico de verificação das BPF.

- Portaria SVS/MS nº 326, de 30 de julho de 1997.

Baseada no Código Internacional Recomendado de Práticas: Princípios Gerais de Higiene dos Alimentos CAC/VOL. A, Ed. 2 (1985), do Codex Alimentarius, e harmonizada no Mercosul, essa Portaria estabelece os requisitos gerais sobre as condições higiênico -

sanitárias e de Boas Práticas de Fabricação para estabelecimentos produtores / industrializadores de alimentos.

- Portaria MS nº 1.428, de 26 de novembro de 1993.

Precursora na regulamentação desse tema, essa Portaria dispõe, entre outras matérias, sobre as diretrizes gerais para o estabelecimento de Boas Práticas de Produção e Prestação de Serviços na área de alimentos.

5.2.2. Legislação Específica (BRASIL, 2005).

Legislação de Procedimentos Higiênico-Sanitários para Manipulação de Alimentos e Bebidas Preparados com Vegetais.

- Resolução - RDC Nº. 218, de 29 de Julho de 2005.

Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Higiênico-Sanitários para Manipulação de Alimentos e Bebidas Preparados com Vegetais.

O Regulamento Técnico de Procedimentos Higiênico-Sanitários para Manipulação de Alimentos e Bebidas Preparados com Vegetais estabelece procedimentos higiênico-sanitários para preparo, acondicionamento, armazenamento, transporte, distribuição e comercialização de alimentos e bebidas preparados com vegetais, com a finalidade de prevenir doenças de origem alimentar. Este regulamento se encontra disponível no site da ANVISA.

5.3. Análise de Riscos e Pontos Críticos de Controle (APPCC)

5.3.1. Conceito

O sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (**APPCC**) é um enfoque sistemático para identificar perigos e estimar os riscos que podem afetar a inocuidade de um alimento, a fim de estabelecer as medidas para controlá-los.

Por se tratar de um sistema que dá ênfase à prevenção dos riscos para a saúde das pessoas, derivados da falta de inocuidade dos alimentos, o enfoque está dirigido a controlar esses riscos nos diferentes escalões da cadeia alimentar, da produção primária até o consumo. Isto lhe confere a característica de adiantar-se à ocorrência dos riscos e assim adotar os corretivos que permitam ajustar o processo em seu curso. Evitando, assim, que os alimentos

não inócuos cheguem aos escalões seguintes da cadeia, incluindo o consumo, com os conseqüentes efeitos sobre a saúde da população (ATHAYDE, 1999).

5.3.2. Princípios

Segundo o “Codex Alimentarius”, o sistema de **APPCC** consiste em seguir os seguintes princípios (ILSI, 1997):

- i.. Identificar os perigos, estimar os riscos e estabelecer medidas para controlá-los;
- ii, Identificar os pontos onde o controle é crítico para o manejo da inocuidade do alimento;
- iii. Estabelecer critérios de controle (Limites Críticos) que devem ser cumpridos nesses pontos críticos;
- iv. Estabelecer procedimentos para vigiar mediante a monitoração, o cumprimento dos critérios de controle;
- v. Definir os corretivos a serem aplicados, quando a vigilância indicar que não se satisfazem os critérios de controle;
- vi. Manter um sistema de registros e documentação sobre o sistema;
- vii. Estabelecer procedimentos para verificar o correto funcionamento do sistema.

5.3.3. Seqüência para uma correta implementação de APPCC

O “Codex Alimentarius” recomenda a seguinte seqüência para implementação do sistema de **APPCC** (WHO, 1997 e ILSI, 1997):

1. Formação da equipe de APPCC

A equipe deve ter uma formação multidisciplinar. As pessoas devem estar familiarizadas com o produto e o processo em questão

2. Descrição do produto

Que seria sua composição química e física, o tipo de embalagem, o transporte utilizado na distribuição, as condições de armazenagem e o tempo de vida útil.

3. Identificação do uso

Deve-se identificar qual o público-alvo do produto..

4. Construção do diagrama de fluxo

Deve-se resumir o fluxo de processo em um diagrama simplificado, que forneça um esboço do processo e realce a localização dos perigos potenciais identificados.

5. Confirmação no local das etapas descritas no fluxograma

Consiste da inspeção no local, verificando a concordância das operações descritas com o que foi representado. Esta etapa irá assegurar que os principais passos do processo terão sido identificados e possibilitar os ajustes necessários.

6. Listar todos os perigos, analisar os riscos e considerar os controles necessários.

Todos os perigos em potencial devem ser identificados e a análise dos riscos deverá ser feita considerando os seguintes fatores:

- Probabilidade de ocorrência do perigo e sua severidade em relação aos efeitos adversos à saúde;
- Evolução qualitativa e quantitativa da presença do perigo;
- Capacidade de multiplicação e sobrevivência dos microorganismos; e
- Produção ou permanência nos alimentos de toxinas, agentes químicos ou físicos.

Quaisquer medidas de controle existentes ou que poderiam ser aplicadas devem ser listadas. Mais de uma medida de controle pode ser necessária para controlar um perigo e mais de um perigo pode ser controlado por uma mesma medida de controle.

7. Determinar os pontos críticos de controle (PCC)

Um PCC é uma etapa na qual a perda de controle pode transformar-se num risco inaceitável para a inocuidade do alimento. Identificar os PCCs no estudo de APPCC pode ser facilitado utilizando-se uma árvore decisória, que consiste em se fazer uma série de perguntas para cada etapa de elaboração do produto.

8. Estabelecer limites críticos para cada PCC

Os limites críticos são aqueles que separam os produtos aceitáveis dos inaceitáveis, podendo ser qualitativos ou quantitativos.

9. Estabelecer um sistema de monitoramento para cada PCC

Para assegurar que as medidas de controle operem como planejado nos PCCs e detectem qualquer perda de controle, é necessário definir um sistema de monitoramento dos PCCs.

10. Estabelecer ações corretivas

Ações corretivas específicas devem ser definidas para cada PCC identificado no sistema **APPCC**, a fim de que possam trazer o PCC sob controle, definir o que fazer com o produto que saiu enquanto o PCC estava fora de controle e descobrir porque o PCC estava fora de controle. Os desvios e procedimentos para disposição dos produtos devem estar documentados.

11. Estabelecer procedimento de verificação

A aplicação de métodos de verificação e auditoria, para testar se o sistema **APPCC** está funcionando corretamente.

12. Estabelecer documentação e manter registros

Os procedimentos do sistema **APPCC** devem estar documentados, assim como os registros das atividades de monitoramento dos PCCs, das ações corretivas relacionadas aos desvios e das modificações do sistema **APPCC**. Estas informações devem ser mantidas para acompanhamento e revisões subseqüentes.

5.4. Implantação de um Sistema de APPCC no Processamento de Sucos de Frutas

Não foi encontrada na literatura, um exemplo de implantação de APPCC na indústria de sucos de frutas, sendo assim, está sendo sugerido neste trabalho um exemplo de aplicação da APPCC na indústria de sucos de frutas baseado na literatura de APPCCs de indústrias que processam outras categorias de alimentos (PANALIMENTOS, 2006 e SEBRAE, 1999).

A Implantação de um Sistema de APPCC incluiu a identificação dos perigos significativos que podem ocorrer durante as diferentes etapas do processamento de um alimento. A significância é baseada nas conseqüências para a saúde do consumidor e no risco, entendido como a probabilidade de contaminação, crescimento ou sobrevivência no produto.

É importante estar seguro de que todos os perigos - entendidos como os agentes biológicos, químicos ou físicos que podem contaminar um alimento - foram identificados, o que permitirá prescrever as medidas de controle efetivas para reduzi-los ou eliminá-los.

A figura 5.1 a seguir mostra o fluxograma de sucos de frutas pasteurizado de acordo com as etapas apresentadas no Capítulo 3.

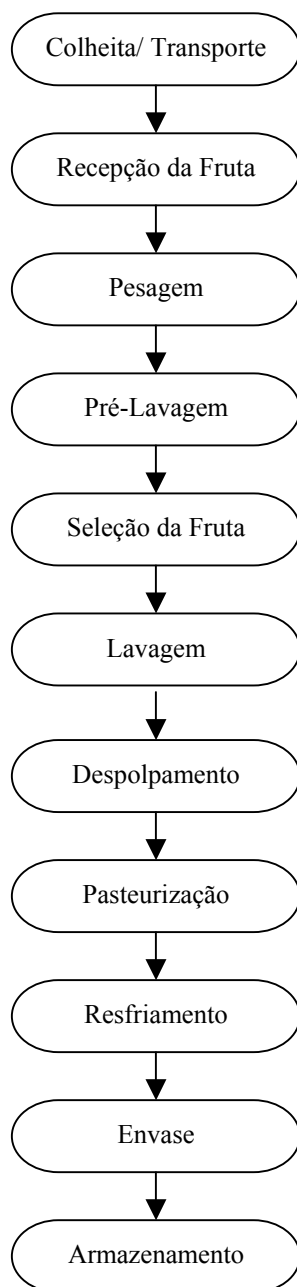


Figura 5.1: Fluxograma do Processamento de Suco de Frutas

A Tabela 5.1 a seguir mostra os perigos encontrados em cada etapa e as medidas preventivas a serem tomadas.

Tabela 5.2: Perigos e medidas preventivas no processamento de sucos de frutas

ETAPA	PERIGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS
Colheita/ Transporte	Bactérias Patogênicas, bolores, Leveduras, Resíduos de Pesticidas	Controle de Fornecedores Auditoria
Recepção da Fruta	Resíduos Químicos de Agrotóxicos	Controle de Fornecedores
Pesagem	Contaminação Ambiental	Manual de Boas Práticas
Pré-Lavagem	Contaminação Ambiental	Manual de Boas Práticas
Seleção da Fruta	Contaminação por Microorganismos Patogênicos	Auditoria, Manual de BP.
Lavagem	Contaminação por Microorganismos Patogênicos	Uso de Água Clorada
Despolpamento	Contaminação por Microorganismos Patogênicos	Auditoria, Manual de BP.
Pasteurização	Sobrevivência de patogênicos	Tempo e Temperatura corretos
Resfriamento	Perda das características e alterações microbiológicas	Tempo mínimo
Envase	Contaminação com material da embalagem, Fragmentos de Metais, vidros.	Lavagem das Embalagens Controle de fornecedores
Armazenamento	Crescimento de microorganismos	Controle de temperatura

Determinação dos Pontos Críticos de Controle (PCCs)

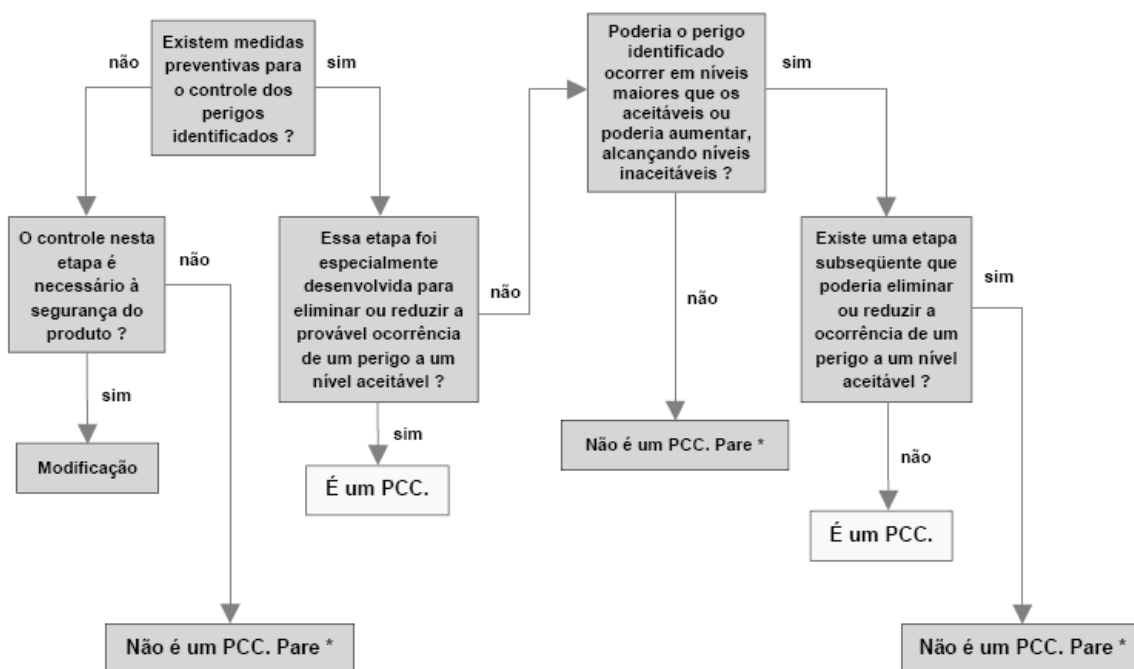
Os Pontos Críticos de Controle (PCC) definidos como etapas onde a perda de controle pode transformar-se em risco inaceitável para a saúde do consumidor, serão aqueles pontos do processo onde estará centrada a atenção para garantir a inocuidade do alimento.

Os PCC definidos na análise serão aqueles pontos do processo em que a aplicação de uma medida de controle elimina ou reduz o perigo até um nível aceitável. Isto é, até onde não compromete a saúde do consumidor. Uma boa análise dos perigos nos facilitará determinar as etapas realmente críticas para a inocuidade do produto, já que na prática o ideal é mantê-lo o mínimo possível, a fim de dar a máxima atenção às medidas preventivas essenciais para a inocuidade.

Alguns PCCs comuns nos processos de alimentos são: refrigeração rápida, conservação quente, pasteurização, cloração da água/gelo, adição de acidulantes, adição de sal. carimbo de embalagem, reaquecimento e etc.

A determinação dos PCC, por serem considerados o "coração" de APPCC, é um trabalho que demanda exaustão, conhecimento e experiência, a fim de não omitir nenhum PCC ou em caso contrário, considerar outros que não o são.

Para uma adequada análise de perigos, o Códex Alimentarius propôs a *árvore de decisões*. Uma ferramenta muito útil, que através de perguntas e respostas, permite chegar com relativa facilidade a determinar os pontos realmente críticos no processo. A árvore está esquematizada na figura 5.2, abaixo:



* Prossiga para o próximo perigo identificado no processo

Figura 5.2: Árvore de Decisões

Fonte: FAO/ WHO, 1997

Instruções para o uso da árvore de decisões.

A árvore deve ser considerada um instrumento de ajuda para a determinação dos PCC em alguns Planos APPCC, porém não é um instrumento infalível e válido em todos os casos. A flexibilidade e o uso do bom senso são as condições básicas para uma aplicação mais racional de APPCC.

Logicamente, a árvore de decisões deve ser usada depois de concluída a análise de perigos e seu uso estão previstos para aquelas etapas onde foram identificados os perigos significativos. Deve-se aplicar as perguntas da árvore na ordem especificada, a cada um destes perigos e seguir a seqüência de acordo às respostas obtidas:

Deve-se fazer uma distinção importante, entre o que é um *Ponto Crítico de Controle (PCC)* e um *Ponto de Controle (PC)*, que fica entendido como uma etapa do processo onde a perda de controle não implica em risco significativo para a saúde.

P1. Existem medidas preventivas nesta etapa?

Se sua resposta for **SIM**, vá à **P2**. Se sua resposta for **NÃO**, deduz-se que se não houver medidas preventivas, não haverá perigos e, portanto a etapa não será um PCC. Convém formular a pergunta suplementar: o controle nesta etapa é necessário para a inocuidade? Se sua resposta for **SIM**, quer dizer que há algum perigo que foi omitido na análise e será então necessário modificar a etapa, o processo ou o próprio produto. Mas, se sua resposta for **NÃO**, a etapa definitivamente não é um PCC.

P2. A etapa foi desenhada de maneira específica para eliminar ou reduzir a probabilidade de ocorrência de um perigo até um nível aceitável?

Se sua resposta for **SIM**, a etapa é considerada um PCC. Se sua resposta for **NÃO**, vá à pergunta seguinte.

P3. A contaminação poderia aparecer com o perigo identificado ou incrementar-se até níveis inaceitáveis?

A resposta exige combinar a informação proveniente da análise com a experiência prática do processo no lugar específico. Se a resposta for **NÃO**, a etapa não é um PCC. Se a resposta for **SIM**, a pergunta seguinte deve ser formulada.

P4. Uma etapa seguinte eliminará ou reduzirá o perigo até um nível aceitável?

Se a resposta for **SIM**, a etapa não é um PCC e a aplicação da árvore finaliza com esse perigo passando, assim, ao seguinte. Se a resposta for **Não**, a etapa é um PCC.

A tabela 5.2 apresenta as respostas para as perguntas acima quando aplicadas para o caso de uma indústria de sucos de frutas.

Tabela 5.3: Pontos Críticos de Controle

ETAPA	PERIGOS	MEDIDAS PREVENTIVAS	RESPOSTAS AS PERGUNTAS:				É UM PCC?
			P1	P2	P3	P4	
Colheita/ Transporte	Bactérias Patogênicas bolores, Leveduras, Resíduos Pesticidas.	Controle de Fornecedores Auditoria	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Recepção da Fruta	Resíduos Químicos de Agrotóxicos	Controle de Fornecedores	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM
Pesagem	Contaminação Ambiental	Manual de Boas Práticas (MBP)	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Pré-Lavagem	Contaminação Ambiental	Manual de Boas Práticas	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Seleção da Fruta	Contaminação por Moo Patogênicos.	Auditoria e MBP	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Lavagem	Contaminação por Moo Patogênicos.	Uso de Água Hiperclorada	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Despolpa- mento	Contaminação por Moo Patogênicos	Auditoria e MBP	SIM	NÃO	SIM	SIM	NÃO
Pasteurização	Sobrevivência de patogênicos	Tempo e Temperatura corretos	SIM	SIM			SIM
Resfriamento	Perda das características e alterações microbiológicas	Tempo Curto	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM
Envase	Contaminação com material da embalagem, Fragmentos de Metais, vidros.	Lavagem das Embalagens Controle de fornecedores	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM
Armazenamento	Crescimento de microorganismos	Controle de temperatura	SIM	NÃO	SIM	NÃO	SIM

Pode-se constatar então que foram encontrados cinco Pontos Críticos de Controle. Eles estão nas seguintes etapas: Recepção da fruta, Pasteurização, Resfriamento, Envase e Armazenamento.

Definição dos Limites Críticos

Uma vez que os PCC forem determinados, é necessário definir os critérios de controle com base nos quais as medidas preventivas serão colocadas em execução. Estes critérios também são conhecidos como *Limites Críticos (LC)*, os quais marcarão a diferença entre o aceitável e o inaceitável para a inocuidade do alimento.

Tipos de Limites Críticos:

- Químicos. pH, sal, cloro, resíduos
- Físicos. Ponto de ebulição, tempo, temperatura, ausência de metais ou corpos estranhos.
- Microbiológicos. Sua vigilância não facilita a tomada imediata de ações, recomenda-se, portanto evitar seu uso.

Deve ser destacado que um *Limite Crítico* estará associado a um fator mensurável que cumpra duas características: a de poder ser vigiado rotineiramente e a de produzir um resultado imediato para decidir, no curso do processo, quando se está a ponto de perder o controle, facilitando a oportunidade de tomar as decisões que evitem falhas de inocuidade no alimento.

Limites críticos baseados em dados subjetivos, como a avaliação sensorial ou a inspeção visual, terão de ser ilustrados com especificações claras de exemplos do que se considera inaceitável, utilizando fotografias, desenhos, etc.

Em certas ocasiões, pode resultar mais seguro para a inocuidade do alimento, fixar *valores objetivo*, usados como critério de controle mais estrito que um Limite Crítico, de maneira que ao não ser satisfeito esse valor objetivo, ainda existe a oportunidade de aplicar os corretivos no processo, antes de ser desviado dos Limites Críticos e manter o controle no PCC.

Por exemplo, no processamento de sucos de frutas, fixa-se um valor objetivo de 87°C como temperatura para a pasteurização do suco. No caso deste limite ser cumprido, garante-se que, ainda com uma pequena variação da temperatura, o produto será aceitável.

Tabela 5.4: Limites críticos no processo de pasteurização dos sucos de frutas

PCC	Perigos	Medidas Preventivas	Limites Críticos
Recepção da Fruta	Resíduos Químicos de Agrotóxicos	Controle de Fornecedores	Legislação Vigente
Pasteurização	Sobrevivência de patogênicos	Temperatura e Tempo corretos	$85^{\circ}\text{C} < T < 90^{\circ}\text{C}$
Resfriamento	Perda de características e Alterações Microbiológicas	Controle de tempo	Tempo Mínimo
Envase	Contaminação com material da embalagem, Fragmentos de Metais, vidros.	Lavagem das Embalagens Controle de fornecedores	Ausência de Fragmentos
Armazenamento	Crescimento de microorganismos	Controle de temperatura	Temp Amb. $< 30^{\circ}\text{C}$

Monitoração de Pontos Críticos de Controle

A monitoração constitui a vigilância mediante observação, medição e análise sistemática e periódica dos Limites Críticos em um PCC. Este processo garante a correta aplicação das medidas preventivas e faz com que o processo se desenvolva dentro dos critérios de controle definidos, ou seja, é a segurança de que o alimento se processa com inocuidade continuamente.

Neste sentido, a monitoração deve cumprir com os propósitos fundamentais de:

- Garantir a vigilância do PCC no processo.
- Detectar rapidamente uma perda de controle em um PCC de maneira simples, mediante um resultado rápido.
- Proporcionar a informação com a oportunidade necessária para seu uso pró-ativo na tomada de ações corretivas e com fins de documentação e verificação do sistema.

Quando não for possível a monitoração contínua, é importante estabelecer intervalos suficientemente confiáveis para realizá-la, a fim de manter o processo sob controle. Para isto, pode ser útil também o controle estatístico do processo. Desta maneira, pode-se encontrar, por exemplo, que no armazenamento sob refrigeração do suco, seja suficiente apenas monitorizar a temperatura do equipamento de refrigeração a cada 4 horas.

Estabelecimento das Ações Corretivas

Quando os resultados da monitoração indicam um desvio fora dos Limites Críticos em um PCC, procede à tomada de ações corretivas. Como a filosofia de APPCC tem fundamento em prevenir a ocorrência dos perigos, seria mais lógico deduzir que as ações corretivas teriam de ser definidas antecipadamente para evitar desvios dos Limites Críticos, ou seja, para não perder o controle em um PCC. Porém, como sempre é possível que se perca o controle, nos colocamos ante a necessidade de incluir no plano APPCC ações, tanto para prevenir como para *corrigir* desvios. A ação de prevenir será, sem dúvida, a que nos oferece maior garantia de que o alimento será inócuo.

Uma clara definição das ações corretivas no plano e a designação de um responsável devidamente treinado, de preferência que tenha participado da elaboração do plano, evitará que sejam tomadas ações subjetivamente. Por outro lado, aclarará dúvidas e confusões no momento de tomar decisões.

A tabela 5.4 abaixo contem exemplos dos tipos de ações corretivas.

Tabela 5.5: Tipos de Ação Corretiva

Tipo	Ação
1. Para prevenir desvios	Ajustar Processo Antes Que Saia Dos L.C. Resfriamento Rápido Adição De Sal, Cloro, Açúcar, Etc. Calibrar Instrum.
2. Para corrigir desvios	Ajustar Processo Para Regressá-Lo A Controle Avaliar Produto Decidir Destino Do Produto Outro Processo Reproceso Destruição Liberação

A tabela 5.6 mostrará as ações corretivas que devem ser tomadas no exemplo que está sendo abordado.

Tabela 5.6: Ações Corretivas

Etapa	Ação Corretiva
Recepção da Fruta	Rejeitar o Lote
Pasteurização	Ajustar a Temperatura e o Tempo e Repasteurizar
Resfriamento	Descarte do Lote
Envase	Rejeição dos Envases com fragmentos
Armazenamento	Rejeição dos Produtos “Estragados”

Capítulo 6 – Conclusões

- Para atender os novos padrões de consumo o processamento com membranas será uma alternativa cada vez mais competitiva para obtenção de suco de frutas com características sensoriais e nutricionais próximas ao do produto fresco.
- Os sucos prontos para beber ainda têm um grande potencial para crescer, tanto no mercado nacional quanto mundial. Os blends com frutas tropicais e exóticas e os sucos orgânicos serão os principais responsáveis por esta tendência nos próximos anos.
- A aplicação da técnica de APPCC e as BPF têm garantido a qualidade e a segurança dos sucos industrializados, consolidando sua aceitação pelo consumidor mais exigente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; RUFINO, M.S.M. Prospecção da atividade antioxidante e de compostos com propriedades funcionais em frutas tropicais. Frutas para o Brasil saúde para o mundo. Palestras e Resumos. In: XIX Congresso Brasileiro de Fruticultura, Cabo Frio-RJ, p. 133 – 139, 2006.
- ATHAYDE, V.3.3.; “Sistemas GMP e HACCP garantem produção de alimentos inócuos.” Engenharia de Alimentos, ano 5, no 23, janeiro/fevereiro, 1999.
- BENNET, W.L. & STEED, L.L.; “An integrated approach to food safety.” Quality Press, vol. 32, no 2, February, 1999
- CAMPOS et al.: Utilização da Tecnologia de Alta Pressão no Processamento de Alimentos. BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY, 2002.
- CARBALLIDO, J.R.; VIYELLA, A.R. & MORENO, I.J.: “Exigencias de calidad en las empresas alimentarias: industria carnica.” Alimentaria, Enero-Febrero, p. 23-26, 1994.
- CIANCI, F. C.; SILVA, L. F. M; CABRAL, L. M. C.; MATTA, V. M.; Clarificação e concentração de suco de caju por processos com membranas; CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS; Campinas, v. 25, n. 3, 2005.
- CODEX ALIMENTARIUS COMMISSION: Codex Committee on Food Hygiene. Guidelines for the application of Hazard Analysis Critical Control Point (HACCP) System. (Alinorm 93/13A, Appendix B), Food and Agriculture Organization/World Health Organization, Rome, 1993.
- CRUESS, W. V.; Produtos Industriais de Frutas e Hortaliças; Edgard Blücher, São Paulo; vol.1, p.333-349; 1973.
- DOMARCO, R.E.; SPOTO, M.H.F.; WALDER, J.M.M.; BLUMER, L.; MATRAIA, C.; Efeitos do tratamento combinado de irradiação gama e refrigeração no crescimento de levedura (*Saccharomyces Cerevisiae* Hansen) em Suco De Laranja. SCIENTIA AGRICOLA, Piracicaba, v. 53, n. 1, 1996.
- DOWNES, J. W. Equipment for extration of soft and pome fruit juices. In: Production and Packaging of NonCarbonated Fruit Juices and Fruit Beverages. ASHURST, P.R., ed, Glasgow: Chapman & Hall, p.197-220, 1995.
- FARR, D. High Pressure Technology in the Food Industry. Trends in Food Science & Technology, v. 1, n. 7, p. 14-16,1990.
- FERNANDES, M.S. Editorial. Frutas e derivados, IBRAF, São Paulo, no.1, 2006.
- FIGUEIREDO,V.F.; “Implantação do HACCP na Industria de Alimentos” Gestão & Produção v.8, n.1, p.100-111, Abril. 2001.

- FREITAS, C.A.S. et al.; Estabilidade do suco tropical de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) adoçado envasado pelos processos hot-fill e asséptico. 2006. 545p. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 2006.
- ILSI (International Life Science Institute); A simple guide to understanding and applying the hazard analysis critical control point concept. 2nd edition, 1997.
- Jornal da UNICAMP - Universidade Estadual de Campinas – 12 a 18 de setembro de 2005.
- JORDÃO, F. Perfil sensorial e aceitabilidade do suco de laranja integral pasteurizado e suco de laranja reconstituído. Dissertação de Mestrado, Piracicaba-São Paulo, 2005, 57p. Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz –USP.
- JOUBE, J.L.; “Principles of food safety legislation.” Food Control, vol. 9, no 2-3, 1998.
- JUNIOR, C. P. R.; Desenvolvimento de um processo combinado de evaporação por contato direto e permeação de vapor para tratamentos de sucos de frutas; COPPE/UFRJ - Prog. de Eng. Química; Rio de Janeiro, jan, 2005.
- LEE, H.S.; COATES, G.A.; Vitamin c in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice: a storage study. FOOD CHEMISTRY, v.65, p.165-168, 1999.
- MALDONADO, J.; Membranas e Processos de Separação; Instituto Nacional de Tecnologia (INT); 1991.
- MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; SILVA, L. F. M.; Suco de acerola microfiltrado: avaliação da vida-de-prateleira; CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, Campinas, v. 24, n. 2, 2004.
- MATTOS, I. L.; QUEIROZ, R. R. U.; Pervaporação: uma técnica de separação contínua não-cromatográfica; QUÍMICA NOVA, São Paulo, v. 21, n. 2, 1998.
- MATSUURA, Fernando César Akira Urbano et al. Sensory acceptance of mixed nectar of papaya, passion fruit and acerola. Sci. agric. (Piracicaba, Braz.), Piracicaba, v. 61, n. 6, 2004.
- MATSUURA, F.C.A.U.; ROLIM, R.B.; Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando à produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. Rev. Bras. Frutic, Jaboticabal - SP, v. 24, n. 1, p. 138-141, abril 2002.
- NNFCH - Novo Nordisk Ferment. Pectinex Ultra SP-L. Bagsvaerd: 1992 (Ficha técnica)
- NOBREGA, R; Separação e purificação de produtos biotecnológicos por membranas; COPPE/UFRJ - Prog. de Eng. Química; Rio de Janeiro,1995.
- OLIVEIRA, H. J. A Indústria de sucos tropicais. Araguari: KRAFT FOODS, 2001. 23p. (Documento técnico interno)
- OLIVEIRA, W.B; “Qual é a certificação da sua empresa?” Banas Qualidade, maio de 1999.

PAULA, B.; MORAES, I. V.; GOMES, F. S.; SILVA, L. F. M.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; Microfiltração de suco de maracujá; XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS; 2002.

PAULA, B.; MORAES, I. V.; CASTILHO, C. C.; GOMES, F. S.; MATTA, V. M.; CABRAL, L. M. C.; Melhoria na eficiência da clarificação de suco de maracujá pela combinação dos processos de microfiltração e enzimático; B.CEPPA; Curitiba, v. 22, n. 2, p. 311-324, jul./dez, 2004.

PALLET, D.; CABRAL, L.; MATTA, V.; PEZOA-GARCÍA, N. H.; MENEZES, H. C.; ABREU, F.A.P.; DORNIER, M.; REYNES, M.; Aplicação da tecnologia de membranas no processamento de sucos de frutas brasileiras; CADERNOS DE CIÊNCIA & TECNOLOGIA, Brasília, v. 22, n. 2, p.427-437, 2005.

PEREIRA, C. C.; RIBEIRO JR., C. P., NOBREGA, R.; BORGES, C. P.; Pervaporative Recovery of volatile aroma compounds from fruit juices; JOURNAL OF MEMBRANE SCIENCE, v. 274, p. 1-23, 2006.

PETA, C. & KAILASAPATHY, K.; “HACCP – its role in dairy factories and the tangible benefits gained through its implementation.” The Australian Journal of Dairy Technology, vol. 50, November, 1995.

ROSSI, V.3.3. D.; ROSSI, F. S.; SILVA, J. R. Análise Setorial.; Produção de Sucos Tropicais: Maracujá. Vera Cruz: AFRUVEC, 47p. (Relatório Técnico), 2001.

SEBRAE, Guia para Elaboração do Plano APPCC, Geral, 1999.

SILVA, F. T.; JARDINE, J. G.; MATTA, V.M.; Concentração de suco de laranja (*citrus sinensis*) por osmose inversa; CIÊNC. TECNOL. ALIMENT; Campinas, v. 18, n. 1, 1998.

STRINGER, M.F.; “Safety and quality management through HACCP and ISO 9000.” Dairy, Food and Environmental Sanitation, vol. 14, no 8, p. 478-481, August, 1994.

VAILLANT, F.; MILLAN, P.; O’BIEN, G.; DORNIER, M.; DECLOUX, M.; REYNES, M.; Cross flow microfiltration of passion fruit juice partial enzymatic liquefaction. JOURNAL OF FOOD ENGINEERING, n.42, p.215-224, 1999.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO); Food Safety Issues. “HACCP: Introducing the Hazard Analysis and Critical Control Point System.” WHO/FSF/FOS/97.2, 1997.

- REFERÊNCIAS ONLINE:

ABIR (2005); A indústria de refrigerantes e de bebidas não alcoólicas do Brasil, 2005. [Online] Disponível em: <<http://www.abir.org.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007, 17 jan. 2007, 30 jan. 2007, 05 fev. 2007, 07 fev. 2007.

- AGROLINK (2004); O mercado da laranja. Crescem exportações de suco de laranja para o mercado oriental. [Online] Disponível em: <<http://www.todafruta.3.3.com.br>>. Acesso em: 08 fev. 2007
- BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária – [Online] Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br> Acesso em: 10 out., 12 nov., 7 dez., 2007.
- BRAZILIAN FRUIT. Fruticultura. Programa de promoção das exportações das frutas brasileiras e derivados. [Online] Disponível em: <<http://www.brazilianfruit.org>>. Acesso em: 25 fev. 2007.
- CENA - Centro de Energia Nuclear na Agricultura/USP – [Online] Disponível em: <http://www.cena.usp.br/irradiacao/principios.htm> acessado em 26 de fevereiro de 2007.
- COSTA, T.S.; Frutas e derivados. Alimentos Seguros, 1.ed., p.42, abr. 2006. [Online] Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-re/f-revista.html>>. Acesso em: 15 jan. 2007, 25jan. 2007, 03 fev. 2007.
- DBD Filtros; Publicação Eletrônica. Mensagem recebida por ricardoborges@click21.com.br em 01 de março de 2007.
- FRACARO, A.A.; Produção de suco e polpa de maracujá. [Online] Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007, 17 jan. 2007, 30 jan. 2007, 05 fev. 2007, 07 fev. 2007.
- FOOD AGRICULTURAL ORGANIZATION – FAO (2006).; Statistical – database. [Online] Disponível em: <<http://www.apps.fao.org>>. Acesso em: 05 jan. 2007.
- MEIRELLES, M.C; Frutas e derivados. Maracujá maravilha, 4.ed., p.31-33, dez. 2006. [Online] Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-re/f-revista.html>>. Acesso em: 22 jan. 2007.
- MONTEIRO, S; Frutas e derivados. Fruta para beber, 1.ed., p.28-31, abr. 2006. [Online] Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-re/f-revista.html>>. Acesso em: 19 jan. 2007, 20 jan. 2007, 21 jan. 2007.
- MORAES, M.V.I.; “Produção de polpa de fruta congelada e suco de frutas”. [Online] Disponível em: <http://www.sbrt.ibict.br/upload/dossies/sbrt-dossiel.pdf>. Acesso em 20/01/2007.
- OLIVEIRA, M.E.JR.; MANICA, I.; Principais países produtores de frutas no ano de 2005. [Online] Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 15 jan. 2007, 17 jan. 2007, 30 jan. 2007, 05 fev. 2007, 07 fev. 2007.
- OPERAÇÕES EM TECNOLOGIA DE ALIMENTOS – Tecnologia da Evaporação – [Online] <http://bragante.br.tripod.com/evaporacao.html> acessado em 26 de fevereiro de 2007.
- PAER – Pesquisa de Atividade Econômica Regional; Suplemento Inovação Tecnológica. [Online]. Disponível em: <http://www.seade.gov.br/produtos/paer> Arquivo consultado em 18 de janeiro de 2007.

PANALIMENTOS - Boas Práticas de Manufatura (Gmp) e Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (HACCP). [Online]. Disponível em: <http://www.panalimentos.org>. Arquivo consultado em 16 de janeiro de 2007.

PAS - Programa Alimentos Seguros. [Online]. Disponível em: <http://www.alimentos.senai.br>. Arquivo consultado em 13 de dezembro de 2006.

PEREIRA, B. Frutas e derivados.; Processamento agrega valor, 3.ed., p.19-24, set. 2006. [Online] Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-re/f-revista.html>>. Acesso em: 19 jan. 2007, 20 jan. 2007, 21 jan. 2007

SALOMÃO, C.C.; Frutas e derivados.; Orgânicos, mercado crescente e desafiante, 3.ed., p.36, set. 2006. [Online] Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-re/f-revista.html>>. Acesso em: 19 jan. 2007, 20 jan. 2007, 21 jan. 2007.

SIMARELLI, M. Frutas e derivados.; Frutas do Brasil, 1.ed., p.15-26, abr. 2006. [Online] Disponível em: <<http://www.ibraf.org.br/x-re/f-revista.html>>. Acesso em: 19 jan. 2007, 20 jan. 2007, 21 jan. 2007.

TODAFRUTA (2004); Produtos orgânicos. Supermercados reconhecem mercado potencial de orgânicos. [Online] Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 08 fev. 2007.

TODAFRUTA (2005); Produtos orgânicos. Sucos prontos para beber ganham mercado. [Online] Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 08 fev. 2007.

TODAFRUTA (2006); O mercado de frutíferas. O mercado de frutas processadas. [Online] Disponível em: <<http://www.todafruta.com.br>>. Acesso em: 08 fev. 2007.