



UNIVERSIDADE FEDERAL DE RORAIMA  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS NATURAIS

ESTELA SEBASTIANY DAL RI

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO E DA QUALIDADE DE POLPAS  
DE FRUTAS COMERCIALIZADAS EM BOA VISTA/RR**

Boa Vista

2006

ESTELA SEBASTIANY DAL RI

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO E DA QUALIDADE DE POLPAS  
DE FRUTAS COMERCIALIZADAS EM BOA VISTA/RR**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Recursos Naturais do Programa de Pós-graduação em Recursos Naturais – PRONAT da Universidade Federal de Roraima como pré-requisito para obtenção do título de Mestre em Recursos Naturais, com área de concentração em Bioprospecção.

Orientadora: Prof<sup>ª</sup>. Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo  
Co-orientador: Prof. Dr. Marcos José Salgado Vital

Boa Vista

2006

FOLHA DE APROVAÇÃO

ESTELA SEBASTIANY DAL RI

**AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO E DA QUALIDADE DE POLPAS  
DE FRUTAS COMERCIALIZADAS EM BOA VISTA/RR**

Dissertação apresentada como pré-requisito para conclusão do Curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima, defendida em de agosto de 2006 e avaliada pela seguinte banca examinadora:

---

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Karla Tereza Silva Ribeiro  
Departamento de Biologia - UFPA

---

Prof. Dr. Maílson Monteiro do Rêgo  
Escola Agrotécnica - UFRR

---

Prof. Dr. Pablo Oscar Amezaga Acosta  
Departamento de Biologia – UFRR

---

Prof.<sup>a</sup>. Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo  
Orientadora / Departamento de Fitotecnia – UFRR

Ao meu filho Mathias,  
luz de todos os meus  
pensamentos e emoções.  
Amor verdadeiro, alma gêmea,  
a quem digo mais uma vez:  
quero sempre te dar o melhor de mim.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, que em toda a minha vida e em todas as minhas escolhas, me iluminou e abençoou.

Ao meu esposo Alfeu, meu maior incentivador, que sempre afirmou que eu sou capaz e me auxiliou nas diversas dificuldades durante a execução deste trabalho.

Ao meu filho Mathias que, pelo seu comportamento, demonstra que na sua incompreensão dos afazeres da vida adulta soube compreender os momentos que me ausentei.

Aos meus pais, Plínio e Ester, que me deram a oportunidade de aprender a gostar dos livros e, com seu exemplo e ensinamentos, me mostraram a importância da disciplina e da força de vontade.

A minha irmã Fabíola, o melhor presente que meus pais me deram, tão próxima em todas as minhas aflições e alegrias, ainda que tão longe fisicamente.

A minha afilhada Laura, sempre presente na vida de meus pais.

A minha orientadora, professora Dra. Elizanilda Ramalho do Rêgo, pela dedicação, atenção e pela convicção em me elogiar, me apoiar e acreditar em mim.

Ao meu co-orientador e coordenador do Pronat, professor Dr. Marcos Vital, pela atenção e paciência em todos os momentos e pela sua determinação em estruturar o primeiro Programa de Mestrado do estado, nos dando uma oportunidade única de crescimento profissional.

A CAPES e ao CNPq, pelo apoio financeiro.

Ao PRONAT, por viabilizar a realização do Curso de Mestrado.

Ao professor Dr. Maílson do Rêgo, um verdadeiro “professor Pardal”, pelas suas eficazes sugestões e aos demais professores do curso, que compartilharam seus conhecimentos e experiência.

A minha colega de curso e amiga Vanja Xaud Lucena, companheira em todos os momentos desta jornada. Aos demais colegas do curso e amigos que descobri, especialmente Bianca Sequeira Costa e Sylvio Romerio Brígia.

Ao colega Emanuel Ryan B. de Moura, pela sua ajuda indispensável na realização das análises e pelo seu humor recheado de filosofia, que muito me divertiu.

A bibliotecária da UFRR, Ângela Maria Moreira Silva, pela sua atenção e simpatia.

Ao diretor do Lacen/RR, farmacêutico bioquímico Roberto Freire, e aos funcionários daquela instituição que apoiaram a realização das análises; de modo especial ao químico Edmir Jason de Brito Oliva e a minha amiga farmacêutica bioquímica Laura Cardoso, pela sua amizade, companheirismo e disponibilidade de sempre me ajudar.

Ao colega, químico Jaime Marques Magalhães, pela sua ajuda sempre que precisei.

A amiga Elissa Torres, pelo incentivo e ajuda na redação do abstract.

A todas as pessoas que ajudaram a cuidar da minha casa e do meu filho durante as minhas ausências: Neide, Joelma, Sâmara, Luciana, Mileyde e Karlene. Obrigada pelo carinho e atenção ao meu Mathiazinho.

A todos os meus amigos, colegas e familiares que, mesmo com um simples gesto ou uma palavra, me ajudaram e me incentivaram, de modo especial: Poliana Nunes, Simone Rufino, Cláudia Fernandes, Carlos Prado, Marconi Aragão Gomes, Natália Almeida César, Alexandre dos Santos Castilho, Douglas Teixeira, Walane Pereira e Vagner Costa.

E ali logo em frente a esperar pela  
gente o futuro está  
E o futuro é uma astronave  
Que tentamos pilotar  
Não tem tempo nem piedade  
Nem tem hora de chegar  
Sem pedir licença muda nossa vida  
E depois convida a rir ou chorar  
Nessa estrada não nos cabe  
Conhecer ou ver o que virá  
O fim dela ninguém sabe  
Bem ao certo onde vai dar.  
(Toquinho)

## RESUMO

A produção de polpas de frutas regionais tem se tornado uma alternativa de renda no estado de Roraima, onde o clima contribui para o alto índice de aceitação do produto, sendo que o mercado consumidor é também abastecido com polpas provenientes de outras regiões. Os produtores locais empregam processos artesanais de produção, não assegurando a qualidade do produto final. A presente pesquisa teve como objetivo estudar aspectos da produção de polpas de frutas congeladas comercializadas em Boa Vista/RR por meio de avaliação do processo produtivo e de análises laboratoriais, a fim de fornecer subsídios para a inserção desta atividade no contexto sócio-econômico do estado, contemplando os aspectos de saúde pública envolvidos. O processo produtivo foi avaliado por meio de visitas técnicas e aplicação de lista de verificação. Foram selecionadas 5 marcas comerciais e 4 sabores de polpas de frutas (acerola, cupuaçu, goiaba e maracujá), sendo uma marca de produto pasteurizado e proveniente de outro estado; e as demais marcas de produto *in natura*, provenientes de produtores locais. Foram coletadas, no comércio local, 100 amostras para a análise microbiológica e destas, 60 foram submetidas à análise físico-química. Foi também quantificada a perda de vitamina C de polpa de acerola pasteurizada e de polpa *in natura*, durante o armazenamento por 90 dias. Constatou-se que o processo produtivo das indústrias locais é insatisfatório, situação que se refletiu nos resultados analíticos. Foi observado crescimento significativo de bolores e leveduras e de bactérias heterotróficas; porém não foi detectada a presença de *Salmonella sp.* e nem desenvolvimento significativo de coliformes. A polpa de goiaba apresentou o maior índice de amostras com contagens de bolores e leveduras acima do limite, enquanto que a polpa de cupuaçu apresentou a menor taxa. Entre as amostras submetidas à análise físico-química, o menor percentual de amostras insatisfatórias foi para o sabor cupuaçu. Quanto aos parâmetros físico-químicos analisados, o teor de vitamina C apresentou o maior percentual (73,33%) de inadequação. Considerando-se todas as amostras analisadas, 78% delas estavam em desacordo com os padrões microbiológicos e 78,33% apresentaram-se inadequadas em relação ao Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ), sendo que as polpas *in natura* (fabricantes locais) apresentaram maior índice de inadequação do que as polpas pasteurizadas. Ao se considerar os parâmetros microbiológicos e físico-químicos conjuntamente, apenas 15% dos lotes estavam adequados. Tanto a polpa pasteurizada quanto a que não sofreu tratamento térmico apresentou redução significativa do teor de vitamina C durante o armazenamento sob congelamento, sendo que, para a polpa não pasteurizada, a perda foi mais elevada. Esta significativa perda vitamínica gera questionamentos acerca da vida útil atribuída às polpas de frutas congeladas, bem como quanto à adequação das embalagens utilizadas. O elevado percentual de amostras insatisfatórias indica que é necessária a adequação do processo produtivo às exigências da legislação. As autoridades fiscalizadoras, por sua vez, devem tomar medidas rigorosas visando preservar a saúde pública e direitos do consumidor.

Palavras-chave: polpa de fruta, processo produtivo, padrões microbiológicos, PIQ, vitamina C, Roraima.

## ABSTRACT

The production of local fruit pulps have been turned on an alternative of income in Roraima State, where the weather contributes to the high acceptance of product index. The consumer market is also supplied with pulps coming from other places. The local producers use artisanal procedures which not assert the quality of the final product. The objective of this study is estimate the aspects of the production of frozen fruit pulps commercialized in Boa Vista/RR through evaluation of production procedure and laboratorial analyses; also provide subsidies to the insertion of this activity on social economical context state, contemplating the public health aspects involved. The production procedure was evaluated through a technical visit and application of a verification list. Five sample brands and four fruit pulps flavour (West Indian cherry, cupuaçu, guava and passion fruit) were selected; one brand was pasteurized product and coming from another State and the rest of the brands were *in natura* products from local producers. 100 samples were collected for microbiological analyses, 60 were also submitted to physical-chemical analyses. The lost of vitamin C between West Indian cherry pulps thermally treated and *in natura* pulp was measured during 90 days storage. It has been determined that productive procedure of local industries is unsatisfactory what has reflected on analytical results. It was observed a significant growing of moulds, yeasts and heterotrophic bacteria, but it wasn't detected the presence of *Salmonella sp.* and neither coliforms significant development. Guava pulp has presented the higher index of samples with moulds and yeasts amount over the limit, while cupuaçu pulp has presented the lower index. Among samples submitted to physical-chemical analyses, the lower percentage of unsatisfactory index was cupuaçu flavour. About physical-chemical parameters analysed, vitamin C content presented the highest percentage in disagreement (73,33%) according to the legislation. Considering all analysed samples 78% of them were not in compliance with microbiological standards and 73,33% didn't followed the standard of identity and quality; *in natura* pulps (local producers) presented the higher index of inadequate results than pasteurized pulps. Checking microbiological and physical-chemical parameters, only 15% of lots were adequate. Pasteurized pulps and not thermally treated pulp presented significant reduction of vitamin C during freezing storage, for not pasteurized pulps the loss was more relevant. The significant vitamin C loss takes doubts about frozen fruit pulps life span and the way it is packed. The high percentage of unsatisfactory samples indicate that it is necessary to adequate the productive procedures to legal requirements. Supervisor authorities must take firm arrangements objecting to preserve the public health and consumer's right.

Key words: fruit pulp, production procedure, microbiological standards, physical-chemical standards, vitamin C, Roraima.

## LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 –	Fluxograma de processamento de frutas para a produção de polpa de fruta congelada .....	45
FIGURA 2 –	Vista geral da área de produção de polpas de frutas em feira .....	73
FIGURA 3 –	Vista geral da área de produção e comercialização de polpas de frutas em feira .....	74
FIGURA 4 –	Área de produção de polpas de frutas .....	76
FIGURA 5 –	Área de recepção de matéria-prima .....	80
FIGURA 6 –	Armazenamento de matéria-prima (acerola) .....	81
FIGURA 7 –	Descascamento e preparo do fruto de maracujá .....	83
FIGURA 8 –	Despolpamento por processo centrífugo .....	83
FIGURA 9 –	Procedimento de embalagem em máquina simples com termo-soldagem .....	84
FIGURA 10 –	Freezer doméstico utilizado para congelamento e armazenamento .....	86
FIGURA 11 –	Armazenamento conjunto de matéria-prima e produto embalado	87
FIGURA 12 –	Perda média do teor de vitamina C em amostras de polpa de acerola pasteurizada (marca A) comercializada em Boa Vista/RR durante o armazenamento por 90 dias .....	128
FIGURA 13 –	Perda média do teor de vitamina C em amostras de polpa de acerola não submetida a tratamento térmico (marca B) comercializada em Boa Vista/RR durante o armazenamento por 90 dias .....	129

## LISTA DE TABELAS

TABELA 1 –	Quantitativo de polpas de frutas comercializadas na Feira do Produtor Rural, Boa Vista/RR, expresso em quilogramas, de acordo com o sabor, de maio a dezembro de 2005 e de janeiro a maio de 2006 .....	23
TABELA 2 –	Contagens mínimas, máximas e médias de bolores e leveduras e percentual de contaminação por estes microrganismos em amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR .....	93
TABELA 3 –	Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR contaminadas por bolores e leveduras, de acordo com a marca, em relação ao número total de amostras e ao número de amostras por marca .....	94
TABELA 4 –	Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR contaminadas por bolores e leveduras, de acordo com o sabor	95
TABELA 5 –	Correlação de Pearson entre o percentual de amostras contaminadas por bolores e leveduras, o pH e a acidez para polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR, de acordo com o sabor .....	96
TABELA 6 –	Contagens mínimas, máximas e médias de bactérias heterotróficas em amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR .....	99
TABELA 7 –	Resumo da análise de variância (ANOVA) para os parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR .....	103
TABELA 8 –	Resumo da análise de variância (ANOVA) para o parâmetro glicídios redutores em glicose de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR .....	104
TABELA 9 –	Comparação entre médias (Tukey) de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de acerola comercializadas em Boa Vista/RR .....	104
TABELA 10 –	Resultados máximos, mínimos e média geral de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de acerola comercializadas em Boa Vista/RR considerando todas as marcas avaliadas .....	105

TABELA 11 – Comparação entre médias (Tukey) de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de cupuaçu comercializadas em Boa Vista/RR .....	112
TABELA 12 – Resultados máximos, mínimos e média geral de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de cupuaçu comercializadas em Boa Vista/RR considerando todas as marcas avaliadas .....	113
TABELA 13 – Comparação entre médias (Tukey) de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de goiaba comercializadas em Boa Vista/RR .....	116
TABELA 14 – Resultados máximos, mínimos e média geral de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de goiaba comercializadas em Boa Vista/RR considerando todas as marcas avaliadas .....	117
TABELA 15 – Comparação entre médias (Tukey) de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de maracujá comercializadas em Boa Vista/RR .....	119
TABELA 16 – Resultados máximos, mínimos e média geral de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de maracujá comercializadas em Boa Vista/RR considerando todas as marcas avaliadas .....	120
TABELA 17 – Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR inadequadas em relação ao Padrão de Identidade e Qualidade, de acordo com os parâmetros físico-químicos. ....	121
TABELA 18 – Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR inadequadas em relação ao Padrão de Identidade e Qualidade, de acordo com o sabor .....	122
TABELA 19 – Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR inadequadas em relação ao Padrão de Identidade e Qualidade, de acordo com a marca, em relação ao número total de amostras e ao número de amostras por marca .....	123
TABELA 20 – Adequação das marcas de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR, em relação aos parâmetros legais, de acordo com os lotes .....	126
TABELA 21 – Perda média de vitamina C em amostras de polpas de acerola pasteurizadas (marca A) e não submetidas a tratamento térmico (marca B) comercializadas em Boa Vista/RR, durante o armazenamento por 90 dias .....	127

## LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

AL – Alagoas

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

Anova – Análise de variância

Aw – Atividade de água

APPCC – Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle

AT – Acidez titulável

°B – graus Brix

BPF – Boas Práticas de Fabricação

BPM – Boas Práticas de Manufatura

BS – Ágar bismuto sulfito

°C – graus Celsius

CE - Ceará

CEPEC – Centro de Pesquisas do Cacau

CEPLAC – Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira

CIP – Controle Integrado de Pragas

cm – centímetro

CPP – Contagem-padrão em placas

DEAC – Departamento de Abastecimento e Comercialização

DFA – Delegacia Federal da Agricultura

DIC – Delineamento Inteiramente Casualizado

DIMEC – Divisão de Informações Mercadológicas e Comercialização

EPI – Equipamento de Proteção Individual

FAO – Food and Agriculture Organization (Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura)

FDA – Food and Drug Administration

g - grama

GMP – Good Manufacturing Practices

HACCP – Hazard Analysis and Critical Control Point

HE – Ágar Hectoen

HIV – vírus da imunodeficiência humana  
HTST – High temperature short time  
IDR – Ingestão Diária Recomendável  
Kg - Quilograma  
LACEN – Laboratório Central de Saúde Pública  
LIA – Ágar lisina ferro  
M – Molar  
MA – Maranhão  
mg - miligrama  
ml - mililitro  
NMP – Número Mais Provável  
ns – não significativo  
OMC – Organização Mundial do Comércio  
OMS – Organização Mundial da Saúde  
PCC – Ponto Crítico de Controle  
PE - Pernambuco  
PI - Piauí  
PIQ – Padrão de Identidade e Qualidade  
PPHO – Procedimentos Padrão de Higiene Operacional  
ppm – Parte por milhão  
PR - Paraná  
PVC – Policloreto de vinila  
RR – Roraima  
SEAPA – Secretaria Estadual de Agricultura, Pecuária e Abastecimento  
SC – Caldo selenito cistina  
SP – São Paulo  
TSA – Agar tripticase de soja  
TSI – Agar tríplice açúcar ferro  
TSS – Sólidos solúveis totais  
TT – Caldo tetracionato  
UFC – Unidade Formadora de Colônias

UFRR – Universidade Federal de Roraima

VB – Ágar verde brilhante

XLD – Ágar xilose lisina desoxicolato

## SUMÁRIO

RESUMO	
ABSTRACT	
LISTA DE FIGURAS	
LISTA DE TABELAS	
LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS	
1 INTRODUÇÃO.....	19
1.1 Aspectos da qualidade microbiológica.....	24
1.2 Aspectos da qualidade físico-química e sensorial.....	33
1.3 Aspectos nutricionais.....	39
1.4 Processo produtivo.....	43
1.5 Caracterização de algumas polpas de frutas tropicais .....	51
1.5.1 Polpa de acerola .....	51
1.5.2 Polpa de cupuaçu .....	54
1.5.3 Polpa de goiaba.....	55
1.5.4 Polpa de maracujá.....	56
2 OBJETIVOS .....	58
2.1 Objetivo geral.....	58
2.2 Objetivos específicos .....	58
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	59
3.1 Seleção das marcas e sabores avaliados .....	59
3.2 Avaliação do processo produtivo.....	59
3.3 Coleta das amostras de polpas de frutas .....	60
3.4 Preparo das amostras de polpas de frutas .....	61
3.5 Análises microbiológicas.....	61
3.5.1 Determinação do NMP de coliformes totais e NMP de coliformes termotolerantes .....	61
3.5.2 Determinação de <i>Salmonella sp.</i> /25g .....	62
3.5.3 Contagem de bolores e leveduras .....	65
3.5.4 Contagem de bactérias heterotróficas.....	66
3.6 Análises físico-químicas.....	66

3.6.1	Determinação de sólidos solúveis totais (TSS).....	67
3.6.2	Determinação eletrométrica do pH.....	67
3.6.3	Determinação da acidez titulável.....	67
3.6.4	Determinação da acidez em ácido cítrico.....	67
3.6.5	Determinação da relação °Brix/acidez total.....	68
3.6.6	Determinação do teor de vitamina C.....	68
3.6.7	Determinação de glicídios redutores, em glicose.....	68
3.7	Avaliação da perda de vitamina C.....	69
3.8	Tratamento estatístico dos dados.....	69
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
4.1	Avaliação do processo produtivo.....	71
4.1.1	Documentos de autorização para funcionamento.....	71
4.1.2	Instalações e edificação.....	72
4.1.3	Equipamentos e utensílios.....	76
4.1.4	Higiene do estabelecimento.....	77
4.1.5	Manipuladores.....	78
4.1.6	Produção.....	79
4.1.7	Controles.....	88
4.2	Análises microbiológicas.....	90
4.2.1	Determinação do NMP de coliformes totais e NMP de coliformes termotolerantes.....	90
4.2.2	Determinação de <i>Salmonella sp.</i> / 25 g.....	91
4.2.3	Contagem de bolores e leveduras.....	92
4.2.4	Contagem de bactérias heterotróficas.....	98
4.3	Análises físico-químicas.....	101
4.3.1	Polpa de acerola.....	102
4.3.1.1	Sólidos solúveis totais (TSS).....	102
4.3.1.2	pH.....	106
4.3.1.3	Acidez em ácido cítrico e teor de vitamina C.....	107
4.3.1.4	Acidez titulável em solução molar, relação °Brix/acidez total, glicídios redutores em glicose.....	110

4.3.2 Polpa de cupuaçu .....	111
4.3.2.1 Sólidos solúveis totais (TSS) .....	111
4.3.2.2 pH.....	113
4.3.2.3 Acidez em ácido cítrico .....	113
4.3.2.4 Teor de vitamina C .....	114
4.3.2.5 Acidez titulável em solução molar, relação °Brix/acidez total .....	115
4.3.3 Polpa de goiaba.....	115
4.3.3.1 Sólidos solúveis totais (TSS), pH e teor de vitamina C .....	115
4.3.3.2 Acidez em ácido cítrico .....	117
4.3.3.3 Acidez titulável em solução molar, relação °Brix/acidez total .....	118
4.3.4 Polpa de maracujá.....	118
4.3.4.1 Sólidos solúveis totais (TSS) .....	118
4.3.4.2 pH .....	119
4.3.4.3 Acidez em ácido cítrico .....	119
4.3.4.4 Acidez titulável em solução molar, relação °Brix/acidez total, glicídios redutores em glicose e teor de vitamina C.....	120
4.4 Avaliação da perda de vitamina C durante o armazenamento .....	127
5 CONCLUSÕES .....	134
REFERÊNCIAS .....	136
APÊNDICES .....	149

## 1 INTRODUÇÃO

A Food and Agriculture Organization (FAO) tem demonstrado que a comercialização de produtos derivados de frutas aumentou mais de cinco vezes nos últimos 15 anos em nível mundial (BRUNINI; DURIGAN; OLIVEIRA, 2002). As frutas tropicais têm uma participação bastante expressiva neste volume e a demanda apresenta tendência de crescimento devido à publicação de pesquisas associando o consumo de frutas com benefícios à saúde humana, bem como por suas características de sabor e aroma que conquistam a preferência dos consumidores. A diversidade de frutas tropicais no mercado é crescente e, freqüentemente, são introduzidas novas variedades, cujas características e propriedades ainda não são totalmente conhecidas. O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de frutas tropicais e detém uma das maiores áreas cultiváveis do planeta, além de uma ampla variedade de solos e climas que o habilitam a explorar praticamente todas as espécies de cultura que agregam valor econômico. Dentre estas, as frutas de clima tropical têm mercado garantido e elevado valor comercial. Muitas destas espécies frutíferas são nativas e ainda não totalmente exploradas comercialmente. O país tem tentado expandir o mercado de frutas tropicais, consciente do seu potencial econômico e da sua importância para o crescimento da fruticultura nacional. O governo brasileiro tem apoiado o comércio exterior, investindo na promoção e divulgação de produtos de frutas, como polpas congeladas e sucos processados, em países do mercado europeu (CÁCERES, 2003; KUSKOSKI et al., 2005).

Tanto no mercado interno quanto no externo, tem ocorrido um acréscimo na demanda por frutas com um bom padrão de qualidade. O desenvolvimento desta área é importante para que o país possa expandir suas exportações, que atualmente correspondem a somente 1% da produção nacional (PRADO; NATALE; SILVA, 2005). A ampliação das exportações de polpas depende da habilidade em abrir e manter mercados para o fornecimento de matérias-primas para diversos segmentos da indústria alimentícia, tais como sorvetes, doces, produtos lácteos, biscoitos, sucos e bebidas que as empreguem como insumo para misturas ou diluição (CÁCERES, 2003).

A alta perecibilidade dos frutos é responsável por perdas maiores que 25% no período de safra, o que tem estimulado os produtores a desenvolver novos processos tecnológicos visando aumentar o seu tempo de vida útil. Dentre os resultados destes esforços, têm-se a produção de polpas de frutas congeladas, de larga aceitação no mercado nacional, por geralmente manter as

características organolépticas dos frutos (SALGADO; GUERRA; MELO, 1999). Além disto, as polpas de frutas são extremamente práticas para o consumidor, o qual pode dispor durante todo ano de diferentes sabores de frutas na forma de polpas, sem sofrer as conseqüências da sazonalidade (MORORÓ, 2000). As polpas são também utilizadas como matéria-prima para o processamento de outros produtos como néctares, sucos, geléias, sorvetes e doces (BRUNINI; DURIGAN; OLIVEIRA, 2002).

O principal problema no armazenamento de frutos reside no fato de que, mesmo depois de colhidos, estes continuam a respirar e a amadurecer. A aplicação de baixas temperaturas tem suas limitações, porque, de modo geral, o tecido que constitui os frutos não suporta estas faixas de temperatura (RIEDEL, 2005). Deste modo, os métodos de conservação foram desenvolvidos para aumentar a oferta e para emprego dos excedentes de produção (BRUNINI ; DURIGAN; OLIVEIRA, 2002).

O mercado de polpas de frutas congeladas tem crescido e apresenta um grande potencial mercadológico (BUENO et al., 2002). Atualmente, este setor da agroindústria encontra-se disseminado em todos os estados do Brasil, sendo um importante segmento da cadeia produtiva. Esta atividade agroindustrial é um negócio com boa rentabilidade, pois é uma maneira prática de aproveitar e armazenar o excesso de frutas produzidas na safra, quando geralmente baixam de preço, passando a ser comercializadas na entressafra, e possibilitando o aproveitamento de frutas que não atendem ao padrão de comercialização da fruta *in natura*. O crescimento da indústria frutícola no país é resultado, em grande parte, da produção de polpas de frutas congeladas em fábricas de pequeno porte, muitas vezes implantadas com o intuito de melhorar a renda familiar de pequenos produtores rurais ou aproveitar a matéria-prima não utilizada e freqüentemente desperdiçada (MORORÓ, 2000).

A conscientização do consumidor quanto às vantagens de uma alimentação saudável, baseada em uma dieta rica em frutas, que apresentam alto valor nutricional e ampla variedade de aromas e sabores, têm incrementado o consumo de polpas de frutas (CÁCERES, 2003). Em conjunto com as melhorias que têm sido introduzidas na qualidade dos alimentos, estes fatores indicam que as polpas congeladas de frutas devem continuar conquistando mercado, desde que seja respeitado o padrão de conveniência que vem sendo adotado pelos consumidores, que é a preservação da qualidade e do valor nutricional (AGOSTINI-COSTA; ABREU; ROSSETI, 2003).

De acordo com a legislação vigente no país, polpa de fruta é o “produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais, proveniente da parte comestível do fruto”, sendo que o teor mínimo de sólidos totais é estabelecido para cada polpa de fruta específica. Quanto à composição, a polpa de fruta deverá ser obtida de frutas frescas, sãs e maduras com características físicas, químicas e organolépticas do fruto; não deverá conter terra, sujidade, parasitas, fragmentos de insetos e pedaços das partes não comestíveis da fruta e da planta. No rótulo da embalagem deverá constar a denominação “polpa”, seguida do nome da fruta de origem. As características físicas, químicas e organolépticas deverão corresponder às do fruto de origem, obedecendo-se os limites mínimos e máximos fixados para cada polpa de fruta, de acordo com as normas específicas (BRASIL, 2000). As frutas destinadas ao processamento de polpas devem apresentar homogeneidade em relação à composição, coloração e sabor. Existem critérios estabelecidos para a aceitação da matéria-prima quanto a sua sanidade e contaminação por produtos químicos e microbiológicos (NASCIMENTO et al., 1999). A composição da polpa e o seu processamento serão influenciados pelo tipo de fruta, bem como pelas suas características varietais, maturidade, variação natural, clima e práticas de cultura. De um modo geral, as polpas devem apresentar um aspecto de pasta mole, cor própria em relação ao fruto, aroma e sabor próprios (CÁCERES, 2003).

Como resultado das adversidades econômicas do país, aumenta a cada dia a busca por alternativas de subsistência. O crescimento do comércio paralelo, bem como o elevado número de micro e pequenas empresas, evidencia a agilidade no aproveitamento de oportunidades comerciais. No entanto, no ramo da comercialização de alimentos, esse desenvolvimento comercial deve ser acompanhado da garantia da qualidade para que se estabeleçam bases sólidas e legais aos produtos alimentícios (RUSCHEL et al., 2001). O número de unidades produtoras de polpas de frutas na região Norte é desconhecido, pois existe um elevado número destas que não têm registro no Ministério da Agricultura e, portanto, funcionam como comércio paralelo (SOUZA et al., 2000).

O setor primário é considerado estratégico para o desenvolvimento sócio-econômico do estado de Roraima e tem crescido através de incentivos fiscais, capacitação de produtores, estímulo à agricultura familiar e linhas de crédito que fomentam a agricultura. Neste contexto, encontra-se a fruticultura com algumas iniciativas de beneficiamento e comercialização das frutas

através de polpas. Predominam no cenário local o cultivo de abacaxi, acerola, banana, caju, cupuaçu e maracujá, entretanto, as condições locais são adequadas para o cultivo de diversas outras espécies (SEBRAE, 2001).

A produção de polpas de frutas regionais tem se tornado, nos últimos anos, uma alternativa de renda econômica para a população do estado de Roraima. Este setor produtivo vem sedimentando-se como um importante segmento na agroindústria de produtos de origem vegetal, sobretudo entre as microempresas. A maioria das unidades fabris é composta por pequenos produtores que empregam processos artesanais de produção, sem a devida observância das técnicas recomendadas de processamento. Os produtores locais não adotam o processo de pasteurização devido principalmente aos custos deste procedimento e à falta de suporte técnico. Conseqüentemente, a qualidade do produto final não é assegurada.

O clima do estado contribui para o alto índice de aceitação do produto, empregado principalmente na elaboração de sucos. A crescente expansão do mercado consumidor interno, com espaço até mesmo para a comercialização de polpas de frutas produzidas em outros estados, comprova a boa aceitação do produto no mercado local. Os sabores exóticos das frutas tropicais encantam visitantes e turistas, abrindo possibilidades para a comercialização do produto para outros estados brasileiros e até mesmo para o exterior. O processo de pasteurização e congelamento permite a manutenção das características da polpa de fruta para que esta seja comercializada em outros locais.

O quantitativo total de produção e/ou comercialização de polpas de frutas no estado de Roraima é desconhecido, uma vez que a Delegacia Federal de Agricultura (DFA - Ministério da Agricultura e Abastecimento) não dispõe de registros de produção das empresas cadastradas pelo órgão. Entretanto, a Secretaria Estadual de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA) vem coletando, desde maio de 2005, os dados referentes à comercialização de polpas de frutas na Feira do Produtor Rural, onde localizam-se vários pequenos fabricantes artesanais que não possuem registro no órgão competente, mas comercializam uma quantidade expressiva do produto. Este quantitativo aumentou, uma vez que, nos oito meses analisados no ano de 2005 (de maio a dezembro) foram comercializados 42875 kg de polpas de frutas, ao passo que, nos primeiros cinco meses de 2006 (de janeiro a maio), o total de polpas comercializadas chegou a 47458 kg. Entre os sabores de polpas de frutas que apresentaram aumento na quantidade comercializada, destacam-se o açaí, o buriti e a bacaba (tabela 1).

Tabela 1 – Quantitativo de polpas de frutas comercializadas na Feira do Produtor Rural, Boa Vista / RR, expresso em quilogramas, de acordo com o sabor, de maio a dezembro de 2005 e de janeiro a maio de 2006.

<b>Sabor</b>	<b>Polpas de frutas comercializadas em Kg</b>	
	<b>2005</b>	<b>2006</b>
Abacaxi	1501	542
Acerola	7779	4376
Açaí	5771	8702
Bacaba	1753	4203
Buriti	4258	8595
Caju	24	----
Cupuaçu	7027	9971
Goiaba	3139	1788
Graviola	2629	1255
Jaca	----	110
Maracujá	4811	4533
Murici	894	986
Tamarindo	907	388
Taperebá (cajá)	2112	2009
<b>Total</b>	<b>42875</b>	<b>47458</b>

Fonte: Secretaria Estadual de Agricultura, Pecuária e Abastecimento (SEAPA) / Departamento de Abastecimento e Comercialização (DEAC) / Divisão de Informações Mercadológicas e Comercialização (DIMEC).

É de fundamental importância a realização de estudos que avaliem a qualidade das polpas de frutas comercializadas no estado, com a finalidade de verificar a sua adequação às exigências da legislação vigente; observar se há variações de características físico-químicas durante o período de armazenamento, correlacionando-as com a vida útil do produto; comparar o produto local, que não é tratado termicamente, com o produto proveniente de outros estados (produto pasteurizado) e, com isso, fornecer subsídios para uma política agro-econômica e de saúde pública que contemplem esta importante atividade produtiva, fonte de renda para o estado

de Roraima. Somente produzindo uma polpa de qualidade é possível a conquista de novos mercados, atendendo à demanda e preferências de um público consumidor cada vez mais exigente e garantindo a segurança alimentar.

### **1.1 Aspectos da qualidade microbiológica**

Devido ao seu conteúdo nutricional e qualidades organolépticas, os alimentos são excelentes substratos para a multiplicação de numerosas espécies de microrganismos, como bactérias, leveduras e fungos filamentosos, sendo facilmente contaminados durante sua manipulação e processamento. A soma das características dos alimentos com as condições ambientais determinam o grau de perecibilidade dos alimentos, pois os microrganismos têm a sua sobrevivência e a sua multiplicação condicionadas à existência de substratos adequados e a condições de temperatura, pH, atividade de água (aw), presença de oxigênio, entre outros fatores (EVANGELISTA, 1994; TORREZAN; JARDINE; VITALI, 1999; RIEDEL, 2005). Além disso, alguns membros da biota alimentar produzem substâncias inibidoras ou letais para outros organismos (JAY, 2005). A água, por sua vez, é o mais importante componente na maioria dos alimentos e do seu teor dependem a consistência, o aspecto e até mesmo a cor destes. Por ser a água o veículo para as alterações químicas e bioquímicas, sua presença é também essencial para o crescimento de microrganismos. Desse modo, a preservação de um alimento geralmente depende da sua quantidade de água (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

Após a contaminação, o desenvolvimento de microrganismos pode alterar as características físicas e químicas do alimento e causar sua deterioração. A contaminação microbiana dos alimentos também pode ser responsável por intoxicações e infecções. A extensão do desenvolvimento microbiano é determinada pelas propriedades químicas e físicas do alimento, as condições ambientais em que o alimento é armazenado e as características dos contaminantes. Em alimentos frescos, quantidades excessivamente altas de microrganismos são um sinal de alerta, pois as partes internas dos tecidos das plantas e animais são geralmente estéreis (PELCZAR JR.; CHAN; KRIEG, 1997). De um modo geral, o número e o tipo de microrganismos presentes em um produto alimentício é influenciado por quatro fatores: o ambiente de onde foi obtido o alimento (origem); a qualidade microbiológica do alimento antes de ser tratado; as condições higiênicas sob as quais o alimento é manipulado; as condições em que são realizados os procedimentos de embalagem e o armazenamento. Com as condições

tecnológicas disponíveis atualmente é possível reduzir largamente a carga microbiana dos alimentos (EVANGELISTA, 1994). Os alimentos industrializados são considerados impróprios para o consumo humano quando contêm um elevado quantitativo de microrganismos, mesmo que estes não sejam conhecidos como patógenos e não ocorram alterações apreciáveis em relação às características organolépticas (MORORÓ, 2000).

Além do tipo de alimento, os métodos de processamento e conservação favorecem a contaminação por determinadas espécies de microrganismos. De acordo com suas necessidades de crescimento, cada microrganismo ocupa um nicho próprio nas distintas classes de alimentos e dentro de um mesmo alimento. Os microrganismos não destroem os alimentos deliberadamente, mas o fazem como uma função normal dentro de um sistema ecológico do qual fazem parte todos os organismos vivos; tanto as plantas como os animais possuem mecanismos intrínsecos para combatê-los. Entretanto, alguns microrganismos são mais resistentes a estes mecanismos e destroem a matéria orgânica vegetal e animal, convertendo-a em compostos inorgânicos. São estas atividades elementares dos microrganismos que levam à deterioração (JAY, 2005). Dentre os microrganismos contaminantes de alimentos, as espécies de gêneros bacterianos são as de maior participação, pois atuam em diversos substratos, sob diferentes faixas de temperatura, de pH e de condições ambientais (EVANGELISTA, 1994).

Um diverso grupo de leveduras e bolores, com mais de uma centena de espécies, também pode contaminar os alimentos. Esses microrganismos podem ser genericamente denominados fungos, que é uma designação comum aos organismos do reino Fungi, uni ou pluricelulares e estrutura principalmente filamentosa. As leveduras são fungos não filamentosos, cuja forma predominante é unicelular, responsáveis por grande parte dos processos de fermentação empregados na fabricação de alimentos. Os mofos ou bolores, por sua vez, correspondem a fungos de vários gêneros que têm a sua estrutura básica formada por filamentos (hifas), que em conjunto formam o micélio; são agentes habituais de decomposição de alimentos, especialmente frutas e outros produtos de origem vegetal (FIDALGO; FIDALGO, 1967; JAY, 2005). Sua habilidade em atacar os alimentos deve-se, em grande parte, à versatilidade de suas necessidades de crescimento. Ainda que a maior parte dos fungos e das leveduras seja aeróbio obrigatório, estes organismos são capazes de crescer em uma ampla faixa de pH (2 até 9) e de temperatura (10 a 35°C), com algumas espécies capazes de desenvolverem-se abaixo ou acima dessa faixa. As necessidades de umidade são relativamente baixas: muitas espécies de mofos

crecem em alimentos com atividade de água inferior a 0,85, embora as leveduras geralmente requeiram uma atividade de água maior (FDA, 2005). Algumas espécies de mofos e leveduras podem apresentar resistência ao calor, ao congelamento, a antibióticos e à irradiação; podem também transformar substratos inadequados em favoráveis ao desenvolvimento de bactérias patogênicas (BRASIL, 1991/1992). A presença de fungos e leveduras em índices elevados nos alimentos pode ser causada por condições higiênicas insatisfatórias de equipamentos, falhas no processamento e/ou na estocagem, contaminação excessiva da matéria-prima, entre outros fatores (SIQUEIRA, 1995). A contaminação de alimentos por fungos e leveduras resulta em perdas para o produtor e para o consumidor. Estes microrganismos também podem causar danos para a saúde humana e animal devido a sua capacidade de produzir metabólitos tóxicos denominados micotoxinas, algumas das quais possuem capacidade mutagênica e carcinogênica, enquanto outras apresentam toxicidade específica a um órgão ou são tóxicas por outros mecanismos. As micotoxinas podem causar afecções de saúde como náuseas, dermatites, danos hepáticos e renais, até óbito, de acordo com o composto e quantidade ingerida. Há micotoxinas estáveis, ou seja, que não são destruídas durante o processamento ou preparo do alimento; ainda que o microrganismo não sobreviva às condições de processamento, a toxina pré-formada não é inativada. Alguns fungos e leveduras contaminantes de alimentos podem causar reações alérgicas, mas apenas algumas espécies causam infecções, sendo especialmente perigosos para imunocomprometidos, indivíduos infectados pelo HIV e idosos (FDA, 2005; AL-JEDAH; ROBINSON, 2002; CHITARRA; CHITARRA, 2005; JAY, 2005).

As frutas são suscetíveis a contaminações bacterianas, fúngicas ou virais. O tecido vegetal pode ser invadido por microrganismos durante diversas fases do seu desenvolvimento e quanto maior a extensão do tecido invadido, maior a possibilidade de deterioração. Milhares de bactérias comensais, especialmente *Pseudomonas fluorescens*, são encontradas na superfície das frutas; as quais ainda podem sofrer contaminações adicionais de microrganismos do solo, de animais, do ar, da água de irrigação e de equipamentos usados para a colheita, transporte, armazenamento ou processamento. Patógenos como *Salmonella*, *Shigella*, *Entamoeba histolytica*, *Ascaris* e numerosos vírus também podem contaminar a superfície das frutas (BLACK, 2002; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Ainda que grande parte dos microrganismos do solo e da água contamine as plantas, apenas um pequeno número destes encontra condições apropriadas para o seu desenvolvimento. Os microrganismos que persistem nos produtos vegetais se comportam

deste modo devido à sua capacidade de aderência à superfície da planta, não sendo facilmente removíveis pela lavagem desta e pela satisfação de suas necessidades nutricionais. Nesta classe de microrganismos destacam-se bactérias acidoláticas, leveduras, bactérias fitopatogênicas, como dos gêneros *Corynebacterium*, *Curtobacterium*, *Pseudomonas* e *Xanthomonas*, e patógenos fúngicos pertencentes a vários gêneros de mofo (JAY, 2005). A via de entrada dos microrganismos deteriorantes nos vegetais determinará o tipo de deterioração e a probabilidade de ocorrência. Os danos causados por meios mecânicos, fitopatogênicos e manuseio inadequado facilitam a entrada (FRANCO; LANDGRAF, 1996).

Além de conterem vitaminas e outros compostos orgânicos, as frutas, de modo geral, apresentam a seguinte composição média: água, 85%; carboidratos, 13%; proteínas, 0,9%; gorduras, 0,5% e cinzas, 0,5%. Com base em seus nutrientes, poder-se-ia presumir que os frutos são capazes de sustentar o desenvolvimento de bactérias, leveduras e mofo; contudo, o seu pH é mais baixo do que o intervalo que favorece o crescimento bacteriano. A função biológica da fruta é a proteção do corpo reprodutor da planta, a semente; sendo que a acidez inerente das frutas pode ser um importante fator evolutivo, uma vez que o pH não é favorável ao desenvolvimento de muitos microrganismos. Contudo, a mais ampla faixa de pH de crescimento de mofo e leveduras propicia que estes microrganismos atuem como agentes de alteração das frutas, pois eles possuem capacidade de desenvolverem-se em valores de pH inferiores a 3,5 (CHITARRA; CHITARRA, 2005; JAY, 2005). O tipo de deterioração fúngica a que as diferentes espécies de frutas estão sujeitas depende da composição do fruto e do tipo de manipulação que é utilizada. Se a fruta for mole e sumarenta, a deterioração será mole e pode levar ao extravasamento do suco; outras frutas ficam secas e com a aparência descolorida (SENAC/DN, 2001).

As populações de leveduras crescem com o processo de maturação e variam de acordo com a espécie da fruta (BORGES et al., 1999). Muitas leveduras são capazes de fermentar os açúcares encontrados nas frutas e nas polpas de frutas, produzindo álcool e dióxido de carbono. Como, de modo geral, as leveduras crescem numa velocidade superior a dos bolores, freqüentemente precedem-nos no processo de deterioração; inclusive há evidências de que, no processo de alteração de frutas, alguns bolores dependem da atividade inicial de leveduras. Os componentes de elevado peso molecular das frutas são utilizados ou destruídos mais pelos bolores do que pelas leveduras, os quais são também capazes de utilizar os álcoois como fonte de energia. Quando estes e outros compostos mais simples são esgotados, estes microrganismos

destroem as partes restantes, como os polissacarídeos estruturais e a casca (MORORÓ, 2000; JAY, 2005). As polpas de frutas contaminadas por bolores freqüentemente apresentam pontos coloridos, mas em alguns casos podem não apresentar nenhum tipo de alteração (SENAC/DN, 2001).

Em estudo realizado por Sancho et al. (2000), as leveduras da classe Ascomycetes representaram 76% dos isolados de concentrados e polpas de frutas, enquanto que os Basidiomycetes representaram 24%, sendo que os gêneros isolados com mais freqüência eram *Saccharomyces*, *Pichia*, *Cryptococcus*, *Kluyveromyces* e *Candida*. A presença de leveduras em polpas de frutas congeladas também foi verificada por Trindade et al. (2002) em estudo comparativo entre estas e frutos tropicais frescos, no qual foi observado que, na maior parte das amostras, o número de leveduras foi mais elevado nas polpas congeladas, tendo sido encontradas leveduras micocinogênicas na maioria dos substratos estudados, inclusive na polpa de acerola.

A análise microbiológica de alimentos pode fornecer informações quanto à qualidade da matéria-prima, as condições de manipulação do alimento e a eficácia do método de conservação empregado. No exame de alimentos deteriorados, é possível identificar o agente responsável pela alteração e então buscar a fonte de contaminação e as condições que permitiram a ocorrência do fenômeno. O número e o tipo de microrganismos em um alimento refletem a sua qualidade e a segurança em consumi-lo (PELCZAR JR.; CHAN; KRIEG, 1997). Os microrganismos indicadores são amplamente utilizados na avaliação da qualidade de alimentos, pois refletem sua vida útil, inocuidade e salubridade. Sua presença não se traduz em perigo para o consumidor, porém indica a possibilidade de presença de patógenos (CHITARRA; CHITARRA, 2005; JAY, 2005).

Entre os microrganismos indicadores, os coliformes são adotados, desde 1914, por órgãos de saúde pública americanos como o mais adequado padrão de significância sanitária. O termo “coliforme” não se refere a uma classificação taxonômica, mas constitui-se em uma definição prática para descrever um grupo de bactérias entéricas Gram-negativas, que fermentam a lactose e produzem ácido e gás em 48 horas a 35°C. De modo geral, os coliformes são representados por quatro gêneros da família Enterobacteriaceae: *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Escherichia coli* e *Klebsiella*. A presença deste grupo de bactérias não tem grande significância do ponto de vista de saúde pública, pois são microrganismos encontrados no ar, na poeira, nas mãos e em muitos alimentos. Como os coliformes crescem em um elevado número de alimentos,

o interesse na sua enumeração visa avaliar condições higiênicas, pois contagens elevadas indicam contaminação pós-processamento, limpeza e sanificação deficientes, tratamento térmico ineficiente ou multiplicação durante o processamento ou estocagem. No caso das polpas de frutas, a presença de coliformes deve-se principalmente à manipulação inadequada: método de extração, emprego de água de qualidade insatisfatória e utilização de frutas abaixo do padrão. Embora os coliformes sejam de fácil detecção, sua associação com contaminação fecal é questionável, uma vez que também são encontrados em amostras ambientais. Assim, surgiram os coliformes fecais como um subgrupo dos coliformes, os quais crescem e fermentam a lactose em elevadas temperaturas de incubação (44,5°C a 45,5°C), sendo atualmente designados como coliformes termotolerantes e representados principalmente pela *Escherichia coli*, além de incluir outros microrganismos entéricos, como a *Klebsiella*. Os coliformes termotolerantes são utilizados como indicadores de contaminação fecal, isto é, de condições higiênico-sanitárias, uma vez que este grupo é constituído por uma alta proporção de *E. coli*, que tem como habitat o trato intestinal do homem e de outros animais (SIQUEIRA, 1995; SENAC/DN, 2001; FDA, 2005). A presença de coliformes termotolerantes em alimentos indica que outros patógenos entéricos, como *Salmonella*, *Shigella*, cepas patogênicas de *E. coli*, podem estar presentes, ainda que não tenham sido identificados na amostra (ALMEIDA et al., 1996).

Ainda que os produtos de frutas sejam mais suscetíveis à contaminação por fungos e leveduras devido a sua elevada acidez, surtos de doenças entéricas causados por bactérias, parasitas e vírus têm sido documentados (BEAUCHAT, 2006). Embora não seja comum, é possível que as frutas veiculem microrganismos patogênicos como *E. coli*, *Aeromonas hydrophila*, *Bacillus cereus*, *Yersinia enterocolitica*, entre outros (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A resistência a pHs ácidos apresentada por alguns microrganismos como a *E. coli* O157:H7, sugere que estes organismos podem ser a causa de surtos envolvendo produtos ácidos como a cidra de maçã, o que coloca em dúvida a segurança em se consumir sucos de frutas não pasteurizados (LINTON; MC CLEMENTS; PATTERSON, 1999). Já foi demonstrado que a imersão de frutas em água quente (80°C) por 1 minuto é uma medida eficiente para reduzir significativamente o número de *E. coli* na superfície destas antes do processamento, o que pode ser uma medida preventiva de problemas de saúde pública e apodrecimento precoce de sucos de frutas (PAO; DAVIS, 1999 apud RUSCHEL et al., 2001).

As bactérias do gênero *Salmonella* pertencem à família Enterobacteriaceae e são patogênicas para o homem. Numerosos países relatam anualmente a ocorrência de um elevado número de infecções por *Salmonella*; porém estima-se que estes casos representem apenas 1 a 10% da real incidência da doença, de onde se conclui que este é um sério problema de saúde em todo o mundo. As salmonelas se desenvolvem em ampla faixa de pH, atividade de água e temperatura, sendo o ideal em torno de 37°C; de acordo com a espécie ou cepa, apresentam maior ou menor resistência ao calor. A reconhecida capacidade de a *Salmonella* contaminar diversos tipos de alimentos é um fator determinante para a inclusão da pesquisa deste microrganismo nas análises microbiológicas de vários produtos. Segundo diversos autores, as frutas também são alimentos que apresentam risco de contaminação por *Salmonella*, muitas vezes como resultado de contaminação cruzada (OOSTEROM, 1991; ALMEIDA et al.,1996; EVANGELISTA, 1994; CHITARRA; CHITARRA, 2005). A presença de *Salmonella* ácido-tolerante já foi observada em diversos produtos, tendo sido documentados surtos de salmonelose cujo alimento-veículo foi suco de laranja não pasteurizado (JAY, 2005).

Uma vez que os alimentos *in natura* podem conter microrganismos, a conservação dos alimentos requer o controle do crescimento microbiano através de diferentes métodos. Deste modo, o processamento e o armazenamento dos alimentos buscam evitar a deterioração microbiológica e as alterações químicas e físicas que podem interferir na aceitação do alimento pelo consumidor. Para alcançar estes objetivos, a tecnologia utiliza dois princípios básicos: a eliminação da água disponível como meio para reações e desenvolvimento de microrganismos (por exemplo, no congelamento); e a inibição do desenvolvimento microbiano através do calor, como na esterilização e na pasteurização (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

A utilização de altas temperaturas na conservação de alimentos fundamenta-se nos seus efeitos destrutivos sobre os microrganismos. A resistência dos microrganismos ao calor é afetada pela composição do alimento, atividade de água e pH, entre outros. As bactérias formadoras de esporos são mais resistentes do que as não-formadoras; as bactérias Gram-negativas tendem a apresentar uma resistência maior que as Gram-positivas. As leveduras e os mofo, por sua vez, tendem a ser razoavelmente sensíveis ao calor, sendo os ascósporos das leveduras ligeiramente mais resistentes. A aplicação de tratamento térmico é uma forma de garantir a segurança alimentar, pois resulta na redução da microflora presente para níveis adequados. Entre estas técnicas, encontra-se a pasteurização, a qual destrói todos os microrganismos causadores de

doenças e destrói ou reduz o número de microrganismos deteriorantes em determinados alimentos. Um dos problemas dos tratamentos sob altas temperaturas é que nem todos os alimentos podem ser conservados sem perdas do valor nutritivo ou sabor (JAY, 2005).

O uso de baixas temperaturas na conservação de alimentos fundamenta-se na premissa de que a atividade dos microrganismos pode ser retardada ou inibida nestas temperaturas. Este princípio baseia-se no fato de que as reações metabólicas microbianas são catalisadas por enzimas e a velocidade destas reações é dependente da temperatura: o aumento da temperatura produz um crescimento na taxa de reação. Para cada 10°C de acréscimo da temperatura em determinado intervalo de tempo, a velocidade de reação é duplicada; para cada 10°C de redução da temperatura, ocorre o inverso. As temperaturas inferiores à de congelamento afetam a umidade relativa, o pH e possivelmente outros parâmetros que interferem no crescimento microbiano. O congelamento de alimentos pode ser realizado pelo método rápido, no qual a temperatura do alimento é reduzida para cerca de -20°C em 30 minutos; ou pelo método lento, através do qual a temperatura desejada é alcançada em 3 a 72 horas. O congelamento rápido, que facilita a formação de pequenos cristais de gelo intracelulares e apresenta mais vantagens do ponto de vista da qualidade do produto, é realizado pela imersão direta ou pelo contato indireto do alimento com o refrigerante e através de rajadas de ar frio sobre o alimento. O congelamento lento é o efetuado em freezer doméstico, favorecendo a formação de cristais grandes extracelulares. O aumento do tamanho de cristais é um fator limitante do tempo de congelamento, por causar a ruptura de membranas, paredes celulares e estruturas internas, tornando o produto descongelado diferente do original em relação à textura e ao sabor (JAY, 2005).

Em circunstâncias normais, o crescimento microbiano é inibido em temperaturas de congelamento e a contagem microbiana da maioria dos alimentos congelados decresce durante a estocagem. Entretanto, alguns pesquisadores têm demonstrado que há microrganismos, inclusive patógenos, capazes de crescer nestas faixas de temperatura, ainda que num ritmo bem mais lento; portanto, sob o ponto de vista da conservação de alimentos, o congelamento não deve ser considerado um meio de destruição de microrganismos de origem alimentar. O crescimento de microrganismos em temperaturas de congelamento ou inferiores a esta depende de fatores intrínsecos deste, além da natureza e composição do alimento, pH, disponibilidade de água líquida, tempo, temperatura e método de congelamento. A atividade de água dos alimentos diminui com o decréscimo da temperatura abaixo do ponto de congelamento; portanto, os

microrganismos que crescem a temperaturas inferiores a de congelamento devem ser capazes de se desenvolver em reduzidos valores de atividade de água, a não ser que este parâmetro seja favorecido pelos componentes do alimento. Dentre os agentes bacterianos causadores de intoxicações alimentares, as salmonelas são menos resistentes do que o *Staphylococcus aureus* e as células vegetativas dos clostrídios, enquanto que as toxinas causadoras de intoxicação alimentar aparentemente não são afetadas pelas baixas temperaturas. O crescimento de leveduras e mofos é compatível com condições de baixa atividade de água; portanto, é mais provável que estes cresçam em temperaturas inferiores a 0°C do que as bactérias. Certas frutas e concentrados de frutas, entre outros, são alimentos que provavelmente suportam o crescimento microbiano em temperaturas menores que 0°C (FRANCO; LANDGRAF, 1996; JAY, 2005).

O sabor e a textura originais devem ser mantidos no alimento descongelado, o que impossibilita que os alimentos congelados sejam mantidos indefinidamente nesta condição, ainda que as atividades metabólicas microbianas sejam detidas. Desse modo, a maioria dos alimentos congelados tem um determinado tempo de vida-de-congelador, o qual não se baseia em fatores microbiológicos, mas sim em características sensoriais como textura, sabor, cor e qualidade nutritiva após o descongelamento. Quando o alimento é descongelado, a multiplicação bacteriana recomeça. Os alimentos congelados não devem ser descongelados e recongelados, pois este procedimento resulta na formação de grandes cristais de gelo que rompem as membranas celulares e permitem o extravasamento de nutrientes. Estes nutrientes ficam então disponíveis para o desenvolvimento bacteriano, tornando o alimento mais suscetível à deterioração. Além dos aspectos microbiológicos, o recongelamento afeta a textura, o sabor e outras qualidades nutricionais do alimento (BLACK, 2002; JAY, 2005).

São desenvolvidos e constantemente aprimorados padrões e regulamentos, com o objetivo de assegurar que o alimento recebido pelo consumidor seja saudável, seguro e apresente a qualidade especificada na embalagem (CHITARRA; CHITARRA, 2005). A Portaria nº 451/97 – Ministério da Saúde, de 19 de setembro de 1997 (BRASIL, 1997c) incluía a contagem de mofos e leveduras como parâmetro de qualidade sanitária de refrescos de frutas. Esta Portaria foi revogada pela Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 – Anvisa (BRASIL, 2001), a qual exclui este parâmetro analítico. Contudo, a literatura reporta resultados de numerosos estudos (FEITOSA et al., 1999b; NASCIMENTO et al., 1999; BUENO et al., 2002) que apresentam elevadas contagens de mofos e leveduras, demonstrando ser discutível a não adoção deste critério

na avaliação da qualidade de sucos, refrescos, néctares e polpas de frutas nesta Resolução. A legislação vigente no âmbito do Ministério da Agricultura, por sua vez, fixa limites máximos para bolores e leveduras para polpa *in natura* e para polpa conservada quimicamente e/ou que foi submetida a tratamento térmico (BRASIL, 2000).

Devido à sua composição, as polpas de frutas constituem-se em bons substratos para o desenvolvimento de microrganismos, os quais, além de deteriorar o produto, podem acarretar sérios danos à saúde do consumidor. Para garantir a oferta de um produto isento de contaminações, é necessário que se realize um rigoroso controle do processo produtivo e do produto final.

A conservação das polpas de frutas e a manutenção da qualidade microbiológica exigida pela legislação vigente têm sido atendidas principalmente pelo emprego do processo de pasteurização e do congelamento. Grande parte das características nutricionais dos sucos de frutas é conferida por vitaminas termo-sensíveis e os compostos responsáveis pelos atributos de aroma e sabor, de modo geral, são bastante voláteis. Deste modo, a pasteurização, por empregar o calor como fonte de redução da carga microbiana, pode contribuir na alteração do aroma, sabor e conteúdo vitamínico do produto. Segundo alguns pesquisadores, o simples congelamento pode ser adequado para armazenar sucos e polpas de frutas, de modo especial as frutas ácidas, devido ao baixo risco de desenvolvimento microbiano. Em substituição à pasteurização, os processos de microfiltração e ultrafiltração têm se mostrados eficazes na conservação de sucos (PEDRÃO et al., 1999; ROSA et al., 1999).

## **1.2 Aspectos da qualidade físico-química e sensorial**

A qualidade das frutas equivale ao conjunto de atributos ou propriedades que as tornam apreciadas como alimento e é determinada pelo valor nutricional e por outros elementos relacionados com a aparência e o sabor. Praticamente todos estes atributos passam por transformações durante o desenvolvimento e conservação da fruta. Os atributos de qualidade, especialmente cor, aroma, sabor e textura devem ser considerados em conjunto, pois, se analisados isoladamente, são pouco representativos da qualidade como um todo. Essas informações são importantes para satisfazer as exigências do consumidor, possibilitar a seleção genética de novos cultivares e selecionar práticas otimizadas de produção. Os componentes que conferem a qualidade do fruto recebem a influência da cultivar, estágio de maturação e de fatores

ambientais tais como condições climáticas, solo e tratos culturais (KLUGE et al., 1997; CHITARRA; CHITARRA, 2005). O fator ambiental pode ser responsável por danos pré e pós-colheita, na medida em que expõe o fruto a microrganismos, favorecendo o contato entre enzimas e componentes químicos ou entre os próprios componentes intra e extracelular, causando reações que alteram a composição química do fruto (ANDRADE et al., 2002).

A mudança quantitativa mais importante durante a maturação de muitos frutos é a hidrólise de polímeros de carboidratos, particularmente a do amido, com a conversão em açúcares mais simples e solúveis, como a glicose, a frutose e a sacarose, o que se reflete no sabor e na textura do fruto. A conversão do amido em açúcares leva a um aumento do conteúdo total de sólidos solúveis, o que também ocorre através de processos de biossíntese (AWAD, 1993; KLUGE et al., 1997; MANICA et al., 2000). Os sólidos solúveis são utilizados como uma medida indireta de açúcares em frutos, indicando o seu grau de maturidade e a quantidade de sólidos ou compostos solúveis em água (açúcares, ácidos, vitaminas, fenólicos e pectinas) que se encontram dissolvidos no suco ou polpa. A sua medição não representa o exato teor de açúcares, devido às outras substâncias dissolvidas; entretanto, os açúcares são mais representativos, chegando a constituir até 90% dos sólidos solúveis. São mensurados através de refratometria e comumente expressos em graus Brix (°B), com valores médios entre 8% e 14% e faixa de variação entre 2% e 25%, recebendo influência da quantidade de chuva durante a safra e de outros fatores climáticos, além da variedade da planta, tipo de solo e estágio de maturação. Alguns produtores adicionam água durante o processamento das frutas com o objetivo de facilitá-lo, o que leva a uma redução do teor de sólidos solúveis no produto final (OLIVEIRA et al., 1999; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Os frutos contêm ácidos que, em equilíbrio com os açúcares, representam um importante atributo de qualidade. Os ácidos contribuem para a acidez e também para aspectos sensoriais como o sabor e o aroma característicos das frutas, pois muitos ácidos são voláteis. Os ácidos são produtos intermediários resultantes do metabolismo respiratório dos frutos, sendo predominantes os ácidos málico, cítrico, tartárico, acético, oxálico, chiquímico, entre outros, variando de acordo com a espécie. O teor de ácidos orgânicos, com poucas exceções, diminui com a maturação devido ao processo respiratório ou devido à sua conversão em açúcares. Além da redução da acidez, ocorrem alterações na proporção entre os vários ácidos. No entanto, alguns frutos como a

graviola, comportam-se de modo diverso, resultando na predominância do sabor ácido no fruto maduro (KLUGE et al., 1997; OLIVEIRA et al., 1999; SALGADO; GUERRA; MELO, 1999).

A acidez é um importante parâmetro ao avaliar-se o estado de conservação dos alimentos de modo geral, pois o processo de decomposição destes, seja através de hidrólise, fermentação ou oxidação, geralmente altera a concentração dos íons de hidrogênio e, conseqüentemente, a acidez do produto (OLIVEIRA et al., 1999). Para polpas de frutas, porém, a acidez também se relaciona com características próprias da matéria-prima. Os métodos de determinação da acidez podem avaliar a acidez titulável ou fornecer a concentração de íons de hidrogênio livres, através do pH. Os métodos que determinam a acidez titulável têm como princípio a titulação através de soluções de álcali-padrão, sendo expressa em mililitros de solução molar por cento ou em gramas do componente principal. As técnicas de determinação do pH são colorimétricas ou eletrométricas. As primeiras empregam indicadores que produzem ou alteram a coloração em determinadas concentrações de íons de hidrogênio, enquanto que os métodos eletrométricos utilizam aparelhos especialmente adaptados para este fim (potenciômetros), que permitem a determinação direta, simples e precisa do pH (IAL, 1985).

As características TSS (sólidos solúveis totais) e acidez titulável, isoladamente, podem representar um falso indicativo do sabor dos frutos. A quantificação da relação entre o teor de sólidos solúveis totais e a acidez é uma das formas mais práticas para este fim, por estar relacionada ao equilíbrio entre açúcares e ácidos na fruta, sendo um índice adequado na determinação de graus de maturação. Tanto o conteúdo de sólidos solúveis totais quanto a relação entre sólidos solúveis e acidez variam de acordo com a cultivar, o local, a época da colheita e condições climáticas; contudo, durante o amadurecimento, esta relação tende a se elevar, principalmente devido à redução da acidez (GAMARRA ROJAS; MEDINA, 1996; KLUGE et al., 1997).

Os açúcares (glicídios ou hidratos de carbono) que estão presentes nas frutas na forma livre ou combinada conferem o grau de doçura destas, têm função estrutural e são fontes de energia para vários processos metabólicos, como a síntese de proteínas e lipídios (KLUGE et al., 1997). Neste grupo têm-se variadas substâncias: monossacarídeos, como a glicose e a frutose; dissacarídeos, como a sacarose e a lactose; polissacarídeos, como o amido e a celulose. Os monossacarídeos são açúcares redutores que possuem o grupamento aldeídico livre ou potencialmente livre, ou o grupo cetônico, capazes de sofrerem oxidação em soluções alcalinas.

A sacarose não apresenta esta propriedade (SILVA; MONTEIRO; ASQUIERI, 1999; BRASIL, 2005b). O amido encontra-se em abundância nas frutas imaturas e constitui-se na principal reserva energética destas. A celulose, a hemi-celulose e a pectina são componentes estruturais que, no decorrer da maturação sofrem degradação enzimática (KLUGE et al., 1997). Os açúcares são também responsáveis pelo *flavor*, pela cor e pela textura do fruto, sendo a glicose, a frutose e a sacarose os principais. As variações entre espécies são extremas e, dentro de uma mesma espécie, são consequência de fatores como cultivar, tipo de solo, condições climáticas e práticas culturais. Em apenas alguns frutos a concentração de sacarose excede à dos açúcares redutores (glicose e frutose); nos demais a concentração é similar ou extremamente baixa. A concentração de glicose excede a de frutose na maior parte dos frutos, porém o poder adoçante da frutose é superior ao da sacarose e da glicose. Portanto, é importante conhecer a concentração de cada açúcar isoladamente para verificar a sua contribuição no sabor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

As proteínas, ainda que presentes em reduzidas concentrações nas frutas (1 a 2%), são importantes como componentes das estruturas nuclear e citoplasmática, na manutenção da organização celular e como enzimas envolvidas no crescimento, maturação e pós-colheita (KLUGE et al., 1997).

O aroma e o sabor são atributos fundamentais na comercialização de frutas e seus produtos agroindustriais. O aroma é percebido através do olfato, o qual é incitado pelos componentes voláteis exalados pelas frutas, tais como ésteres, ácidos, álcoois, aldeídos, cetonas, hidrocarbonetos, acetais, lactonas, que conferem características específicas a cada produto. A produção dos compostos voláteis responsáveis pelo aroma está diretamente relacionada com o processo de amadurecimento. O sabor, por sua vez, relaciona-se à percepção da combinação entre doçura, acidez e adstringência, juntamente com a percepção do aroma, sendo os açúcares, os ácidos orgânicos e os compostos fenólicos os principais compostos envolvidos. Os atributos de sabor estão relacionados ao amadurecimento das frutas, resultando no aumento do teor de açúcares simples, pela redução da acidez, da adstringência e do teor de ácidos e fenólicos. O gosto característico das frutas é relacionado em parte ao seu aroma, produzido pela mistura de numerosos compostos, mais ou menos voláteis, e numa proporção que produz a sensação olfativa e gustativa associada ao alimento. O conhecimento dos compostos químicos responsáveis pelo sabor característico das frutas tropicais e sub-tropicais é importante devido ao papel que estes

desempenham na qualidade dos frutos e seus produtos. O *flavor* corresponde à percepção da complexa combinação entre sabor, odor e textura, constituindo-se num atributo de difícil avaliação, uma vez que há vários compostos químicos envolvidos. A maturação dos frutos geralmente leva a um aumento das características do *flavor*, principalmente pela emissão de compostos voláteis (BOBBIO; BOBBIO, 1995; KLUGE et al., 1997; NARAIN et al., 2004; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A aparência do alimento é um fator que contribui amplamente para a sua aceitação, motivo pelo qual a cor é uma propriedade fundamental em alimentos naturais e processados. Na indústria de sucos, este é um importante atributo de qualidade, sendo que a uniformidade do grau de maturação pode influenciar na coloração final dos produtos. A cor em alimentos naturais é resultado da presença de pigmentos naturais, geralmente termolábeis, tais como as clorofilas, os carotenóides, os flavonóides, os taninos, entre outros. Durante o processamento e armazenamento dos alimentos também pode haver a formação de substâncias coloridas. Em frutos, as modificações na coloração normalmente ocorrem devido à decomposição estrutural da clorofila e síntese de novos pigmentos, devido a fatores que atuam isoladamente ou em conjunto, como as transformações no pH e presença de sistemas oxidantes. A clorofila é abundante nas frutas jovens e, com o amadurecimento, esta é degradada, tornando visíveis pigmentos pré-existentes ou ocorre a síntese de novos pigmentos, responsáveis pela coloração característica de cada espécie ou cultivar, como os carotenóides, geralmente de cor amarela; as antocianinas, que são pigmentos responsáveis por cores que variam do vermelho vivo ao violeta e azul; e os flavonóis, compostos fenólicos do grupo dos flavonóides, que são pigmentos de cor branca ou amarela clara. As antocianinas sofrem profundas mudanças de cor em diferentes valores de pH, bem como são alteradas pelo aquecimento, pela presença de açúcares, ácido ascórbico, luz e oxigênio (BOBBIO; BOBBIO, 1995; KLUGE et al., 1997; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Portanto, estes pigmentos podem ser degradados durante o processamento e armazenagem de alimentos, resultando em alterações na cor do produto. O congelamento, amplamente utilizado na conservação de polpas de frutas, pode alterar completamente a sua coloração (ALVES et al., 1997 apud LIMA et al., 2002b). A cor vermelha da acerola no estágio maduro, por exemplo, deve-se à presença de antocianinas e a sua pasteurização causa alterações na coloração, a qual passa de vermelho brilhante a amarela. A degradação destes pigmentos pode também ser favorecida pela ação enzimática, no caso de polpas de frutas que não são submetidas a tratamento

térmico. Os flavonóis, ao atuarem na copigmentação das antocianinas através de mecanismo de complexação intermolecular, tornam a molécula antociânica mais estável. A formação deste complexo aumenta a intensidade da cor, sendo esta ação dependente da concentração de antocianinas e do co-pigmento (BOBBIO; BOBBIO, 1995; LIMA et al., 2002b).

A elevada capacidade antioxidante atribuída às polpas de frutas congeladas deve-se à presença de compostos antociânicos e compostos fenólicos; destacando-se as polpas de acerola e manga (GARDNER et al., 2000; KUSKOSKI et al., 2005). Estes resultados são conflitantes, pois em estudo realizado por Hassimotto; Genovese; Lajolo (2005) com polpas de frutas comerciais congeladas e outros produtos vegetais, não houve correlação entre o conteúdo total de compostos fenólicos ou teor de vitamina C com a atividade antioxidante. A atividade antioxidante só apresentou correlação com o alto conteúdo de antocianinas.

As transformações químicas e físicas associadas ao processamento e armazenamento de alimentos ocorrem em sistemas complexos de componentes celulares constituídos por um grande número de reagentes, tais sejam: lipídios, carboidratos, proteínas, sais minerais, água, vitaminas, ácidos, bases, óleos essenciais, pigmentos. Ao se considerar o número e a variedade de componentes que podem participar de reações químicas por caminhos diversos, fica evidente a dificuldade em se estabelecer relações causa-efeito nas transformações químicas e físicas que ocorrem nos alimentos processados e armazenados. As condições de processamento geralmente favorecem a eliminação de barreiras celulares, o que permite que componentes celulares interajam, inclusive com o oxigênio. Se o processamento envolver alguma forma de aquecimento, esse aumento de energia no sistema pode resultar num aumento da velocidade das reações químicas. Os problemas de contaminação microbiológica e os aspectos bioquímicos (enzimáticos) são relativamente fáceis de serem controlados. Contudo, as técnicas de processamento mais econômicas, devido a sua natureza, levam a um incremento da deterioração química e física e, como resultado, à resistência do consumidor em aceitar as cores, texturas e sabores que muitas vezes são diferentes das do produto *in natura*. Estas alterações podem inviabilizar o uso de um novo método de processamento ou de um novo alimento (BOBBIO; BOBBIO, 1995).

### 1.3 Aspectos nutricionais

Os conceitos de alimento e nutriente são distintos; sendo o alimento o que se ingere e nutriente “qualquer substância química consumida normalmente como componente de um alimento, que proporciona energia, é necessária ou contribui para o crescimento, desenvolvimento e manutenção da saúde e da vida, ou cuja carência possa ocasionar mudanças químicas ou fisiológicas características” (BRASIL, 2005c). Os nutrientes encontram-se inter-relacionados e em equilíbrio no metabolismo fisiológico. Desse modo, a vitamina C, por exemplo, interfere no metabolismo do ferro, da glicose e de outros glicídios (ALMEIDA, 1998). Até há pouco tempo, as características sensoriais e a aparência eram os mais importantes atributos dos alimentos; atualmente, a segurança e o valor nutritivo têm despertado maior interesse (CORDENUNSI; NASCIMENTO; LAJOLO, 2003). A demanda crescente da população por informações confiáveis sobre os produtos que consome tem requerido empenho do governo e do setor produtivo, o que resultou na regulamentação da informação nutricional obrigatória nos rótulos dos alimentos desde 2001, com o objetivo de informar o consumidor sobre a composição do alimento, contribuindo para escolhas que promovam uma dieta mais equilibrada e saudável. A rotulagem nutricional de alimentos tem sido destacada em diversos estudos e pesquisas que relacionam a promoção de uma alimentação saudável com estratégias para o decréscimo do risco de desenvolvimento de doenças crônicas (BRASIL, 2005c).

Devido ao seu alto valor nutricional, as frutas têm um lugar relevante na alimentação humana; contudo, a cadeia de comercialização, de um modo geral, ainda não considera a qualidade nutricional como um atributo fundamental do produto (ALMEIDA, 1998; NASCIMENTO et al., 1999). Quanto aos programas de melhoramento genético, muitos visam principalmente o aspecto visual ou outros atributos sensoriais que atraiam o consumidor. Entretanto, além de oferecer uma ampla variedade de cor, sabor, aroma e textura, as frutas têm papel fundamental na alimentação, por serem excelentes fontes de vitaminas, minerais e fibras; ainda que, de modo geral, não sejam boas fontes de lipídios e de proteínas. O valor nutritivo aumenta com a maturação, com grande variação na proporção dos nutrientes. As frutas contêm também substâncias que reduzem os riscos de doenças cardiovasculares e atuam como potentes agentes anticancerígenos (AWAD, 1993; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O tipo de processo a que é submetido um alimento influencia nos seus constituintes. Assim, o processamento empregado na obtenção de polpa de fruta congelada, que implica no

descarte de partes não comestíveis, reduz o teor de fibra alimentar dos frutos. Como consequência, a substituição de frutos *in natura* por polpas congeladas em tratamentos dietéticos deve ser alvo de uma avaliação cautelosa, uma vez que as fibras desempenham importante função na prevenção e tratamento de doenças cardiovasculares e gastrintestinais (SALGADO; GUERRA; MELO, 1999).

As proteínas, carboidratos, gorduras e sais minerais foram os primeiros constituintes nutritivos estudados em alimentos e, desse modo, o valor nutricional de um alimento era definido pelo conteúdo destes componentes. Contudo, há mais de um século reconheceu-se que outras substâncias, como as vitaminas, são necessárias para o organismo. As vitaminas são substâncias orgânicas, cuja deficiência pode levar ao desenvolvimento de diferentes doenças como o escorbuto, o raquitismo, a xerofthalmia, o béri-béri, entre outras; entretanto, a sua importância na alimentação ainda não é totalmente conhecida. As vitaminas foram assim denominadas por se acreditar que eram aminas; entretanto, elas possuem as mais variadas formas químicas. Elas não são sintetizadas pelo organismo, embora alguns compostos chamados pró-vitaminas, como os esteróis e os carotenóides, possam ser transformados em vitaminas no organismo humano. As reações que ocorrem com as vitaminas durante o processamento e armazenamento de alimentos são pouco conhecidas, com algumas exceções. É sabido que as vitaminas podem ser total ou parcialmente destruídas quimicamente, por reações com compostos oxidantes e redutores, por contaminação enzimática, o que inevitavelmente leva a perdas do valor nutricional dos alimentos, o que pode ser evitado ou minimizado através do emprego de técnicas adequadas de processamento (BOBBIO; BOBBIO, 1992). Diversos alimentos que perdem um percentual de suas vitaminas naturais durante o processo de beneficiamento e armazenamento podem ter seu valor vitamínico restabelecido pela adição de vitaminas sintéticas. O ácido ascórbico, por exemplo, pode ser produzido sinteticamente, sendo utilizado extensivamente na indústria de alimentos devido à sua ação antioxidante e como suplemento de muitos alimentos (IAL, 1985; CHAMBERS et al., 1996).

Em decorrência da grande instabilidade de vitaminas e pró-vitaminas, o processamento e o armazenamento das frutas podem alterar significativamente a distribuição quantitativa destes nutrientes. A oxidação, por exemplo, é fator preponderante na perda de carotenóides (AGOSTINI-COSTA et al., 2003; CHITARRA; CHITARRA, 2005). Dentre as vitaminas presentes nas frutas, destacam-se o ácido ascórbico (vitamina C), encontrado na maioria das

frutas; a pró-vitamina A ( $\beta$ -caroteno), o ácido pantotênico, a biotina, a tiamina, o ácido fólico e o ácido nicotínico (KLUGE et al., 1997).

A vitamina C ou ácido ascórbico é um dos nutrientes essenciais à saúde, desempenhando ações imprescindíveis no desenvolvimento e regeneração dos músculos, pele, dentes e ossos, na formação do colágeno, na regulação da temperatura corporal, na produção de hormônios e no metabolismo em geral (FRANCO, 2004). A carência desta vitamina aumenta a vulnerabilidade a doenças, porém não é comum, surgindo quando os níveis séricos caem abaixo de 0,2 mg/dl. A deficiência grave causa o escorbuto, cujos sintomas são: fraqueza, perda do apetite, anemia, edema e inflamação nas gengivas, perda de dentes, hemorragias, interrupção na cicatrização de ferimentos, distúrbios comportamentais, déficit do desempenho psicomotor, entre outros. As deficiências nutricionais de modo geral atingem sobretudo as populações de baixa renda e ocorrem devido à disponibilidade inapropriada de alimentos ricos em vitaminas e minerais na dieta. Neste contexto, problemas decorrentes da deficiência de vitamina C podem ocorrer, uma vez que a Ingestão Diária Recomendada (IDR), que para adultos é de 45 mg, nem sempre é alcançada. Sob o enfoque da saúde pública, deve-se considerar também o efeito sinérgico entre as deficiências múltiplas de nutrientes, como por exemplo, a interferência negativa do aporte inadequado de vitamina C sobre a absorção do ferro de origem vegetal (KRAUSE; MAHAN, 1991; COSTA et al., 2001; BRASIL, 2003; 2005a).

A vitamina C apresenta-se em concentrações razoáveis em todas as plantas superiores; os vegetais verdes frescos e as frutas cítricas são fontes riquíssimas. Devido à sua importância para a saúde e por não ser produzida nem armazenada pelo organismo, a ingestão diária em níveis adequados (de acordo com o sexo, faixa etária e condições de saúde) é que garante o seu aporte (BOBBIO; BOBBIO, 1992; FRANCO, 2004). Segundo pesquisa realizada por Almeida et al. (2001), frutas como acerola, caju, goiaba e mamão contribuem com até 100% da Ingestão Diária Recomendável (IDR) de vitamina C; abacaxi, maracujá, tangerina, em média com 50% da IDR; cajá, cupuaçu, manga, mangaba, pitanga atingem em média 30% da IDR. Andrade et al. (2002) classificam as fontes de ácido ascórbico em níveis: fontes elevadas contêm de 100 a 300 mg/100g, como por exemplo, o morango, a goiaba e o abacaxi; fontes médias contêm de 50 a 100 mg/100g, como no caso a laranja, o limão e a papaia; e fontes baixas contêm de 25 a 50 mg/100g, como por exemplo, a lima, a pêra e a manga. O teor de vitamina C é geralmente mais elevado na

fruta verde, diminuindo com a maturação. Sob o ponto de vista industrial, este teor é importante para a padronização de produtos (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Vários são os fatores que interferem no teor de vitamina C em frutas: espécie, variedade, estado de evolução biológica (tamanho, maturação natural ou acelerada), época de colheita, tratamento do solo, colheita, transporte, armazenamento, conservação, área geográfica, influência da luz e dos raios solares e estações do ano. Nas análises que vêm sendo realizadas em frutas regionais pouco exploradas, como, por exemplo, frutas nativas do cerrado e da Amazônia, têm sido encontrados teores de ácido ascórbico, bem como de outras vitaminas, em valores surpreendentes (ALMEIDA, 1998; FRANCO, 2004). Estudos realizados com o camu-camu (*Myrciaria dubia*) e com o araçá-pera (*Psidium acutangulum* D.C.), fruteiras tipicamente amazônicas, revelaram que estas apresentam elevados conteúdos de vitamina C. No caso do camu-camu, os teores de ácido ascórbico de frutos coletados na região leste do estado de Roraima superaram os descritos na literatura; além disso, o interesse por este fruto envolve a extração de corantes naturais (antocianinas) devido à pigmentação da sua casca. Quanto ao araçá-pera, o teor de vitamina C compara-se ao da goiaba e ao do hipocampo do caju (ANDRADE; ARAGÃO; FERREIRA, 1993; YUYAMA; AGUIAR; YUYAMA, 2002). O conhecimento da distribuição do ácido ascórbico nos frutos tropicais pode favorecer o aproveitamento racional dos recursos naturais, resultando em benefícios sócio-econômicos. Com este objetivo, têm sido desenvolvidos estudos que evidenciam correlações entre os teores de ácido ascórbico e o grau de maturação dos frutos, sugerindo que os parâmetros relacionados à composição química poderiam ser adotados para estabelecer o tempo ideal de colheita. Com a adoção destes critérios, os frutos tropicais poderiam ter maior valor agregado e serem comercializados até mesmo como alimentos funcionais, ou seja, alimentos que não apenas nutrem, mas também contêm algum componente específico que traz benefícios à saúde, aumentando a resistência a doenças ou fortalecendo o organismo (ANDRADE et al., 2002). Segundo Manica et al. (2000), na fruticultura moderna são empregados métodos físicos e químicos como ferramentas auxiliares na determinação do momento apropriado para a colheita de frutos.

Do ponto de vista químico, o ácido ascórbico pertence à classe dos carboidratos, sendo um composto com 6 carbonos, reversivelmente oxidado no organismo a ácido diidroascórbico. O ácido L-ascórbico, apesar de possuir a mesma atividade biológica da vitamina C, é destruído muito mais facilmente; pois é altamente sensível a mudanças no ambiente em que se encontra,

tais como alterações enzimáticas, de pH e de oxigênio. A vitamina C é, dentre as vitaminas, a mais facilmente degradável, sendo estável apenas em meio ácido e na ausência de luz, oxigênio e calor. O principal fator que leva à sua degradação é a oxidação aeróbica ou anaeróbica, sendo que a oxidação aeróbica relaciona-se com o pH: em meio alcalino, essa reação é mais rápida e a degradação mais extensiva. De uma maneira geral, a estabilidade da vitamina C aumenta com a redução da temperatura e as maiores perdas ocorrem durante o aquecimento dos alimentos; contudo, há casos de perda durante o congelamento ou armazenamento de alimentos em baixas temperaturas (BOBBIO; BOBBIO, 1992; OLIVEIRA et al., 1999; ZIENA, 2000; ANDRADE et al., 2002; FRANCO, 2004).

Na refrigeração de frutas frescas há perdas elevadas de vitamina C, de forma linear com o tempo; contudo, em temperaturas altas, a perda é mais rápida, sendo menor em frutas ácidas do que nas neutras. Devido à vulnerabilidade do ácido ascórbico, sua degradação pode ser influenciada pelo tipo de embalagem e, em polpas de frutas, o teor pode ser diminuído como consequência do processamento inadequado. O conteúdo de ácido ascórbico pode ser considerado um indicativo da qualidade dos alimentos, porque varia de acordo com as condições de cultivo, armazenamento e processamento. Devido à sua labilidade, pode também ser empregado como índice de avaliação do efeito do processamento sobre a retenção de nutrientes de um modo geral (OLIVA; MENEZES; FERREIRA, 1996; OLIVEIRA et al., 1998; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

#### **1.4 Processo produtivo**

Para se obter uma polpa de fruta de boa qualidade, os cuidados devem iniciar nos tratamentos culturais, durante a colheita e continuarem no transporte, armazenamento e processamento da fruta. Existem padrões mínimos para a aceitação da matéria-prima quanto ao estado de sanidade, a contaminação microbiana e por agentes químicos (defensivos agrícolas), a inexistência de detritos animais e vegetais, a isenção de fragmentos das partes não comestíveis da fruta e de substâncias estranhas à sua composição normal; características que permitam que a fruta seja submetida a tratamento assegurando sua composição e conservação até o consumo, mantendo aspecto, cor, sabor e aroma originais. A preservação da polpa depende ainda de se evitar ou minimizar reações químicas e enzimáticas, impedindo a incorporação de ar e diminuindo a sua temperatura imediatamente após o despulpamento e envasamento (MORORÓ, 2000).

As frutas destinadas ao processamento devem apresentar uniformidade quanto à composição, coloração e sabor. Muitas enfermidades pós-colheita iniciam com a entrada de microrganismos através de lesões causadas durante a colheita e pós-colheita, e sua incidência pode ser diminuída mediante um manejo cuidadoso. A qualidade é também extremamente afetada pelo tempo decorrente entre a colheita e o processamento. Assim, o transporte deve ser realizado o mais rápido possível, em veículos ventilados e cobertos com toldo, preferencialmente nos horários com temperatura mais amena. O transporte de frutas produzidas a longas distâncias da indústria deve ser feito, idealmente, em veículo refrigerado. O armazenamento da matéria-prima na indústria visa à uniformização da maturação das frutas e evitar interrupções na produção (MORORÓ, 2000; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O processamento de polpas de frutas congeladas obedece às seguintes etapas, conforme apresentado na figura 1: recepção, pré-seleção, pré-lavagem e lavagem, seleção, descascamento e preparo do fruto, despulpamento, acabamento ou refino, tanque pulmão, embalagem, congelamento, armazenamento e distribuição (MORORÓ, 2000; MATTA; CABRAL; SILVA, 2004).

A etapa de pré-seleção consiste na separação dos frutos maduros para uniformizar o produto final, sendo os frutos impróprios descartados. A pré-lavagem e a lavagem devem ser realizadas com água de boa qualidade, a qual é o principal agente desta operação, através da imersão em tanque de água clorada em turbulência ou em mesas com bicos aspersores, para facilitar o amolecimento e remoção de sujidades aderidas à superfície. A sanitização com água clorada visa à redução da carga microbiana inicial. A lavagem é a etapa mais importante do processamento, pois os tecidos das frutas estão estruturados, constituindo-se em barreiras físicas à penetração de microrganismos, resíduos de defensivos agrícolas, poeira e outros, que normalmente encontram-se impregnados na superfície das frutas. Se a lavagem não for realizada de modo adequado, estes elementos serão incorporados à polpa durante o descascamento e esmagamento/despulpamento da fruta, representando riscos à saúde do consumidor. Na seleção, as frutas são avaliadas quanto à maturação, firmeza, machucaduras, defeitos causados por fungos, roedores ou insetos. Uma seleção criteriosa conferirá maior uniformidade e melhor qualidade ao produto (TOCCHINI; NISIDA; DE MARTIN, 1995; MORORÓ, 2000; SENAC/DN, 2001).

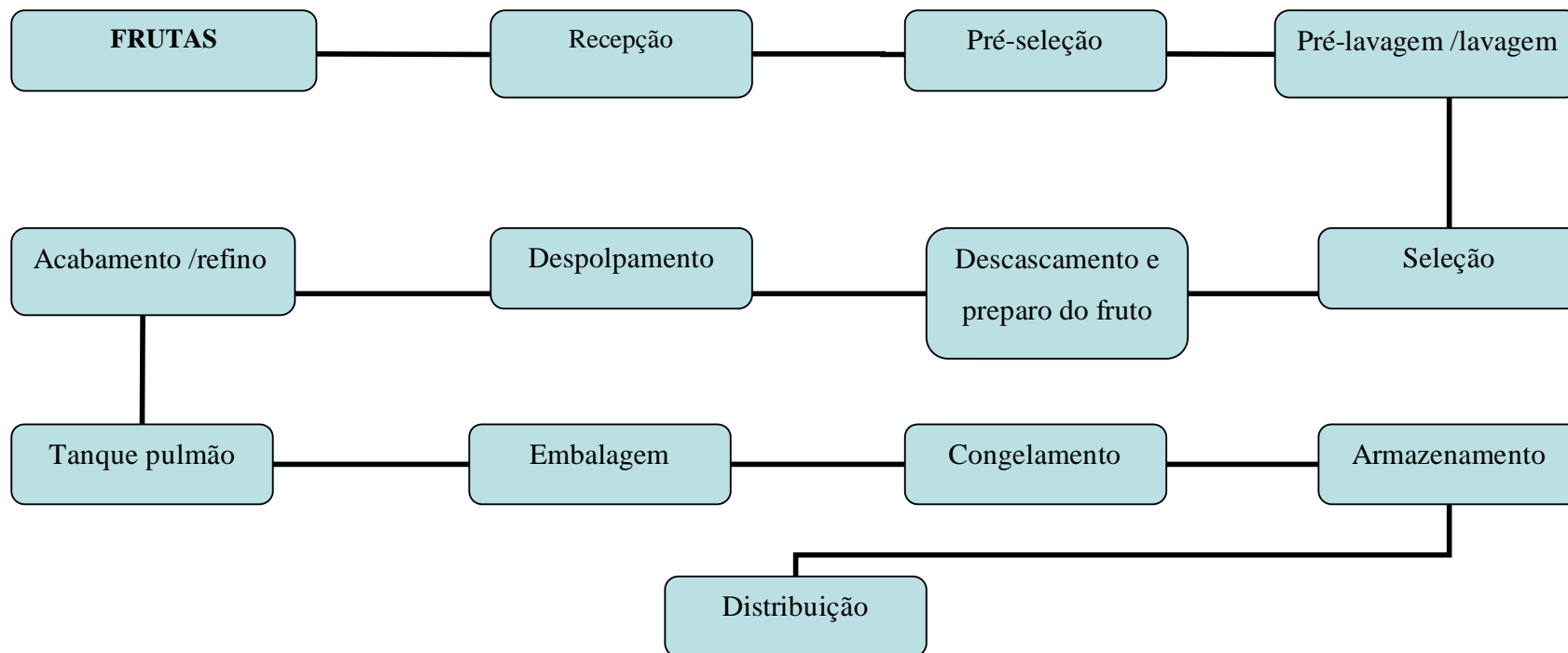


Figura 1 – Fluxograma de processamento de frutas para a produção de polpa de fruta congelada.

Fonte: Mororó, 2000 (adaptado).

O descascamento e preparo das frutas é uma etapa crítica, pois pode ocorrer contaminação das partes aproveitáveis das frutas. Por esta razão, deve-se dispensar cuidados com a higienização, inclusive em relação aos manipuladores, os quais devem estar uniformizados e gozar de boa saúde. O descascamento da maioria dos frutos é manual e deve ser realizado em mesas de aço inoxidável ou em esteira com borracha sanitária. Nesta fase, são eliminadas as partes deterioradas por injúrias mecânicas, brocas, fungos, partes endurecidas, talos, etc. Restos de cascas da fruta podem levar a mudanças de coloração e sabor da polpa. Frutas como a goiaba e a acerola não são descascadas e sim retirados pontos escuros, restos florais e talos. Após esta etapa, a massa é transportada para a despulpadeira através de baldes ou tubulação (TOCCHINI; NISIDA; DE MARTIN, 1995; MORORÓ, 2000).

O despulpamento deve ser realizado imediatamente após o descascamento, a fim de diminuir o tempo de exposição das partes desintegradas. O princípio mecânico do despulpamento é a agitação e atrito do material em máquinas dotadas de peneira e paletas de borracha, que movimentam a massa no seu interior, forçando sua passagem pela peneira. Este processo pode ser descontínuo, ou seja, em equipamento munido de uma única peneira que efetua somente a separação de polpa e sementes; ou contínuo (de dois estágios), onde também ocorre o refinamento da polpa. Algumas frutas não permitem que o despulpamento seja realizado em despulpadeira com processo centrífugo, sendo este realizado por prensagem o que evita o excesso de incorporação de ar (MORORÓ, 2000).

O acabamento ou refino visa melhorar o aspecto visual e a estabilidade física do produto e é realizado através de um conjunto de peneiras com malhas decrescentes, nas quais ficam retidas as impurezas. Habitualmente este sistema encontra-se acoplado as despulpadeiras contínuas de dois ou três estágios, que apresentam alto rendimento. Esta operação também pode ser efetuada no mesmo equipamento do despulpamento, substituindo-se a peneira de despulpamento por outra de orifício menor. O refino pode ser dispensado, principalmente em razão da tendência atual de se consumir alimentos mais fibrosos. O tanque pulmão ou de equilíbrio tem a função de equilibrar o fluxo entre a extração/refino e a empacotadeira, sendo munido de uma bomba dosadora que injeta o produto na máquina de embalar. Pode possuir paredes duplas, possibilitando o pré-resfriamento através de água ou salmoura gelada (TOCCHINI; NISIDA; DE MARTIN, 1995; MORORÓ, 2000).

A embalagem tem como função principal proteger o alimento do ambiente externo e preservar as suas características, sem interagir com o mesmo. Para atender a estas exigências, deve ser inerte e oferecer proteção ao produto na estocagem e comercialização. Além de

coibirem as alterações na qualidade do produto, as embalagens devem atender as necessidades de marketing, custo e disponibilidade e facilitar o manuseio, o armazenamento e o uso pelo consumidor. A natureza do seu material deve atender a critérios de apresentação e preservação do produto. Inúmeras opções de embalagens plásticas encontram-se hoje no mercado, com baixo custo e aplicação diversificada. Com relação à polpa de fruta, a embalagem adequada deve oferecer proteção contra oxidação, luz e contaminações, exercendo influência na sua vida de prateleira. Habitualmente as polpas são comercializadas em embalagens flexíveis (filmes plásticos ou recipientes de polietileno ou polipropileno) ou tetrapak, em função da facilidade de manuseio e proteção contra oxidações. Os filmes plásticos, sendo um material “transparente”, permitem a passagem de luz de diferentes comprimentos de onda, dependendo da sua espessura; normalmente, a luz ultravioleta ou comprimentos de onda próximos a ela são os que oferecem maior perigo para a deterioração dos alimentos. A operação de embalagem deve ser efetuada imediatamente depois do despulpamento ou refinamento (EVANGELISTA, 1994; BOBBIO; BOBBIO, 1995; MORORÓ, 2000; BRUNINI; DURIGAN; OLIVEIRA, 2002).

O congelamento tem como principal finalidade a conservação do produto, oferecendo muitas vantagens na sua preservação (MORORÓ, 2000). Quanto às vitaminas, o congelamento rápido preserva-as, enquanto que a refrigeração auxilia na sua retenção (KRAUSE; MAHAN, 1991). A rapidez com que a polpa de fruta é congelada interfere na sua qualidade; portanto, a velocidade de congelamento é um fator importante no planejamento e na construção de uma fábrica de polpas de frutas (MATA; DUARTE; ZANINI, 2005). O sistema de congelamento deve ser projetado de acordo com a carga térmica a ser retirada em um determinado período de tempo. A parcela de calor retirada durante o resfriamento ou congelamento é bem maior que a da estocagem. Assim, é recomendável congelar o produto em um sistema separado, de congelamento rápido, tais como câmaras, armários, túneis (-40°C) e equipamentos de congelamento com nitrogênio líquido e com amônia (-40°C); enquanto que o armazenamento pode ser feito em freezer horizontal. Empregando-se túnel ou armário de congelamento rápido, a temperatura de -18°C pode ser alcançada em uma hora. Para o congelamento, o emprego de freezer doméstico apresenta limitações devido ao tempo requerido, pois, dependendo da carga utilizada, o produto leva até 24 horas para o congelamento completo, desencadeando reações bioquímicas, físicas e microbiológicas que afetarão a qualidade do produto. O congelamento não destrói microrganismos ou enzimas, mas retarda reações químicas e enzimáticas e o crescimento e atividade microbianas. Uma vez que o custo dos equipamentos de congelamento rápido é bastante elevado, alguns produtores

têm buscado alternativas como a combinação de métodos de congelamento, empregando máquinas hidroalcoólicas (30% de álcool absoluto) ou picoleteiras antes de colocar as polpas em freezers. Estes equipamentos apresentam capacidade de congelar 70% a 80% do produto dentro de 40 a 60 minutos. O tempo entre a abertura do fruto e a polpa atingir 5°C não deve ser superior a quatro horas. Entre oito e dez horas, o produto deverá estar a -18°C, temperatura que deve ser mantida durante o armazenamento e transporte até o momento do consumo, uma vez que oscilações na temperatura de congelamento provocam a recristalização e acelera reações que podem comprometer a qualidade do produto. É importante que as câmaras de armazenamento possuam gerador automático para suprir eventuais falta de energia. No período que antecede a distribuição, é recomendável que a temperatura do produto seja reduzida a até -25°C, pois, durante esta operação a temperatura normalmente se eleva de 5 a 7°C. Este cuidado evita que a temperatura mínima de estocagem seja ultrapassada (BASTOS; FEITOSA; OLIVEIRA, 1999a; MORORÓ, 2000).

No caso de polpas tratadas termicamente, o processamento ainda passa por outros estágios. A formulação objetiva a uniformização e padronização da polpa, enquanto que a homogeneização visa à redução das partículas (fibras) a um tamanho uniforme, possibilitando que o tratamento térmico seja mais eficiente pela melhor ação do calor. A centrifugação em alta rotação separa as partículas mais pesadas. Para evitar o escurecimento pela oxidação, faz-se a desaeração, procedimento que elimina o ar do interior da polpa. O tratamento térmico baseia-se no binômio alta temperatura e tempo curto (HTST): o produto é aquecido à temperatura de pasteurização por um curto período de tempo e, a seguir, é resfriado rapidamente. Esta operação elimina a maioria dos microrganismos deteriorantes e inativa reações químicas e enzimáticas. O envase deverá ser feito em sala asséptica, a fim de evitar a recontaminação do produto, o qual deverá estar numa faixa de temperatura de 2°C a 6°C (TOCCHINI; NISIDA; DE MARTIN, 1995; MORORÓ, 2000). A recontaminação com esporos de bolores em produtos a base de frutas pode ocorrer por várias razões: área de recepção próxima à área de processamento, área de envase com grande circulação de ar, envase a frio, subprocessamento térmico e qualidade do ar ambiente inadequada (SENAC/DN, 2001).

Dentre os objetivos da indústria de alimentos, é primordial a busca pela manutenção das características originais do alimento após a sua transformação, pelo maior período de tempo possível. As condições do armazenamento, tais como temperatura, umidade, luminosidade, assim como o tipo e o material da embalagem empregada, são parâmetros que

exigem avaliação e controle, com a finalidade de preservar a qualidade do produto durante a sua vida-de-prateleira (MATTA; CABRAL; SILVA, 2004).

As pessoas envolvidas com a produção de polpas de frutas devem ser saudáveis e conhecedoras das técnicas de manipulação e cuidados higiênicos tais como a lavagem e desinfecção das mãos antes das atividades e o uso de uniformes completos e limpos. Quanto aos vasilhames, utensílios, equipamentos e instalações, que são fontes potenciais de contaminação, estes devem ser lavados e sanitizados após o uso e antes do início do processamento. Os agentes de limpeza devem ser neutros e biodegradáveis, apropriados para uso em indústria de alimentos. Os equipamentos devem ser de construção simples, sem pontos de difícil limpeza, de preferência em aço inoxidável. A fábrica deve ter ventilação adequada e layout que evite contaminação cruzada (MORORÓ, 2000).

A qualidade é uma questão relevante para as empresas, preocupadas com as suas incompatibilidades com o ambiente externo e em oferecer produtos e serviços que atendam as exigências do mercado consumidor (CORRÊIA, 2005). Ela pode ser definida como o conjunto de características que distinguem componentes individuais de um mesmo produto e que tem significância na sua aceitação pelo consumidor. Os atributos de qualidade dizem respeito às características físicas e sensoriais, à composição química, ao valor nutritivo e à segurança dos produtos. A definição de qualidade é bastante variável entre diferentes produtos e, mesmo dentro de um produto específico, depende do seu uso. Sob este aspecto, os requisitos de qualidade na fruticultura relacionam-se com o mercado consumidor: armazenamento, consumo *in natura* ou processamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

O controle de qualidade tem como finalidade a obtenção de produtos com qualidade padronizada e constante, visando vantagens econômicas com a minimização de custos e a maximização de rendimentos pela prevenção de defeitos, com observação de critérios de segurança. De acordo com o grau de evolução tecnológica, os problemas relacionados à qualidade de um modo amplo assumem uma maior importância do que os aspectos sanitários simplesmente. Este fato é marcante no comércio internacional, no qual o consumidor exige determinadas características do produto alimentício que adquire. Para que seja alcançado um padrão de qualidade, com abrangência do aspecto sanitário, deve existir uma infra-estrutura higiênica desde a fabricação até a exposição do produto à venda, incluindo-se o controle da matéria-prima, processamento industrial, transporte e armazenamento. Dentro da unidade de fabricação, deve haver uma manutenção adequada dos equipamentos, das redes de água, esgoto e eletricidade e uma rotação correta do estoque. Uma vez que todas estas atividades

são realizadas por um número considerável de funcionários, são indispensáveis o treinamento e a supervisão permanente destes por pessoas capacitadas (RIEDEL, 2005).

A segurança é o principal atributo de qualidade de um alimento. Os padrões de qualidade e segurança dos alimentos, estabelecidos por órgãos internacionais ou nacionais, têm por objetivo assegurar que estes sejam isentos de qualquer contaminante de natureza física, química ou biológica que possa causar danos à saúde do consumidor. Atualmente, no Brasil, os órgãos de fiscalização preconizam a utilização das Boas Práticas de Fabricação (BPF) e do sistema de Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) em toda a cadeia de produção de alimentos, com o objetivo de oferecer produtos seguros e de boa qualidade ao consumidor.

As Boas Práticas de Fabricação ou *Good Manufacturing Practices* (GMP) referem-se a um conjunto de princípios e procedimentos para o manuseio adequado dos alimentos, contemplando todo o processo produtivo, desde a matéria prima até o produto final, compreendendo também os controles de processos, produtos, higiene pessoal e sanitização, com o objetivo de garantir a segurança e a integridade do consumidor (BRASIL, 1993). Também denominadas Boas Práticas de Manufatura (BPM), asseguram o cumprimento de requisitos básicos de qualidade, através da efetivação de procedimentos padronizados e documentados, os quais devem ser praticados por todos os colaboradores de uma organização. Dentro destes procedimentos estão inclusos os Procedimentos Padrão de Higiene Operacional (PPHO) e o Controle Integrado de Pragas - CIP (CORRÊIA, 2005).

O sistema APPCC, conhecido internacionalmente como Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP), é uma ferramenta de gestão da segurança de alimentos, ou seja, um método para garantir a inocuidade dos alimentos em toda a cadeia produtiva até o consumidor. A aplicação deste sistema é recomendada por organismos nacionais e internacionais como a Organização Mundial do Comércio (OMC), Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), Organização Mundial de Saúde (OMS), Codex Alimentarius e Ministério da Saúde. O sistema APPCC, atualmente empregado em todos os tipos de indústrias de alimentos, é um sistema preventivo que se baseia na identificação e no controle de perigos de natureza biológica, física ou química, relacionados com a saúde do consumidor, em pontos específicos do fluxo de beneficiamento dos alimentos, denominados pontos críticos de controle (PCC), com a finalidade de eliminá-los, evitá-los ou reduzi-los a níveis seguros. O APPCC é um método que se baseia na análise dos riscos das matérias-primas, dos riscos existentes no processo de elaboração dos alimentos e os que podem ocorrer devido ao uso inadequado destes pelo consumidor. Enquanto que os

procedimentos clássicos priorizam as provas que testam o produto acabado para controlar a inocuidade do alimento, o sistema APPCC avalia a qualidade de todos os ingredientes e de todas as fases de elaboração do produto, partindo da premissa de que produtos seguros são resultados de ingredientes e processos controlados (SENAC/DN, 2001; CHITARRA; CHITARRA, 2005; JAY, 2005).

## **1.5 Caracterização de algumas polpas de frutas tropicais**

Entre as polpas de frutas comercializadas no país, analisaremos a seguir algumas que, segundo Kuskoski et al. (2005), estão entre as de maior consumo em diferentes regiões do mercado brasileiro.

### **1.5.1 Polpa de acerola**

A acerola (*Malpighia glaba* L.) é fonte de caroteno, ferro, cálcio e vitaminas (B1, B2 e B6), além de conter alto teor de ácido ascórbico (de 1000 a 4500 mg por 100 g de polpa de fruta). A planta é originária do Mar das Antilhas e foi introduzida com sucesso na região Nordeste do país em 1955, pois apresenta um bom desenvolvimento em clima tropical. A acerola tem despertado o interesse de produtores devido ao seu alto conteúdo de vitamina C e por seu potencial industrial, pois pode ser empregada na fabricação de sucos, compotas, geléias, além de poder ser utilizada no enriquecimento de sucos e alimentos dietéticos, na forma de alimentos nutracêuticos, como comprimidos ou cápsulas, empregados como suplemento alimentar, chás, bebidas para esportistas, barras nutritivas e iogurtes (NASCIMENTO et al., 1999; COSTA et al., 2001; CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2002). Por este motivo, é uma fruta com inestimável valor farmacológico e alimentício, constituindo-se em uma fonte alternativa de vitamina C a baixo custo (CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2000). O teor de ácido ascórbico é máximo em frutos verdes, chegando a 2.700 mg/100g; enquanto que, no fruto maduro, situa-se em torno de 800 mg/100g e em frutos meio-maduros aumenta para 1.600 mg/100g (BATISTA; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2000; ASSIS; LIMA; OLIVEIRA, 2001).

A variabilidade da cultura de acerola nos pomares brasileiros é bastante acentuada, pois esta se espalhou rápida e indiscriminadamente no país, o que gerou uma acentuada variabilidade de características físico-químicas e plantas com genótipos não identificados e/ou selecionados, alguns dos quais não apresentam as características tecnológicas desejáveis pelo mercado. Não se conhecem variedades perfeitamente definidas de acerolas, o que tem

motivado a realização de pesquisas que visam à seleção de plantas e a caracterização nutricional e qualitativa de frutos, principalmente em relação ao teor de vitamina C (GOMES et al., 2000; BRUNINI et al., 2004). Teores de vitamina C acima de 1.000 mg por 100 g de polpa são satisfatórios para a indústria; contudo, o padrão mínimo de vitamina C exigido no mercado internacional é superior a 1.200 mg por 100 g de polpa (KAWATI, 1995, BLISKA; LEITE, 1995 apud CARPENTIERI-PÍPOLO et al., 2000). As condições meteorológicas têm interferências marcantes em caracteres tecnológicos e em medidas dos frutos de acerola (AGOSTINI-COSTA; ABREU; ROSSETI, 2003). Segundo Oliveira et al. (1999), o teor de ácido ascórbico em algumas plantas é influenciado pela temperatura, pela intensidade da luz, pela umidade e por fatores hereditários. A acerola é um exemplo extremo da influência de fatores genéticos no conteúdo de ácido ascórbico, pois existem valores deste nutriente divergindo em cerca de 300 vezes entre frutos provenientes de diferentes plantas.

Além de ser uma das principais fontes naturais de vitamina C, a acerola é uma excelente fonte de carotenóides, cujo potencial vitamínico apresenta relação inversa com o processo de carcinogênese, fato que tem atraído a atenção para a química e a estabilidade dos carotenóides em alimentos. Dentre estes pigmentos naturais, destaca-se o  $\beta$ -caroteno, que funciona como antioxidante natural com capacidade de proteger membranas e outros constituintes celulares contra danos oxidativos. Os carotenóides, além de pró-vitaminas, são pigmentos responsáveis pela coloração de muitas frutas. Na acerola, contudo, a coloração amarela conferida pelos carotenóides é mascarada pela presença de antocianinas vermelhas (KRINSKY, 1989; SANTAMARIA; BIANCHI, 1989; AGOSTINI-COSTA; ABREU; ROSSETI, 2003).

O processo de branqueamento é efetuado através de uma rápida imersão do alimento em água quente ou através de vapor, tendo como finalidade principal inativar enzimas que possam causar alterações indesejáveis durante o congelamento. Embora a destruição microbiana não seja a função primária deste procedimento, o calor utilizado é suficiente para reduzir significativamente o número de células vegetativas (JAY, 2005). Segundo Agostini-Costa; Abreu; Rosseti (2003), o armazenamento da polpa congelada não branqueada de acerola causa descoloração esporádica desta, a qual torna-se amarela e acarreta prejuízos na comercialização. Em estudo realizado por aqueles pesquisadores, o monitoramento do teor de antocianinas indicou uma redução de 9% no teor deste pigmento após congelamento da polpa de acerola por nove meses; a perda acumulada em 12 meses foi de 14%. Com relação aos carotenóides, a polpa de acerola apresentou uma retenção relativamente boa após o congelamento rápido por imersão em álcool (procedimento empregado em pequenas

indústrias do Nordeste do país) e estocagem por um período de 11 meses. Contudo, este resultado pode ter sido consequência de características próprias do fruto, como pH reduzido e suposta ausência de enzimas.

Segundo definição da legislação “polpa ou purê de acerola é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível da acerola (*Malpighia* spp.) através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais”. A cor varia de amarelo a vermelho, o sabor é ácido e o aroma é próprio. Podem ser adicionados à polpa de acerola corantes naturais para correção da cor (BRASIL, 2000).

O mercado consumidor da acerola no país é predominante nas regiões de clima quente, devido ao hábito de ingestão de sucos. No mercado interno, a demanda é caracterizada pelo comércio das frutas *in natura* ou congeladas sob a forma de polpa. Quanto ao mercado externo, que consome a fruta principalmente devido ao alto conteúdo de vitamina C, a maior demanda é pelo produto sob a forma de polpa (GOMES et al., 2000). Por ser um fruto perecível, a polpa congelada é a forma mais prática de comercialização, uma vez que a acerola disputa um segmento do mercado cujos consumidores preferem sucos naturais, submetidos a um processamento mínimo e com características similares ao *in natura*. A qualidade do suco congelado de acerola relaciona-se com a manutenção de suas propriedades físico-químicas e do teor de componentes próximos aos dos níveis do suco *in natura* (GOMES et al., 2001).

A acerola é uma ótima fonte de vitamina C mesmo após sofrer tratamento térmico. A estabilidade desta vitamina em produtos de acerola depende tanto do tipo de processamento quanto da temperatura de armazenagem; sendo que os produtos que combinam pasteurização com congelamento apresentam maior retenção de vitamina C no final do período de estocagem, independente da temperatura. Além da fruta *in natura*, existem vários produtos alimentícios de acerola no mercado, sendo as formas mais comuns a polpa congelada e o suco engarrafado, com prazos de validade que variam de 4 a 12 meses, segundo os fabricantes. Como a legislação brasileira prevê uma variação máxima de 20% a mais com relação aos valores de nutrientes especificados no rótulo, é importante que os fabricantes considerem o teor inicial de vitamina C e a perda ao longo do período de armazenagem dos produtos de acerola, para estimar o teor desta vitamina no final da vida-de-prateleira do produto e adequá-lo em relação à rotulagem (YAMASHITA et al., 2003). Segundo Pedrão et al. (1999), o ácido ascórbico geralmente é estável em sucos e polpas de frutas congeladas.

A acerola é uma alternativa comercial bastante viável no mercado fruticultor, gerando uma superprodução que requer a realização de estudos voltados ao desenvolvimento

de novos produtos a partir desta fruta, pois as principais fontes de consumo ainda se restringem à fruta *in natura* e à polpa (SOARES et al., 2001). Além de suas características nutricionais, o sabor e a textura da acerola também agradam o paladar do consumidor. Estes fatores têm levado ao aumento da produção e do consumo da acerola, o que, aliado ao fato de se tratar de uma fruta altamente perecível, torna necessário o desenvolvimento de alternativas de processamento, objetivando a sua conservação e a obtenção de produtos com maior valor agregado. A acerola apresenta vantagens quando comparada com outras frutas, pois seu alto teor de ácido ascórbico possibilita que sejam usados diferentes métodos de industrialização e armazenamento com manutenção de valores nutricionais ainda elevados. Um exemplo de método alternativo é a secagem, que concentra os princípios da matéria-prima e permite que o produto seja armazenado em condições ambientais por um período extenso (GOMES; FIGUEIRÊDO; QUEIROZ, 2004).

### **1.5.2 Polpa de cupuaçu**

O cupuaçuzeiro (*Theobroma grandiflorum*) tem sua distribuição natural principalmente na região Norte do país, nos estados do Amazonas e Pará e vem conquistando a cada ano mais espaço no mercado nacional e internacional. Seu valor econômico encontra-se na polpa, que é consumida sob diferentes produtos (sucos, néctares, iogurtes, sorvetes, cremes, licores, doces, biscoitos, entre outros), os quais são geralmente processados de forma artesanal, em pequena escala. A produção de frutos tem acompanhado a industrialização da polpa, que é comercializada geralmente na forma congelada, nos principais estados produtores de cupuaçu (Pará, Amazonas, Acre e Rondônia), em outros estados e no exterior. A semente também é importante no desenvolvimento de produtos industriais. A alta perecibilidade em conjunto com a dificuldade na estocagem durante os picos de processamento industrial colaboram para as perdas pós-colheita. Outro problema enfrentado pelos produtores é o baixo rendimento na obtenção de polpas, em consequência da alta viscosidade destas, o que leva a um retorno financeiro insatisfatório em comparação com o retorno oferecido na produção de polpas de outros frutos. Este baixo rendimento deve-se a questões relacionadas ao processo de extração da polpa, o qual ainda é realizado de forma empírica, utilizando instrumentos como faca, colheres ou tesouras de uso doméstico, devido à forte aderência da polpa ao caroço do fruto, o que causa um decréscimo no rendimento do produto final e, possivelmente, contaminação. Com o objetivo de minimizar este problema, têm sido desenvolvidos estudos

utilizando-se preparações enzimáticas comerciais que aumentem o rendimento na extração da polpa, com resultados bastante satisfatórios (BASTOS et al., 2002, COHEN; JACKIX, 2005).

De acordo com o padrão de identidade e qualidade, “polpa ou purê de cupuaçu é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível do cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), exceto semente, através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais”. A cor da polpa ou purê de cupuaçu é branca ou branca amarelada, o sabor levemente ácido e o aroma próprio (BRASIL, 2000). Segundo Franco (2004), o teor de ácido ascórbico na polpa de cupuaçu é 26,5 mg%. Em análise das classes de compostos voláteis presentes no cupuaçu, os ésteres foram predominantes (FRANCO; SHIBAMOTO, 2000).

### 1.5.3 Polpa de goiaba

A goiabeira (*Psidium guajava*, L) pertence à família Myrtaceae, gênero *Psidium*. Originária da região tropical das Américas, disseminou-se por todo o mundo. É uma das importantes matérias-primas para as indústrias de sucos, polpas e néctares, com grande aceitação no mercado. Além do seu elevado valor nutricional, é uma fruta de bastante expressividade no cenário econômico nacional, apresentando excelente aceitação para consumo *in natura* e ampla aplicação industrial. Ela está entre as frutas com melhores perspectivas econômicas, pois se desenvolve e produz satisfatoriamente mesmo em condições adversas (MANICA et al., 2000). Além disso, é perfeitamente adaptada ao clima e ao solo do país, com amplo potencial econômico ainda inexplorado e cuja industrialização depende necessariamente do manuseio das polpas (FERREIRA et al., 2002).

A goiaba possui sabor e aroma característicos, alta digestibilidade e elevado conteúdo de fibras. Fonte riquíssima de vitamina C, seu conteúdo de ácido ascórbico varia de 55 a 1.014 mg por 100 g de polpa, de acordo com a cultivar, o local e o manejo. O teor de vitamina C é de seis a sete vezes superior aos dos frutos cítricos, fontes tradicionais de vitamina C; inferior apenas ao conteúdo da acerola, camu-camu e caju. Os frutos mais verdes são geralmente mais ácidos e apresentam maior teor de vitamina C, enquanto que os frutos mais maduros apresentam maiores conteúdos de açúcar e teores inferiores de vitamina C. O conteúdo de ácido ascórbico aumenta durante os estádios iniciais de desenvolvimento até a maturação total e, quando o fruto encontra-se demasiadamente maduro, este teor decresce significativamente. Possui também conteúdos de açúcares, ferro, cálcio, fósforo e vitaminas A e B superiores à maioria das frutas. A acidez deve-se à presença de ácidos orgânicos, principalmente o ácido cítrico e o málico e, em menor quantidade, os ácidos láctico, tartárico,

ascórbico, galacturônico, glicólico e fumárico. A relação sólidos solúveis totais/acidez titulável (TSS/AT) pode ser considerada um índice de maturação da fruta (MANICA et al., 2000). Os frutos para fins industriais devem ser, preferencialmente, de tamanho médio, redondos, com polpa vermelha, espessa e não muito aquosa, com pouca semente, sólidos solúveis totais de 8,0 a 12,0° Brix, pH de 3,8 a 4,3 e acidez entre 0,35% e 0,63% de ácido cítrico (LIMA; ASSIS; GONZAGA NETO, 2002a).

A goiaba é uma fruta bastante perecível e o estudo de sua fisiologia pós-colheita é de fundamental importância para a escolha de tecnologias apropriadas para aumentar o seu período de conservação (CAVALINI, 2004). Uma vez que o pico da produção de frutos de goiabeira concentra-se nos meses de janeiro e fevereiro e dada a importância do aproveitamento dos excedentes de produção, o processamento da goiaba em polpas é imprescindível para a utilização do fruto como matéria-prima em indústrias secundárias ou para consumo direto, constituindo-se em uma atividade agroindustrial importante, pois agrega valor econômico à fruta ao evitar as perdas, além de possibilitar o aumento da sua vida-de-prateleira (FURTADO et al., 2000; BRUNINI; OLIVEIRA; VARANDA, 2003).

De acordo com a legislação “polpa ou purê de goiaba é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível da goiaba (*Psidium guajava*, L.) através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais”. A cor da polpa pode variar de branco a vermelho, o sabor é próprio, levemente ácido e o aroma também é próprio (BRASIL, 2000).

#### **1.5.4 Polpa de maracujá**

O fruto do maracujazeiro (*Passiflora edulis*) é amplamente consumido no país, sendo empregado principalmente na preparação de sucos, os quais apresentam um sabor exótico e aromático, bastante apreciado (NARAIN et al., 2004). A planta pertence ao gênero *Passiflora*, família *Passifloraceae*. As principais espécies cultivadas são o maracujá-amarelo ou azedo (*P. edulis* f. *flavicarpa*), maracujá-roxo (*P. edulis*) e maracujá-doce (*P. alata*), sendo o maracujá-amarelo o mais conhecido e amplamente comercializado em todo o país, representando pelo menos 90% do mercado. A contínua expansão e evolução das técnicas de plantio são, em grande parte, resultado da demanda da agroindústria de sucos (SOUZA; MELETTI, 1997).

Segundo Narain et al. (2004) e Chitarra; Chitarra (2005), as principais classes de compostos voláteis na polpa dos frutos de maracujá pertencem aos ésteres, aldeídos, álcoois e cetonas. Outros compostos aromáticos característicos para o maracujá são  $\beta$ -ionona e linalol.

Os teores de ácido ascórbico do maracujá são relatados na literatura como sendo de 15,6 mg% na fruta a 4,2 mg% no suco (FRANCO, 2004).

De acordo com a definição da legislação “polpa ou purê de maracujá é o produto não fermentado e não diluído, obtido da parte comestível da goiaba (*Passiflora* spp.) através de processo tecnológico adequado, com teor mínimo de sólidos totais”. A cor da polpa varia de amarelo a alaranjado, o sabor é ácido e o aroma próprio (BRASIL, 2000).

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo geral**

Estudar aspectos da produção de polpas de frutas congeladas comercializadas em Boa Vista/RR, através de avaliação do processo produtivo e de análise da qualidade microbiológica e físico-química do produto, visando fornecer subsídios para a inserção desta atividade produtiva no contexto sócio-econômico do estado, contemplando os aspectos de saúde pública envolvidos.

### **2.2 Objetivos específicos**

- avaliar a adequação do processo produtivo das empresas fabricantes das marcas selecionadas às exigências da legislação;
- determinar a qualidade microbiológica e físico-química das amostras de polpas de frutas selecionadas;
- verificar a perda do teor de vitamina C das polpas de frutas durante o armazenamento;
- comparar a qualidade de polpas de frutas pasteurizadas e polpas de frutas não submetidas a tratamento térmico.

### **3 MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1 Seleção das marcas e sabores avaliados**

Foram selecionadas cinco marcas comerciais de polpas de frutas congeladas, comercializadas em feiras livres e supermercados. Visando a resguardar a identidade das empresas avaliadas, as marcas das polpas de frutas foram identificadas pelas letras A, B, C, D e E:

- marca A: polpas de frutas pasteurizadas, fabricadas por empresa de outro estado, com registro no Ministério da Agricultura e comercializadas em supermercados;

- marca B: polpas de frutas não submetidas a tratamento térmico, fabricadas por empresa local, com registro no Ministério da Agricultura e comercializadas em supermercados;

- marca C: polpas de frutas não submetidas a tratamento térmico, fabricadas por empresa local, com registro no Ministério da Agricultura e comercializadas em supermercados;

- marca D: polpas de frutas não submetidas a tratamento térmico, fabricadas por empresa local, sem registro em órgão competente e comercializadas em feiras livres (Feira do Produtor Rural e Feira de São Francisco);

- marca E: polpas de frutas não submetidas a tratamento térmico, fabricadas por empresa local, sem registro em órgão competente e comercializadas em feiras livres (Feira do Produtor Rural e Feira de São Francisco).

De cada marca selecionada, foram escolhidos quatro sabores de polpas de frutas: acerola, cupuaçu, goiaba e maracujá.

#### **3.2 Avaliação do processo produtivo**

Para avaliar o processo produtivo foram verificadas as condições de funcionamento dos estabelecimentos produtores de polpas de frutas das marcas B, C, D e E, ou seja, fábricas localizadas em Boa Vista (RR). A empresa produtora de polpas de frutas da marca A não foi analisada por localizar-se em outro estado.

As indústrias foram avaliadas através de visitas técnicas e aplicação de uma lista de verificação (Apêndice C), elaborada de acordo com as diretrizes da Portaria nº 1428, de 26 de novembro de 1993 – Ministério da Saúde (BRASIL, 1993); Portaria nº 368, de 04 de

setembro de 1997 – Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 1997a); Portaria nº 326, de 30 de julho de 1997 – Ministério da Saúde (BRASIL, 1997b); Resolução RDC nº 275, de 21 de outubro de 2002 – ANVISA (BRASIL, 2002) e complementada por orientações constantes em Mororó (2000). A lista de verificação foi respondida através de observação *in loco* e informações fornecidas pelo responsável ou funcionários das empresas. Por ocasião das visitas técnicas, o proprietário ou responsável assinou um “Termo de Consentimento” (Apêndice A), autorizando a visita, com acompanhamento do processo produtivo e a aplicação da lista de verificação. Também foi assinado um “Termo de Compromisso” (Apêndice B), a fim de garantir sigilo quanto à identificação da empresa.

As empresas D e E estavam instaladas na Feira do Produtor Rural à época da colheita das amostras. Devido a uma reforma naquele local, estas indústrias foram transferidas temporariamente para a Feira do Passarão, onde foi realizada a visita técnica. Ambas as feiras livres são mantidas pelo Governo Estadual.

Os dados provenientes da visita técnica e da aplicação da lista de verificação para avaliação do processo produtivo foram analisados quanto à adequação à legislação vigente, utilizada como base para a elaboração do instrumento de verificação.

### **3.3 Coleta das amostras de polpas de frutas**

As amostras de polpas de frutas foram coletadas nos pontos de comercialização descritos no item 3.1, na própria embalagem em que são comercializadas, congeladas. Para as análises microbiológicas, foram coletadas 5 repetições de cada marca e de cada sabor, do mesmo lote, perfazendo um total de 100 amostras (4 sabores x 5 marcas x 5 repetições); e, para as análises físico-químicas, foram selecionadas, dentre as amostras coletadas para as análises microbiológicas, 3 repetições de cada marca e de cada sabor, do mesmo lote, totalizando 60 amostras (4 sabores x 5 marcas x 3 repetições). Para as análises microbiológicas, o número de repetições foi definido de acordo com o plano de amostragem (amostra representativa) definido na legislação vigente (BRASIL, 2001). As marcas D e E não identificavam o lote na embalagem do produto; neste caso, as amostras foram tomadas ao acaso e analisadas como sendo do mesmo lote.

Para avaliar a perda de vitamina C durante o armazenamento, foram coletadas amostras de polpas congeladas de acerola, na própria embalagem em que são comercializadas, das marcas A (embalagem de filme plástico contendo 100 gramas) e B (embalagem de filme plástico contendo 250 gramas). As polpas da marca A foram adquiridas em supermercado e

as polpas da marca B na própria indústria. De cada marca, foram coletadas quinze unidades, do mesmo lote e data de fabricação, a fim de realizar cinco medições do teor de vitamina C, ao longo de 90 dias, com três repetições. As polpas de ambas as marcas tinham prazo de validade de 12 meses, sendo que a data de fabricação da polpa da marca A era 4 meses e 15 dias anterior ao início do experimento; enquanto que na marca B, a data de fabricação era 14 dias anterior à data do início do experimento.

As amostras foram transportadas em caixa térmica com gelo para o Setor de Microbiologia/Divisão de Bromatologia e Química do Laboratório Central de Saúde Pública de Roraima (Lacen/RR), onde foram realizadas as análises microbiológicas e, posteriormente, para a Biofábrica/UFRR, onde foram realizadas as análises físico-químicas. Em ambos os locais, as amostras foram mantidas congeladas em freezer horizontal, a cerca de -18°C. As amostras destinadas a avaliar a perda de vitamina C durante o armazenamento foram transportadas em caixa térmica com gelo diretamente para a Biofábrica/UFRR e armazenadas nas condições descritas acima.

### **3.4 Preparo das amostras de polpas de frutas**

O descongelamento das amostras de polpas de frutas foi realizado na embalagem original do produto, em geladeira (2-5°C) por 18 horas. A seguir, as amostras foram homogeneizadas por agitação (IAL, 1985; BRASIL, 2005b; FDA, 2005).

### **3.5 Análises microbiológicas**

A metodologia analítica empregada foi a descrita em Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos (ITAL, 1995) e em Bacteriological Analytical Manual (FDA, 2005). Todos os meios de cultura utilizados eram desidratados e das marcas comerciais Difco e Merck. Os resultados obtidos foram avaliados quanto à sua adequação à Resolução RDC n.º12, de 02/01/2001 – Anvisa (BRASIL, 2001) e Instrução Normativa n.º1, de 07/01/2000 – Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000). A embalagem foi aberta através de tesoura, sendo ambas desinfetadas com algodão embebido em álcool 70%.

#### **3.5.1 Determinação do NMP de coliformes totais e NMP de coliformes termotolerantes**

O método do Número Mais Provável (NMP) é um método estatístico de enumeração baseado na fermentação da lactose e composto por três fases: presuntiva, confirmativa e completa. Esta técnica permite estimar a densidade de organismos viáveis presentes na

amostra e tem por princípio a probabilidade estatística relacionada com a frequência e ocorrência de resultados positivos mais provável em função do número real de microrganismos presentes. A avaliação estimativa do número de células viáveis presentes é obtida por meio de 3 diluições decimais sucessivas e a transferência de alíquotas decimais determinadas de cada diluição em séries de tubos contendo meio de cultura na forma de caldo. A combinação de tubos positivos (produção de gás, devido à fermentação da lactose) das 3 séries de diluição é transposta para tabelas estatísticas para estimar a densidade de microrganismos presentes, incluindo os limites de confiança dos números mais prováveis. A expressão do resultado é feita através do número mais provável que corresponde ao número de tubos positivos da série (BRASIL, 1991/1992; FDA, 2005).

Foram semeadas três séries de 3 tubos contendo caldo lauril sulfato de sódio (Merck) e tubos de fermentação invertidos (Durhan), utilizando-se as seguintes diluições decimais: 0,1 ml, 0,01 ml e 0,001 ml. As diluições foram preparadas pesando-se assepticamente 25 g da amostra e transferindo-se para erlenmeyer contendo 225 ml de água peptonada (Difco) a 0,1% (diluição  $10^{-1}$ ). Após homogeneização, pipetou-se 1 ml desta diluição para tubo de ensaio contendo 9 ml do mesmo diluente. Desse modo, obteve-se a diluição  $10^{-2}$ . Procedeu-se do mesmo modo para obter-se a diluição  $10^{-3}$ . Após semeadura, os tubos foram homogeneizados com cuidado e incubados a 35°C em estufa bacteriológica por 24 a 48 horas. Os tubos positivos, ou seja, com presença de gás nos tubos de Durhan, foram anotados em cada uma das três séries de 3 tubos, com 24 horas e com 48 horas de incubação. Após 48 horas de incubação, os tubos positivos foram repicados para confirmação em caldo verde brilhante bile 2% lactose (Merck); e em caldo EC (Difco), para obtenção do NMP de coliformes termotolerantes. Os tubos contendo caldo verde brilhante foram incubados a 35°C em estufa bacteriológica por 24 a 48 horas e os tubos contendo caldo EC, a 45,5°C em banho-maria com agitação por 24 horas. Os tubos positivos em ambos os meios foram anotados. A combinação de tubos positivos obtida foi transposta para a tabela-padrão do NMP para estimar a densidade de microrganismos presentes.

### **3.5.2 Determinação de *Salmonella sp.*/25g**

Foi utilizada a técnica tradicional de detecção de *Salmonella sp.* em alimentos (método cultural clássico), desenvolvida com o objetivo de garantir a detecção mesmo em situações extremamente desfavoráveis, como alimentos com uma flora competitiva superior a população de *Salmonella sp.*, alimentos em que as células de *Salmonella sp.* estejam em um

número reduzido, alimentos em que as células se encontrem injuriadas pelo processo de beneficiamento (tratamento térmico, congelamento, secagem, por exemplo).

Inicialmente, foi feita uma mistura de alíquotas de 25 g de cada uma das 5 repetições que compunham a amostragem de cada marca, formando a amostra composta. Este procedimento foi realizado respeitando-se a proporção peso/volume, ou seja, uma parte em peso da amostra para 10 partes em volume do meio de cultura em caldo (diluição 1:10), empregando-se a seguinte proporção: 125 g de amostra (25 g de cada repetição) em 1125 ml de meio de cultura. As alíquotas foram pesadas assepticamente, transferidas para erlenmeyer contendo o caldo de pré-enriquecimento (caldo lactosado simples, marca Difco) e homogeneizadas através de agitação. O frasco foi então incubado a 35°C em estufa bacteriológica por 18 a 24 horas com a tampa ligeiramente afrouxada. Esta etapa, denominada pré-enriquecimento em caldo não seletivo, tem por finalidade a recuperação de células injuriadas, através da incubação da amostra em condições não seletivas.

Em seguida, o frasco com o caldo de pré-enriquecimento foi agitado delicadamente, sendo então transferidos 1 ml do conteúdo deste para tubo de ensaio contendo 10 ml de caldo tetracionato (Difco) e 1 ml para tubo de ensaio contendo 10 ml de caldo selenito cistina (Difco). Ambos os caldos foram incubados a 35°C em estufa bacteriológica por 24 horas. Esta etapa é denominada enriquecimento em caldo seletivo e tem como objetivo inibir a multiplicação da microbiota acompanhante e promover o aumento do número de células de *Salmonella sp.* A amostra pré-enriquecida é incubada por 18 a 24 horas em dois diferentes caldos seletivos (meios de enriquecimento) porque a resistência de *Salmonella sp.* aos agentes seletivos é variável entre as cepas.

A etapa seguinte é o plaqueamento seletivo diferencial, que objetiva promover o crescimento de colônias de *Salmonella sp.* com características típicas que as diferenciem dos competidores, para posterior confirmação sorológica e bioquímica. Os tubos de enriquecimento seletivo foram agitados e foi estriada uma alçada de cada caldo em placas de ágar entérico de Hectoen (Merck); ágar bismuto sulfito (Merck) e ágar xilose lisina dexosicolato (Merck). As placas invertidas foram incubadas a 35°C em estufa bacteriológica por 24 horas e, após este período, foi verificado se havia desenvolvimento de colônias típicas de *Salmonella sp.*:

- Ágar Hectoen (HE): colônias negras ou verde-azuladas com ou sem centro negro;
- Ágar bismuto sulfito (BS): colônias marrons, cinzas ou pretas, com ou sem brilho metálico;

- Ágar xilose lisina desoxicolato (XLD): colônias cor de rosa escuro ou vermelhas transparentes, com ou sem centro negro.

A fase de confirmação tem por finalidade verificar se as colônias típicas obtidas nas placas são realmente colônias de *Salmonella sp.*, por meio de provas bioquímicas e sorológicas. Para a triagem bioquímica, o crescimento foi inoculado em ágar tríplice açúcar ferro (Merck), com o auxílio de uma agulha bacteriológica, perfurando a base em profundidade e realizando movimentos de estrias na superfície. Sem flambar a agulha, foi perfurada a base do ágar lisina ferro (Merck), duas vezes, em diferentes locais, e deslizada a agulha pelo centro da superfície do ágar. Ambos os tubos foram incubados a 35°C em estufa bacteriológica durante 24±2 horas. As culturas de *Salmonella sp.* apresentaram o seguinte aspecto:

- Ágar tríplice açúcar ferro (TSI): superfície alcalina (vermelha) e base ácida (amarela) com ou sem produção de gás e/ou H<sub>2</sub>S (escurecimento do meio);

- Ágar lisina ferro(LIA): reação alcalina (roxo) na base do tubo com ou sem produção de gás e/ou H<sub>2</sub>S (escurecimento do meio).

Através de uma alça bacteriológica, foram repicadas, a partir do ágar tríplice açúcar ferro, as culturas com aspecto característico para tubos de ensaio contendo:

- Caldo uréia (Merck) - teste de urease: foi transferida uma alçada com inóculo pesado, incubada a 35°C em estufa bacteriológica durante 24±2 horas, juntamente com um tubo contendo o meio não semeado, para controle. As culturas de *Salmonella sp.* são urease negativas e, portanto, não causam modificação na cor do meio;

- Caldo triptona 1% (Difco) - teste de indol: foi transferida uma alçada com inóculo leve e incubado a 35°C em estufa bacteriológica durante 24 horas. Da cultura em caldo triptona, foi transferida uma alçada com inóculo leve para tubo de ensaio contendo caldo malonato modificado (teste de malonato). O caldo triptona restante foi utilizado para a realização do teste de indol, através da adição de 0,3 ml do reagente de Kovacs e leve agitação. O desenvolvimento de um anel vermelho-violeta na superfície do meio de cultura indica teste positivo; se o anel permanece amarelado, da cor do reagente de Kovacs, o teste é considerado negativo. O desenvolvimento de vários tons entre vermelho e rosa indica teste indeterminado. As cepas de *Salmonella sp.* são indol negativas;

- Caldo vermelho de fenol (Merck) suplementado com 0,5% de dulcitol: foi transferida uma alçada com inóculo pesado, com posterior incubação a 35°C em estufa bacteriológica por 48 horas, com a tampa ligeiramente afrouxada. Após este período, foi observada a ocorrência de viragem ácida do indicador, alterando a cor do meio de

avermelhada para amarela (teste positivo). Viragem alcalina do indicador (de avermelhado para rosa escuro) ou não alteração da cor do meio indica teste negativo. A maioria das cepas de *Salmonella sp.* fermenta o dulcitol;

- Caldo vermelho de fenol suplementado com 1% de lactose ou sacarose: foi seguido o mesmo procedimento descrito para o teste de fermentação do dulcitol, substituindo-o por 1% de lactose ou sacarose. A maioria das cepas de *Salmonella sp.* não fermenta a lactose e a sacarose;

- Ágar citrato de Simmons (Merck) inclinado: com uma agulha de inoculação, foi transferido um inóculo leve da cultura, picando o fundo e estriando a rampa. O tubo foi então incubado a 35°C em estufa bacteriológica por 96 horas. Após este período, observou-se se havia crescimento com viragem alcalina do indicador, alterando a cor do meio de verde para azul (teste positivo); ou se a cor do meio se mantinha inalterada (teste negativo). A maioria das cepas de *Salmonella sp.* é citrato positiva.

Para realização de sorologia, as culturas características foram repicadas, a partir do ágar TSI, para tubos de ensaio contendo ágar nutriente (Merck) e incubadas a 35°C em estufa bacteriológica durante 24±2 horas e então submetidas à prova sorológica, do seguinte modo:

- foram marcados dois quadrados de aproximadamente 1,5 – 2,0 cm<sup>2</sup> em uma lâmina de vidro limpa e desengordurada com álcool;

- a partir do ágar nutriente, foi transferida uma alçada para cada um dos quadrados demarcados e então adicionada uma gota de solução salina fisiológica estéril a cada um dos quadrados, com emulsificação posterior da cultura;

- sobre um dos quadrados, foi adicionada uma gota de anti-soro somático polivalente anti-*Salmonella sp.*, com posterior emulsificação. A lâmina foi movimentada continuamente por 2 minutos, com delicados movimentos de inclinação e rotação;

- a formação de grumos apenas no quadrado que contém o anti-soro somático polivalente caracterizava resultado positivo. A formação de grumos no quadrado que não contém o soro (controle negativo) indicava que a cultura era auto-aglutinável e não podia ser caracterizada como positiva;

- foi realizado em paralelo a aglutinação em lâmina com cepa de referência.

### 3.5.3 Contagem de bolores e leveduras

Foi realizada pelo método da contagem-padrão em placas (CPP) denominada semeadura em profundidade (técnica do *pour plate*), a qual permite a visualização de colônias

e a contagem de unidades formadoras de colônias (UFC) presentes na amostra sob análise. A aplicação do método é possível através do uso de diluições seriadas (BRASIL, 1991/1992).

Foram empregadas as seguintes diluições decimais: 0,01 ml, 0,001 ml e 0,0001, as quais foram preparadas conforme descrito em 3.5.1 e foram transferidos assepticamente 1 ml de cada diluição para placas de Petri estéreis devidamente identificadas, em duplicata. A cada placa foram adicionados cerca de 13 ml de ágar batata (Difco) previamente fundido e mantido a 45°C. Após homogeneização cuidadosa, as placas foram incubadas invertidas entre 22 e 25°C em estufa bacteriológica por 72 horas. Foram selecionadas as placas que continham de 10 a 150 colônias, contadas em contador de colônias do tipo Quebec.

#### **3.5.4 Contagem de bactérias heterotróficas**

Foi efetuada através método da contagem-padrão em placas (CPP) denominada semeadura em profundidade (técnica do *pour plate*) e uso de diluições seriadas. Para este ensaio, foram empregadas somente duas repetições.

Foram utilizadas as seguintes diluições decimais: 0,01 ml e 0,001 ml, que foram preparadas conforme descrito em 3.5.1 e transferidos assepticamente 1 ml de cada diluição para placas de Petri estéreis devidamente identificadas, em triplicata. A cada placa foram adicionados cerca de 13 ml de ágar tripticase de soja (Difco) a 20%, previamente fundido e mantido a 45°C. Após homogeneização cuidadosa, as placas foram incubadas invertidas a 35°C em estufa bacteriológica por 72 horas. Foram selecionadas as placas que continham de 10 a 150 colônias, contadas em contador de colônias do tipo Quebec em 24, 48 e 72 horas.

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas foram avaliados quanto à adequação à legislação vigente: Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001 – Anvisa (BRASIL, 2001) e Instrução Normativa n. 1, de 07 de janeiro de 2000 – Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000).

#### **3.6 Análises físico-químicas**

A determinação de sólidos solúveis totais (TSS) foi realizada através da metodologia descrita em Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz - Métodos Químicos e Físicos para a Análise de Alimentos (IAL, 1985) e as demais determinações, através da metodologia constante em Métodos Físico-Químicos para Análise de Alimentos (BRASIL, 2005b).

### 3.6.1 Determinação de sólidos solúveis totais (TSS)

Foram transferidas de 1 a 2 gotas da amostra para o prisma de um refratômetro de mesa, desprezando-se partículas grandes de polpa. Os graus Brix (°Brix) foram lidos na escala do aparelho.

### 3.6.2 Determinação eletrométrica do pH

Foi realizada em potenciômetro digital calibrado com soluções tampão de pH 4,01 e 6,86 de acordo com as instruções do manual do fabricante.

Foram medidos 10 ml da amostra e transferidos para frasco erlenmeyer, adicionando-se 100 ml de água destilada. O conteúdo do frasco foi agitado até que as partículas ficassem uniformemente suspensas, sendo o pH determinado imediatamente.

### 3.6.3 Determinação da acidez titulável

Foram medidos 10 ml da amostra e transferidos para frasco erlenmeyer, adicionando-se 50 ml água destilada e 2 a 4 gotas da solução fenolftaleína a 1%; então titulou-se com solução de hidróxido de sódio 0,1 M, até coloração rósea.

A acidez em solução molar por cento v/m foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\frac{V \times f \times 100}{P \times c} = \text{acidez em solução molar \% v/m}$$

V= volume em mililitros da solução de hidróxido de sódio 0,1M gasto na titulação;  
f= fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 M;  
P= volume em mililitros da amostra usados na titulação;  
c= 10 (correção para solução de NaOH 1 M)

### 3.6.4 Determinação da acidez em ácido cítrico

A acidez em ácido cítrico foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\frac{V \times f \times M \times PM}{10 \times P \times n} = \text{g de ácido cítrico \% m/v}$$

V= volume em mililitros da solução de hidróxido de sódio 0,1M gasto na titulação;  
f= fator da solução de hidróxido de sódio 0,1 M;  
M= molaridade da solução de hidróxido de sódio;  
PM= peso molecular do ácido cítrico (192 g);

P= volume em mililitros da amostra usados na titulação;

n= número de hidrogênios ionizáveis (3)

### 3.6.5 Determinação da relação °Brix/acidez total

A relação °Brix/acidez total foi calculada através da seguinte fórmula:

$$\frac{\text{°Brix}}{\text{Acidez em ácido cítrico}} = \text{Relação °Brix/acidez total}$$

### 3.6.6 Determinação do teor de vitamina C

Foram medidos 5 ml da amostra e transferidos para frasco erlenmeyer, adicionando-se 50 ml de água destilada, 10 ml de solução de ácido sulfúrico a 20% v/v, 1 ml de solução de iodeto de potássio a 10% m/v e 1 ml de solução de amido a 1% m/v. Após agitação, titulou-se com solução de iodato de potássio 0,002 M até coloração azul.

O teor de vitamina C por cento m/m foi calculado através da seguinte fórmula:

$$\frac{100 \times V \times F}{P} = \text{mg de vitamina C \% m/m}$$

V= volume em mililitros de iodato de potássio 0,002 M gastos na titulação;

F= 0,8806 (1ml de iodato de potássio 0,002 M equivale a 0,8806 mg de ácido ascórbico);

P= massa em gramas ou volume em mililitros da amostra usado na titulação

### 3.6.7 Determinação de glicídios redutores, em glicose

Foram pesadas de 2 a 5 gramas da amostra e transferidas para balão volumétrico de 100 ml, completando-se o volume com água destilada e agitando-se o balão. Quando necessário, o conteúdo do balão foi filtrado em papel de filtro seco e recebido em frasco erlenmeyer. O conteúdo do balão ou, em alguns casos, o filtrado, foi transferido para bureta. Em um balão de fundo chato foram colocadas, com o auxílio de pipetas, cada uma das soluções de Fehling A e B e 40 ml de água destilada. O balão foi aquecido até a ebulição (em forno microondas) e foi então adicionada, às gotas, a solução da bureta sobre a solução do balão em ebulição, com agitação contínua, até que esta solução passasse de azul a incolor, com um resíduo vermelho de  $\text{Cu}_2\text{O}$  (óxido cuproso) no fundo do balão.

O percentual de glicídios redutores em glicose foi calculado através da seguinte fórmula:

$$\frac{100 \times A \times a}{P \times V} = \text{glicídios redutores em glicose, por cento, m/m}$$

A= volume em mililitros da solução de P gramas da amostra;

a = massa em gramas de glicose correspondente a 10 ml das soluções de Fehling;

P= massa da amostra em gramas;

V= volume em mililitros da solução da amostra gasto na titulação.

Para este ensaio, foram analisadas apenas as polpas dos sabores acerola e maracujá, num total de 30 amostras (2 sabores x 5 marcas x 3 repetições).

Os resultados encontrados nas análises físico-químicas foram avaliados quanto à adequação aos Padrões de Identidade e Qualidade (PIQs) de cada polpa de fruta, estabelecidos pela Instrução Normativa n. 1, de 07 de janeiro de 2000 – Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000).

### **3.7 Avaliação da perda de vitamina C**

O teor de vitamina C foi determinado antes do início da armazenagem (logo após a coleta), correspondendo ao dia 1; e nos dias 15, 30, 45 e 90; de acordo com a técnica descrita no item 3.6.6 (BRASIL, 2005b). Para a polpa da marca A, o dia 1 correspondia a 4 meses e 15 dias de fabricação das amostras; enquanto que, para a polpa da marca B, o dia 1 correspondia a 14 dias de fabricação. A perda de vitamina C durante o armazenamento foi quantificada em percentual cumulativo.

### **3.8 Tratamento estatístico dos dados**

Os dados resultantes das análises físico-químicas foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), no Experimento Fatorial 5x4, em Delineamento Inteiramente Casualizado (DIC), sendo analisadas cinco marcas de polpas de frutas e quatro diferentes sabores, em três repetições. Quando constatada significância pelo teste F, as médias foram comparadas pelo teste Tukey, ao nível de 1% de probabilidade.

A relação entre o percentual de amostras contaminadas na análise microbiológica e parâmetros físico-químicos foi analisada através do coeficiente de correlação de Pearson, entre as seguintes variáveis: percentual de amostras contaminadas, pH, acidez em solução molar e acidez em ácido cítrico.

As análises estatísticas foram efetuadas utilizando-se o Programa GENES (CRUZ, 2001).

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 Avaliação do processo produtivo**

As informações colhidas através da visita técnica e aplicação da lista de verificação nas empresas produtoras das marcas B, C, D e E encontram-se resumidas no apêndice D.

#### **4.1.1 Documentos de autorização para funcionamento**

Quanto à documentação de autorização para funcionamento da indústria, 50% das empresas visitadas não possuíam registro na Delegacia Federal de Agricultura (DFA), 25% possuíam e 25% encontravam-se em fase de renovação do registro. O fato de existirem fábricas funcionando irregularmente é um obstáculo para a expansão do setor, uma vez que a qualidade das polpas de frutas produzidas localmente passa a ser duvidosa pelo não atendimento a esta premissa básica.

Entre as indústrias avaliadas, somente as duas (50%) que estavam legalmente aptas para funcionar possuíam responsável técnico. A responsabilidade técnica em estabelecimentos relacionados à área de alimentos é prevista na legislação vigente no país, uma vez que este profissional possui conhecimentos acerca do sistema APPCC (Análises de Perigos e Pontos Críticos de Controle), da ecologia de microrganismos patogênicos e deterioradores, de toxicologia alimentar, de planos de amostragem, entre outros. Deste modo, a importância de responsável técnico na industrialização de polpas de frutas é indiscutível, pois este profissional possui competência para elaborar as Boas Práticas de Fabricação; aprovar ou rejeitar matérias-primas, insumos, produtos, procedimentos, equipamentos e utensílios; avaliar registros de produção e controle, a fim de assegurar que não foram cometidas falhas e, se essas ocorrerem, providenciar a correção e investigação das causas; supervisionar o processo produtivo para garantir o seguimento dos métodos de produção estabelecidos nas Boas Práticas de Fabricação; adotar métodos de controle de qualidade adequados, bem como procedimentos a serem seguidos no fluxo produtivo que garantam a identidade e qualidade do produto; adotar o método APPCC para a garantia da qualidade do produto (BRASIL, 1993; 1997a; 1997b; 2002). Além de acarretar prejuízos devido à falta de controle do processo produtivo, a ausência de responsável técnico em 50% das indústrias visitadas é preocupante do ponto de vista da saúde pública, pois não há garantia de segurança nas polpas produzidas.

#### 4.1.2 Instalações e edificação

Das quatro indústrias visitadas, três se localizavam no perímetro urbano do município de Boa Vista e uma delas em uma localidade fora do perímetro urbano do município.

A capacidade de produção diária das indústrias analisadas era bastante variável: de 250 kg até 800 kg diários, sendo que uma das indústrias não sabia informar o seu rendimento máximo diário.

Todas as empresas visitadas estavam instaladas em prédios adaptados, ou seja, locais que não foram construídos especialmente para este fim. Apenas em uma (25%) o prédio era ocupado exclusivamente com as instalações industriais; enquanto que outra dividia suas instalações com a residência do proprietário e as demais (50%) se localizavam em feira. Estas condições de ocupação são similares às constatadas por Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) que, ao avaliar empresas produtoras de polpas de frutas nos estados da região Nordeste, verificaram que espaços de residências familiares eram aproveitados para unidades de produção.

Quanto ao acesso às instalações industriais, este era direto e independente em 50% das empresas visitadas. Nenhuma das indústrias apresentava suas instalações livres de focos de insalubridade e apenas uma (25%) apresentava layout adequado (ordenado, linear e sem cruzamento), com fluxo produtivo que evita a contaminação cruzada e proteção física contra pragas e insetos. Segundo a legislação, a indústria deve ter suas instalações livres de focos de insalubridade, o layout e o fluxo de produção devem evitar contaminações cruzadas e permitir limpeza fácil e adequada, com proteção física contra insetos, roedores e pragas (BRASIL, 1997a; 1997b). A existência de telas nas janelas e portas é importante para proteger os alimentos, pois estas impedem a entrada de insetos, roedores e outros, diminuindo a probabilidade de contaminação (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Em trabalho efetuado em Maringá (PR), os autores observaram que 47% dos estabelecimentos comerciais de manipulação de alimentos analisados apresentaram ausência ou má conservação das telas (VEIGA et al., 2006).

As fábricas localizadas em feira (50%) estavam instaladas em boxes e não possuíam paredes e divisórias; o espaço de cada produtor era delimitado apenas por equipamentos e utensílios (figura 2). Nestas indústrias, a cobertura era de telha de amianto e o piso era de cimento grosso e sem inclinação. Para as demais indústrias visitadas, foi observado que uma (25%) possuía paredes e divisórias em PVC (policloreto de vinila) e outra apresentava estas

estruturas em alvenaria, pintadas com tinta a óleo; entre estas, todas possuíam forros em PVC e piso de cerâmica, porém em apenas uma delas havia inclinação suficiente para o escoamento das águas. Desse modo, observa-se que as indústrias avaliadas não apresentavam instalações de acordo com a legislação, pois esta recomenda que as paredes sejam lisas, sem fendas, fáceis de lavar e desinfetar; os tetos ou forros devem impedir o acúmulo de sujidades e devem ser fáceis de lavar; e os pisos devem ser impermeáveis, de fácil limpeza e desinfecção, não devem apresentar rachaduras e não devem permitir o acúmulo de líquido (BRASIL, 1997a; 1997b).



Figura 2 – Vista geral da área de produção de polpas de frutas em feira.

Em relação às fábricas instaladas em feira, a situação era ainda mais grave, pois a estrutura física e a localização (figura 3) destas era totalmente inadequada, propiciando que o produto sofresse contaminações de diferentes naturezas.

O estado de conservação das instalações (paredes, divisórias, pisos, ralos, canaletas, tetos, portas, janelas, telas) foi também objeto de avaliação e, em apenas uma das fábricas (25%), foi considerado razoável. Nas demais, as instalações foram consideradas em mau estado de conservação, sendo este resultado condizente com outras avaliações realizadas em estabelecimentos produtores e comercializadores de alimentos no país. Segundo estudo efetuado por Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) em indústrias produtoras de polpas de frutas nos estados da região Nordeste, as condições de pisos, janelas e forros das empresas avaliadas

não estavam dentro das normas previstas para agroindústrias de alimentos. Em pesquisa realizada em estabelecimentos comerciais de manipulação de alimentos em Maringá (PR), Veiga et al. (2006) verificaram que 97% destes apresentavam precárias condições de conservação.



Figura 3 – Vista geral da área de produção e comercialização de polpas de frutas em feira.

Em relação à iluminação e instalações elétricas, 50% das fábricas foram consideradas satisfatórias e de acordo com a legislação (BRASIL, 1997a; 1997b). Quanto à ventilação, 50% delas apresentavam ventilação adequada; porém, para as fábricas instaladas em boxes de feira, este item não foi avaliado, uma vez que estas indústrias eram cobertas, mas não possuíam paredes e divisórias.

Nenhuma das empresas avaliadas possuía pia exclusiva para higienização das mãos na área de produção; resultado análogo ao obtido por Veiga et al. (2006) em estabelecimentos comerciais de manipulação de alimentos do município de Maringá (PR). Este aspecto é importante, uma vez que as pessoas que trabalham em áreas de manipulação de alimentos devem lavar as mãos frequentemente (BRASIL, 1997a; 1997b).

O hábito da lavagem das mãos proporciona maior segurança em relação à contaminação dos alimentos, uma vez que o manipulador é o principal agente disseminador de microrganismos. Este fato pode ser comprovado através de estudo das condições de manuseio de caldos de cana comercializados em São Carlos (SP), no qual foram detectados coliformes termotolerantes nas mãos de 37% dos manipuladores, com contagens de organismos heterotróficos atingindo valores de até  $2,0 \times 10^3$  UFC/mão e presença de

*Escherichia coli* em uma amostra (OLIVEIRA et al., 2006). Por sua vez, Bastos et al. (2002) em avaliação microbiológica das mãos de manipuladores de polpas de frutas congeladas verificaram a ausência de coliformes fecais em 100% das amostras analisadas; contudo, observaram a presença de *Staphylococcus aureus* em 6% das amostras.

Todas as indústrias possuíam sanitários, mas em apenas uma delas estes eram de uso exclusivo dos funcionários. Nas demais, os sanitários eram compartilhados: em uma das fábricas, localizava-se na residência anexa às instalações industriais; e, nas fábricas instaladas em feira, os sanitários disponíveis eram de uso coletivo de todas as pessoas que circulavam na feira. Quanto à existência de vestiários, apenas uma das empresas possuía essa dependência. Segundo a legislação, os estabelecimentos devem dispor de vestiários e banheiros convenientemente situados (BRASIL, 1997a; 1997b). No caso das indústrias em que estes aspectos não se enquadravam nas recomendações, a possibilidade de contaminações é maior, uma vez que, além de os sanitários localizarem-se em local inapropriado, não havia pia para higienização das mãos na área de produção.

A maioria (75%) das indústrias tinha o seu lixo recolhido através da coleta pública e uma delas, por situar-se fora do perímetro urbano, desprezava-o em um depósito próprio. Quanto ao destino dos resíduos da industrialização, uma indústria utilizava-os como fertilizante, duas (50%) comercializavam-os com fabricantes de rações e uma (25%) descartava-os diretamente no lixo.

Em relação à rede de esgoto, 50% das indústrias possuíam fossa séptica e igual percentual lançava seus dejetos na rede pública. O sistema de eliminação desses efluentes deve ser mantido em bom estado de funcionamento (BRASIL, 1997a; 1997b); contudo, este aspecto não foi avaliado no presente estudo.

A maior parte das indústrias (75%) era abastecida por água tratada proveniente da rede pública e uma obtinha a água de poço artesiano, tratando-na posteriormente através de um clorador. Apenas uma indústria não possuía caixa d'água, sendo que as situadas na feira utilizavam a caixa d'água central daquele local. As empresas analisadas estavam de acordo com o preconizado na legislação, pois eram abastecidas com água potável. Contudo, não era realizado o controle da potabilidade da água conforme recomendado (BRASIL, 1997a; 1997b), o que é preocupante principalmente para a indústria que utilizava a água de poço artesiano. Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) ao avaliar a agroindústria de polpa de fruta nos estados da região Nordeste, constataram que 60% das fábricas estudadas utilizavam a água da rede pública; as demais eram supridas por água mineral ou abastecimento próprio (poços artesanais, fontes, serras), após sofrer processo de filtração e tratamento específico. Em

estudo do cenário tecnológico de processamento de polpas de frutas congeladas no estado da Paraíba, foi verificado que a água utilizada nas fábricas avaliadas era proveniente de poços artesianos em 71,42% dos casos, sendo clorada posteriormente; contudo, de modo semelhante ao observado no presente trabalho, a concentração de cloro utilizada neste processo não era conhecida, o que pode levar à presença de resíduos de cloro ou à não eliminação dos contaminantes (BASTOS et al., 1999b).

Nenhuma das indústrias avaliadas realizava controle de pragas, o que estava em desacordo com a legislação vigente, uma vez que estas podem contaminar os alimentos direta ou indiretamente, constituindo-se em vetores de inúmeras doenças. O controle integrado de pragas, ao incorporar ações preventivas e corretivas para impedir a atração, o abrigo, o acesso e a proliferação destas, é um aspecto de fundamental importância para a segurança do alimento (BRASIL, 2002). Para as fábricas instaladas em feira, a atração e proliferação de pragas são favorecidas, devido à natureza dos produtos comercializados, além da inadequação da estrutura física.

#### 4.1.3 Equipamentos e utensílios

Em 50% das indústrias avaliadas, os equipamentos e utensílios eram de aço inoxidável e as superfícies eram lisas, impermeáveis, resistentes, não absorventes e de fácil higienização (figura 4).



Figura 4 - Área de produção de polpas de frutas.

Em apenas uma (25%) delas, os equipamentos e utensílios encontravam-se em bom estado de funcionamento e higienização e distantes do piso, de paredes ou de outros equipamentos, a fim de facilitar a operação de limpeza. Em todas as empresas, os equipamentos e utensílios encontravam-se em número suficiente; entretanto, em nenhuma delas era realizada manutenção preventiva. Quanto aos utensílios de limpeza, em todas as fábricas estes eram de uso exclusivo para este fim.

#### **4.1.4 Higiene do estabelecimento**

Em nenhuma das fábricas avaliadas os procedimentos de higienização estavam escritos e disponíveis; resultado similar ao obtido por Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) em avaliação de empresas produtoras de polpas de frutas nos estados da região Nordeste; entretanto, em todas, a higienização era realizada imediatamente após o uso.

Quanto aos passos da higienização, observou-se que: 100% das indústrias avaliadas realizavam a pré-lavagem; 75% delas aplicavam detergentes; 100% realizavam a lavagem final; 75% efetuavam a etapa de desinfecção com compostos clorados (água sanitária); porém, a concentração de cloro e o tempo de contato não eram padronizados e sequer conhecidos em nenhuma das fábricas que utilizavam este agente. Segundo Bastos et al. (1998), a utilização de cloro na sanitização dos equipamentos empregados na produção de polpas de frutas congeladas deve ser realizada através de solução com 200 ppm de cloro ativo, durante 15 minutos de contato. Apenas uma empresa (25%) afirmou que havia treinado os funcionários para os procedimentos de higienização. Para evitar contaminações, o pessoal envolvido no fluxo produtivo deve conhecer estes procedimentos.

Em uma única indústria (25%), os equipamentos e utensílios mostravam-se limpos ao contato visual e tátil e eram guardados de modo que ficassem protegidos de recontaminação (poeira, insetos, etc).

Os produtos de limpeza utilizados eram de uso doméstico, e não industrial, em todas as indústrias visitadas. De acordo com a legislação, os detergentes e desinfetantes devem ser convenientes para a finalidade pretendida e aprovados pelo órgão oficial competente (BRASIL, 1997a; 1997b). Uma vez que os produtos de higienização empregados não eram de uso industrial, não foi avaliado se a utilização destes era feita de maneira correta, ou seja, de acordo com as instruções do fabricante quanto à diluição, tempo de contato e modo de uso/aplicação.

O emprego de produtos de limpeza não específicos para a finalidade aumenta a vulnerabilidade das polpas de frutas produzidas nestes estabelecimentos à contaminação microbiana, devido à ineficiência do agente de limpeza; bem como à contaminação química por resíduos destes agentes. Observou-se, nas indústrias avaliadas, grande deficiência de informações tecnológicas quanto à utilização de cloro e técnicas de sanitização, ou seja, os procedimentos de higienização nestas unidades produtivas eram realizados empiricamente; portanto, não há garantia da sua eficiência, o que repercute negativamente na qualidade das polpas de frutas produzidas. Segundo dados de estudo realizado por Veiga et al. (2006) em Maringá (PR), 35% dos estabelecimentos comerciais de manipulação de alimentos analisados não encontravam-se em boas condições de organização, limpeza e higienização.

#### **4.1.5 Manipuladores**

Em nenhuma das empresas avaliadas os manipuladores haviam recebido treinamento sobre higiene pessoal, segurança de alimentos e boas práticas. Uma vez que os manipuladores de alimentos têm um papel fundamental na prevenção de doenças de origem alimentar, a legislação preconiza que todos estes funcionários recebam instruções adequadas e contínuas em higiene pessoal e sanitária, visando adotar precauções que evitem a contaminação dos alimentos, o que não estava sendo cumprido pelas indústrias em questão. Em estudo realizado com indústrias produtoras de polpas de frutas nos estados da região Nordeste, somente os estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Alagoas, Sergipe e Bahia tiveram capacitação de mão-de-obra, a qual foi realizada por órgãos governamentais (BASTOS; FEITOSA; OLIVEIRA, 1999a). De acordo com os resultados de questionário aplicado a manipuladores em estudo de avaliação microbiológica e de condições de manuseio de caldo de cana comercializado em São Carlos (SP), 57% dos manipuladores não conheciam a importância da higienização de equipamentos e utensílios na prevenção de doenças transmitidas por alimentos e 62% destes trabalhadores não adotavam quaisquer práticas higiênico-sanitárias na manipulação de alimentos (OLIVEIRA et al., 2006).

Em 50% das indústrias, correspondentes às marcas B e C, eram realizados exames médicos e laboratoriais por ocasião da renovação da carteira de saúde. Nas demais, por não terem documentação de autorização para funcionamento, os funcionários não possuíam carteira de saúde e nem eram submetidos a qualquer exame. As pessoas que mantêm contato com alimentos devem ser submetidas a exames médicos e laboratoriais que avaliem sua condição de saúde antes do início de sua atividade e/ou periodicamente após o início desta.

Estes exames também devem ser feitos em ocasiões em que houver indicação, devido a razões clínicas ou epidemiológicas (BRASIL, 1997a; 1997b). Inúmeros casos de toxinfecção alimentar ocorrem devido à contaminação dos alimentos pelos manipuladores (VEIGA et al., 2006), uma vez que o estado de saúde destes, juntamente com as suas práticas higiênicas, têm influência direta na qualidade final do produto.

Os artigos pessoais dos funcionários eram mantidos afastados da área de produção em 50% das indústrias. O restante das empresas estava em desacordo com a legislação, pois esta recomenda que não devem ser guardados artigos pessoais na área de manipulação de alimentos, devido ao risco de contaminação do produto.

A aparência geral (pele sem ferimentos ou lesões, cabelos totalmente cobertos, unhas curtas, limpas e sem esmalte, homens sem barba, sem adornos) não era adequada em nenhuma das indústrias. Em apenas uma delas (25%), os manipuladores higienizavam as mãos nos momentos adequados.

Quanto à utilização de EPIs (equipamentos de proteção individual), em todas as indústrias foi observado o uso de algum equipamento, sendo os mais comuns gorro, jaleco, luvas e botas. Entretanto, em nenhuma das fábricas os manipuladores utilizavam todos os EPIs necessários (gorro ou boné, máscara, luvas, macacão, botas, avental), limpos e bem conservados. Estes resultados são condizentes aos obtidos por Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) em pesquisa com funcionários de agroindústrias de polpas de frutas da região Nordeste.

#### **4.1.6 Produção**

Algumas matérias-primas (frutas) utilizadas pelas indústrias visitadas eram oriundas de outros estados da região Norte, principalmente do Amazonas, pois em determinadas épocas do ano o estado de Roraima não as tem disponíveis ou a quantidade ofertada pela produção local é insuficiente. Este fato aplica-se principalmente ao cupuaçu, sendo que muitas vezes este era comprado na forma de polpa pelas indústrias avaliadas, as quais apenas embalavam-na e comercializavam-na como de produção própria; contudo, não realizavam nenhum tipo de controle de qualidade do produto. Quanto ao controle da procedência (origem e transporte adequado) das matérias-primas, apenas 50% das empresas realizavam este procedimento. Ao analisar empresas produtoras de polpas de frutas do Ceará, foi observado que as frutas utilizadas eram provenientes de centrais de abastecimento, o que pode acarretar problemas de qualidade se não for realizada a seleção dos fornecedores (BASTOS et al., 1998). Segundo

Bastos et al. (1999b), em avaliação das condições de produção de polpas de frutas congeladas no estado da Paraíba, 85,7% das empresas estudadas recebiam a matéria-prima de terceiros; enquanto que, em estudo realizado por Maia (2004) em Boa Vista (RR), foi verificado que as frutas destinadas ao processamento de polpas eram distribuídas pelo produtor rural em condições de transporte inadequadas.

Em todas as indústrias a matéria-prima era avaliada visualmente antes do recebimento, com relação a características como grau de maturação, coloração e sabor. Segundo as normas legais, o responsável técnico deve dispor de padrões de identidade e qualidade da matéria-prima, a fim de controlar os contaminantes passíveis de serem reduzidos a níveis aceitáveis através dos métodos de produção empregados (BRASIL, 1997a; 1997b). A área de recepção de matéria-prima de uma das indústrias avaliadas pode ser observada na figura 5.



Figura 5 - Área de recepção de matéria-prima.

As frutas que não eram utilizadas imediatamente após sua chegada à indústria eram armazenadas em câmara fria em 100% das empresas (figura 6), sendo que as fábricas instaladas em feira (50% das indústrias analisadas) utilizavam caixas de isopor e freezer para esta finalidade. Somente uma (25%) indústria monitorava a temperatura do armazenamento, através de termômetro; contudo, este controle não era registrado. A legislação preconiza a manutenção de registros das operações das diferentes etapas da produção. A situação observada neste estudo é melhor do que a verificada em pesquisa efetuada em indústrias de

polpas de frutas dos estados da região Nordeste, onde 66,8% dos produtores avaliados não possuíam câmaras para armazenamento da matéria-prima, a qual ficava exposta à temperatura ambiente por até 24 horas (BASTOS; FEITOSA; OLIVEIRA, 1999a).

Os prazos de validade da matéria-prima só eram controlados por uma (25%) das indústrias estudadas, o que indica que, nas demais fábricas, havia a possibilidade de utilização de matéria prima com prazo de validade expirado, influenciando na qualidade e vida útil do produto final.



Figura 6 - Armazenamento de matéria-prima (acerola).

Quanto às etapas do fluxo de produção, 100% das empresas realizavam a pesagem na recepção da matéria-prima. Na pré-seleção, a separação dos frutos maduros e descarte dos frutos impróprios era efetuada em 100% das indústrias. Uma vez que geralmente os produtores de frutas priorizam o mercado de consumo *in natura*, destinando, na maioria das vezes, as frutas de qualidade inferior às unidades de processamento de polpa, a seleção da matéria-prima é um procedimento indispensável. Em estudo realizado nos estados que compõem a região Nordeste, foi constatado que 79,1% das indústrias avaliadas compravam as frutas de atravessadores e/ou centrais de abastecimento, acarretando perdas de 20% a 30% no momento da seleção. Naquelas indústrias, esta etapa era realizada de forma manual, através da verificação de características gerais e, em alguns casos, análise de sólidos solúveis e pH (BASTOS; FEITOSA; OLIVEIRA, 1999a). No estado da Paraíba, a seleção dos frutos era realizada por todos os produtores de indústrias processadoras de polpas de fruta entrevistados,

sendo que nenhum deles efetuava análises laboratoriais para complementar esta etapa (BASTOS et al., 1999b). Segundo Maia (2004), em avaliação do processamento de polpas de frutas em Boa Vista (RR), as frutas que chegavam às fábricas instaladas em feira, especialmente o açaí e o buriti, não eram submetidas à seleção.

A pré-lavagem e a lavagem das frutas com água clorada eram realizadas por somente uma (25%) indústria, a qual efetuava esta operação através da imersão das frutas em um tanque, empregando água sanitária de uso doméstico, na concentração de 1 litro desta para 1000 litros de água, resultando numa concentração final de 25 ppm de cloro, que é adequada para este procedimento. As demais empresas (75%) efetuavam apenas a lavagem. Esta é uma etapa crítica, onde são removidas as sujidades e reduzida a carga microbiana inicial através da sanitização com água clorada (MORORÓ, 2000). Nas indústrias nas quais esta etapa não é realizada adequadamente, vários elementos como resíduos de defensivos agrícolas, poeira e microrganismos podem ser incorporados à polpa durante o descascamento e despulpamento. Em empresas produtoras de polpas de frutas dos estados da região Nordeste avaliadas por Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a), todas utilizavam o hipoclorito de sódio como sanificante básico. Maia (2004), ao analisar as condições de processamento de polpas de frutas em Boa Vista (RR), constatou que as frutas utilizadas pelas fábricas instaladas em feira não eram submetidas à etapa de lavagem, comprometendo a qualidade do produto final.

A seleção, ou seja, a classificação final das frutas quanto à firmeza, maturação, machucaduras e defeitos causados por fatores diversos (fungos, roedores, insetos, etc) era realizada por 100% das indústrias estudadas, o mesmo acontecendo quanto ao descascamento e preparo das frutas, que eram realizados manualmente (figura 7). Apenas uma (25%) indústria informou que, dependendo da fruta, o descascamento era mecanizado. Esta etapa era realizada em recipientes plásticos em 50% das fábricas; nas demais, sobre lonas colocadas no chão ou sobre mesas. O emprego de lonas e a sua colocação no chão não é um procedimento apropriado, pois pode haver contaminação das partes aproveitáveis das frutas.

O transporte para a despulpadeira era realizado através de baldes em 100% dos casos, sendo que somente uma das empresas empregava baldes de aço inoxidável nesta operação; nas demais, os baldes eram de plástico. Todas as fábricas avaliadas eram equipadas com despulpadeira descontínua, isto é, provida de peneira única e efetuando somente a separação de polpas e sementes. Este processo era realizado por prensagem em uma indústria e, nas demais (75%), por processo centrífugo (figura 8).



Figura 7 - Descascamento e preparo do fruto de maracujá

Segundo pesquisa de Maia (2004) em indústrias de polpas de frutas de Boa Vista (RR), as etapas de preparo e despolpa do fruto eram realizados sem observação das condições de manipulação recomendadas, resultados condizentes aos verificados neste estudo.



Figura 8 - Despulpamento por processo centrífugo.

A etapa de acabamento ou refino, que visa melhorar o aspecto visual e a estabilidade física do produto final, era efetuada por 75% das fábricas, as quais realizavam esta operação no mesmo equipamento do despulpamento. Nenhuma das indústrias possui o tanque pulmão ou de equilíbrio, o qual faz o balanço entre a extração e o refino com a bomba dosadora da empacotadeira. O transporte do produto até a máquina de embalar era realizado manualmente, através de recipientes plásticos, em 100% dos casos.

A máquina utilizada para embalar o produto era simples com termo-soldagem em todas as fábricas avaliadas (figura 9), sendo o produto embalado em sacos plásticos com diferentes capacidades em 100% das indústrias, de modo semelhante ao descrito por Maia (2004) em avaliação do processo produtivo de polpas de frutas em Boa Vista (RR). Nas agroindústrias de polpas de frutas dos estados da região Nordeste avaliadas por Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a), as embalagens utilizadas por cerca de 90% eram de polietileno, com capacidade para 100 gramas; na Bahia, as polpas eram também embaladas em tonéis, baldes e sacos de maior capacidade, para fins de terceirização.



Figura 9 – Procedimento de embalagem em máquina simples com termo-soldagem.

Em diagnóstico das condições higiênico-sanitárias de equipamentos usados em fábricas de polpas de frutas congeladas de Fortaleza (CE), Cunha et al. (2000) selecionaram a despolpa e o envase como dois pontos críticos de controle, para os quais a contagem de bactérias aeróbias mesófilas variou de  $<10$  a  $4,7 \times 10^4$  UFC/cm<sup>2</sup> na entrada da despoldadeira; e de  $<10$  a  $9,1 \times 10^4$  UFC/cm<sup>2</sup> na saída deste equipamento. Em relação a envasadora, a contagem destes microrganismos situou-se entre  $<10$  e  $1,2 \times 10^3$  UFC/cm<sup>2</sup>; sendo estes resultados indicativos da necessidade de serem aplicadas medidas efetivas de higiene e sanitização na linha de produção desta classe de produtos. Nas indústrias localizadas em feira avaliadas no presente trabalho, a despolpa e o envase eram realizados no mesmo ambiente, ou seja, em condições que permitiam a contaminação do produto final; resultado similar ao verificado por Maia (2004) em avaliação de fábricas de polpas de frutas de Boa Vista (RR).

O congelamento era realizado em freezer doméstico em 75% das indústrias e apenas uma empregava túnel de congelamento rápido nesta operação. O emprego de freezer doméstico para congelar o produto apresenta limitações devido ao longo tempo requerido para o congelamento completo, desencadeando reações bioquímicas, físicas e microbiológicas que influenciam a qualidade do produto (BASTOS; FEITOSA; OLIVEIRA, 1999a; MORORÓ, 2000). Quanto ao armazenamento, este também era efetuado em freezer doméstico em 75% das fábricas; sendo que somente uma indústria dispunha de câmara frigorífica para esta finalidade, sendo esta a única que armazenava o produto em equipamento exclusivo para este fim. Nas demais (75%), o armazenamento era realizado no mesmo equipamento que o congelamento (figura 10), o que afeta a qualidade do produto, pois aumenta o tempo necessário para o congelamento completo do mesmo.

No fluxo produtivo das empresas avaliadas, a polpa de fruta não era submetida a nenhum outro tratamento visando à inibição de reações químicas e enzimáticas ou a redução de microrganismos que possam levar a perda da qualidade. Portanto, o congelamento deve ser feito o mais rapidamente possível a fim de serem mantidas as características da fruta fresca. O emprego de freezer doméstico apresenta limitações quanto ao tempo exigido para o congelamento, pois o processo é bastante lento (FÁZIO et al., 2006).

Segundo resultados de Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a), o processo utilizado para a conservação da polpa nas empresas dos estados da região Nordeste visitadas era o congelamento; contudo, em 28,5% das empresas do estado da Paraíba era empregada a pasteurização associada ao congelamento. Dentre as indústrias avaliadas naquele estudo, 58% utilizavam o congelamento lento (apenas freezers) e as demais empregavam uma combinação de métodos de congelamento (máquinas hidroalcoólicas ou picoleteiras); para o

armazenamento, cerca de 60% dos fabricantes estudados utilizavam freezers domésticos. Em indústrias de polpas de frutas de Boa Vista (RR), Maia (2004) observou que não havia controle da temperatura durante o congelamento.



Figura 10 - Freezer doméstico utilizado para congelamento e armazenamento.

A partir destas informações, observa-se que o sistema de congelamento da maior parte das indústrias avaliadas não foi projetado e esta operação provavelmente não era eficiente. Além disso, o fato de a maioria das fábricas efetuarem o congelamento e o armazenamento no mesmo equipamento não garante que o produto fique armazenado na temperatura recomendada. No caso da indústria correspondente às polpas da marca B, localizada no perímetro rural, o fornecimento de energia era interrompido eventualmente, comprometendo ainda mais a manutenção da qualidade do produto, principalmente ao se considerar o clima quente do estado.

A distribuição para o comércio era realizada em veículo dotado de câmara fria por uma (25%) das indústrias (marca B). A empresa produtora das polpas da marca C efetuava este procedimento em veículo sem câmara fria, com o produto acondicionado em caixas de isopor, enquanto que a indústria correspondente às polpas da marca E informou que a distribuição para o comércio só era realizada eventualmente e, quando realizada, o meio de transporte usado era motocicleta. A fábrica produtora das polpas da marca D, por sua vez, não

realizava esta operação, uma que suas vendas se concentravam diretamente no consumidor que se desloca até a Feira do Passarão, de modo análogo ao fabricante da marca E.

Em 100% das indústrias avaliadas a temperatura não era abaixada a  $-25^{\circ}\text{C}$  no período que antecede a distribuição. As condições nas quais se realizava a distribuição compromete a qualidade do produto de todos as marcas analisadas, pois não há garantia da manutenção da temperatura a  $-18^{\circ}\text{C}$  durante esta etapa, devido ao tipo de veículo utilizado por 50% dos fabricantes e à não redução da temperatura no período anterior à distribuição. Neste aspecto, as determinações da legislação não estavam sendo cumpridas, pois esta preconiza que o transporte de produtos acabados deve ser efetuado de modo a impedir a proliferação de microrganismos. Os veículos de transporte devem atender às boas práticas de transporte de alimentos; particularmente, os veículos de transporte de alimentos congelados devem possuir instrumentos de controle para verificar a umidade, quando necessário, e a manutenção da temperatura adequada (BRASIL, 1997a; 1997b).

Quanto às condições para ocorrer contaminação cruzada no fluxo produtivo, em 75% das empresas estas condições estavam presentes, principalmente devido ao layout e armazenamento conjunto de matéria-prima e produto final (figura 11), sendo bastante provável que este tipo de contaminação acontecesse.



Figura 11 – Armazenamento conjunto de matéria-prima e produto embalado.

#### 4.1.7 Controles

As análises laboratoriais para verificação da qualidade do produto eram realizadas por apenas um (25%) fabricante. Ainda assim, estas análises eram efetuadas por lote da matéria-prima e não por lote do produto, sendo as amostras coletadas pelos fiscais da Delegacia Federal de Agricultura e enviadas para laboratório daquele órgão em outro estado. Segundo a legislação, deve ser realizada avaliação dos riscos de contaminação do alimento nas diversas etapas da produção, assim como controles de laboratório, a fim de assegurar alimentos aptos para o consumo (BRASIL, 1997a; 1997b). A deficiência observada em relação aos procedimentos de controle de qualidade nas indústrias avaliadas no presente estudo são semelhantes à situação descrita por pesquisadores em outros estados do país. A maior parte das empresas produtoras de polpas de frutas avaliadas em pesquisa efetuada no estado da Paraíba tinha o seu controle de qualidade restrito à matéria-prima e ao produto final, sendo que apenas 42,86% das indústrias coletavam amostras durante o processamento, avaliando o pH, sólidos solúveis, acidez e características sensoriais em laboratório próprio (BASTOS et al., 1999b). Em pesquisa efetuada por Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a), 40% das empresas avaliadas nos estados da região Nordeste do país conferiam apenas qualidades sensoriais (cor e sabor) do produto no momento da despulpa e na maioria das unidades não existia laboratório. A implantação de práticas e sistemas de qualidade é imprescindível para o desenvolvimento deste ramo agroindustrial, visando agregar valor ao produto e promover sua inserção em outros mercados.

Nenhuma das indústrias avaliadas possuía Manual de Boas Práticas, documento cuja existência em estabelecimentos produtores de alimentos é exigida pela legislação (BRASIL, 2002). Quanto ao sistema APPCC, foi observado em visitas preliminares que nenhuma das empresas aplicava-o, motivo pelo qual este item não foi incluído na lista de verificação. O desconhecimento da importância e da necessidade de implantação das BPF e de sistemas de qualidade de modo geral constatados neste estudo também foi observado por pesquisadores em outros estados brasileiros. Em avaliação de indústrias de polpas de frutas do Ceará, Bastos et al. (1998) verificaram que 90% destas desconheciam as normas de Boas Práticas de Fabricação e não realizavam controle do processo produtivo. Por sua vez, em estudo que englobava as empresas produtoras de polpas de frutas de todos estados da região Nordeste, Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) constataram que 40% delas não empregavam as Boas Práticas de Fabricação e, entre os fabricantes do estado de Pernambuco, apenas 23,5% tinham conhecimento de que a implantação deste sistema é uma exigência prevista em legislação. Em

pesquisa que explorava o cenário tecnológico da produção de polpas de frutas congeladas na Paraíba, foi observado que nenhuma das empresas entrevistadas tinha conhecimento da legislação vigente no âmbito do Ministério da Saúde que preconiza a implantação de sistemas de qualidade em indústrias processadoras de alimentos (BASTOS et al., 1999b).

Pelo exposto, verifica-se que as condições de funcionamento da maior parte das indústrias avaliadas eram bastante precárias, exigindo investimentos financeiros e treinamento de pessoal. Os resultados obtidos estão de acordo com pesquisa realizada por Maia (2004) em Boa Vista (RR), que constatou que as etapas do processo produtivo de polpas de frutas das indústrias locais não estavam de acordo com a legislação. Estes resultados são também condizentes com estudo realizado por Veiga et al. (2006) em Maringá (PR), onde os estabelecimentos de manipulação de alimentos avaliados encontravam-se em condições insatisfatórias quanto à limpeza e organização e com pouco conhecimento sobre a adequada manipulação de alimentos.

Quanto à indústria fabricante das polpas de frutas da marca A, que não foi avaliada por localizar-se em outro estado, as embalagens que acondicionavam o produto diferenciavam-se das embalagens das marcas locais por trazer impressa a informação nutricional, que é uma exigência da legislação (BRASIL, 2003) e por apresentar as informações de rotulagem em dois idiomas, além do português. Os cuidados tomados pelo fabricante das polpas de frutas da marca A com relação à embalagem conferem maior segurança em relação ao processo produtivo do fabricante das polpas desta marca.

O baixo grau de conhecimento e informação entre as pessoas que trabalham com alimentos influencia no seu grau de contaminação. Assim, é extremamente necessário que os trabalhadores do setor recebam treinamentos periódicos, sendo esta a principal ferramenta para se obter alimentos seguros, inócuos e ricos sob o ponto de vista nutricional. As condições operacionais, de modo geral, devem ser melhoradas, a fim de atender às exigências mínimas da legislação e expandir o mercado consumidor atual. A implantação de práticas e sistemas de controle de qualidade é imprescindível para agregar valor econômico ao produto, visando o crescimento das empresas locais e sua inserção no mercado. Em contrapartida, as autoridades sanitárias devem tomar providências para a correção das muitas irregularidades encontradas, a começar pelo registro das fábricas que funcionam à margem do sistema legal, ainda que em instalações providas pelo Governo do Estado.

## 4.2 Análises microbiológicas

### 4.2.1 Determinação do NMP de coliformes totais e NMP de coliformes termotolerantes

A Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 – Anvisa (BRASIL, 2001), que aprova o Regulamento Técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, estabelece como tolerância para coliformes termotolerantes em polpas de frutas congeladas, submetidas ou não a tratamento térmico, o valor de  $10^2/g$ . O parâmetro coliformes totais não é empregado, porém este ensaio foi realizado por ser indicativo da qualidade higiênico-sanitária do produto, refletindo as condições da matéria-prima, do ambiente e do pessoal envolvido na produção. Nenhuma das amostras de polpas de frutas analisadas excedeu ao máximo permitido, sendo que o NMP/g variou de <3 a 4 para coliformes totais; para coliformes termotolerantes, foi <3 para 100% das amostras. Portanto, todas os lotes analisados estavam de acordo com a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 – Anvisa (BRASIL, 2001) em relação a este parâmetro.

O fato de não ter sido observado crescimento significativo de bactérias do grupo coliformes nas amostras avaliadas pode ser atribuído à acidez das polpas de frutas, uma vez que essa faixa de pH é mais favorável ao crescimento de bolores e leveduras, em detrimento das bactérias, devido à capacidade dos primeiros desenvolverem-se em pHs baixos. Estes resultados são similares aos obtidos em três estudos efetuados na região de São José do Rio Preto (SP) em que 100% das amostras de polpas de frutas estavam adequadas em relação a estes parâmetros (HOFFMANN et al., 1997; BUENO et al., 2002; FÁZIO et al., 2006), bem como em análise de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista (RR), onde Maia (2004) constatou que todas as amostras estavam de acordo com os padrões para coliformes totais e termotolerantes.

Entretanto, em trabalhos com polpas de frutas realizados por outros pesquisadores, foi observado o desenvolvimento destes microrganismos, ainda que, em muitos casos, num pequeno percentual das amostras: em análise da agroindústria de polpas de frutas de todos os estados da região Nordeste, Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) constataram que, em relação aos coliformes termotolerantes, 98% das amostras atendiam ao padrão para sucos concentrados congelados, uma vez que na época não existia padrão para polpas de frutas. Por sua vez, Feitosa et al. (1999a), em estudo com polpas comercializadas na Paraíba e em Pernambuco, relataram que 18,8% das amostras apresentaram coliformes totais e 2,8% delas, coliformes termotolerantes.

Ao analisar polpas produzidas nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba e Pernambuco, Feitosa et al. (1999b), constataram que 86% das amostras apresentaram coliformes totais entre  $<3$  e 18/g (NMP) e em 14% das amostras os valores variaram de 1,1 a 46/g (NMP). Naquele estudo, a presença de coliformes termotolerantes foi verificada somente em amostras de polpa de caju, em valores de 4 a 23 coliformes termotolerantes/g (NMP). Nascimento et al. (1999) em pesquisa da qualidade microbiológica de polpas de frutas produzidas e comercializadas em São Luís (MA), não verificaram contaminação por coliformes para a polpa de abacaxi, mas, para polpa de acerola, detectaram coliformes termotolerantes em 10% das amostras.

Em pesquisa realizada no estado da Bahia, Leite et al. (2000), ao analisar polpa de goiaba, encontraram resultados que variaram de  $<3,0$  a  $1,1 \times 10^3$  NMP/g para coliformes totais, sendo que 40% das amostras demonstraram ausência destas bactérias; para coliformes termotolerantes, as contagens variaram de  $<3,0$  a  $4,6 \times 10^2$  NMP/g, e, em 40% das amostras, não foi detectada a presença deste grupo de bactérias. Naquele estudo, um elevado percentual (60%) das amostras de polpa de goiaba e 20% das amostras de polpa de maracujá estavam em desacordo com a legislação em vigor na época, que estabelecia o máximo de 1 coliforme termotolerante/g para polpas de frutas. Para o sabor maracujá, os coliformes totais variaram de  $<3,0$  a  $4,3 \times 10^1$  NMP/g, sendo que 70% das amostras apresentaram ausência destes microrganismos; ao passo que, para coliformes termotolerantes, as contagens encontravam-se numa faixa de variação de  $<3,0$  a 9,0 NMP/g e em 80% das amostras, não foi detectada sua presença.

Em estudo efetuado no estado do Ceará, Lima; Martins; Silva (2001) constataram a presença de coliformes totais em 6,9% das amostras analisadas, mas não verificaram a presença de coliformes termotolerantes; enquanto que, em estudo realizado em Teresina (PI), 15% das amostras apresentaram níveis de coliformes termotolerantes acima do padrão (ABREU; NUNES; OLIVEIRA, 2003).

#### **4.2.2 Determinação de *Salmonella sp.*/ 25 g**

De acordo com a Instrução Normativa n.º 1, de 07 de janeiro de 2000 – Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000) e Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 – Anvisa (BRASIL, 2001), o padrão estabelecido para este microrganismo é ausência em 25 gramas, uma vez que a *Salmonella sp.* é uma bactéria patogênica. Em nenhuma das

amostras foi detectada a presença deste microrganismo; portanto, para este parâmetro, os lotes analisados estavam de acordo com os padrões legais vigentes.

A ausência de *Salmonella sp.* constatada neste estudo não está de acordo com o resultado de pesquisa realizada por Hoffmann et al. (1997) que, ao analisar polpas de frutas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), encontraram uma (10%) amostra contaminada por *Salmonella sp.* Contudo, o resultado do presente estudo é condizente com os obtidos por Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a), Feitosa et al. (1999a), Feitosa et al. (1999b), Nascimento et al. (1999), Bueno et al. (2002), Abreu; Nunes; Oliveira (2003) e Fázio et al. (2006) nos quais 100% das amostras apresentaram ausência de *Salmonella sp.* e estavam, portanto, de acordo com a legislação.

#### 4.2.3 Contagem de bolores e leveduras

Uma vez que a Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 – Anvisa (BRASIL, 2001) não estabelece padrões para bolores e leveduras em polpas de frutas, os resultados das análises das amostras de polpas de frutas para este grupo de microrganismos foram analisados frente à legislação vigente no âmbito do Ministério da Agricultura, ou seja, a Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000 (BRASIL, 2000). Esta última, ao aprovar o Regulamento Técnico geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta, inclui a contagem de bolores e leveduras para esta classe de produtos, fixando limites máximos diferenciados para polpa *in natura* ( $5,0 \times 10^3$ /g) e para polpa que sofreu tratamento térmico ou conservada quimicamente ( $2,0 \times 10^3$ /g).

Os valores obtidos na contagem de bolores e leveduras variaram de  $<1,0 \times 10^2$  UFC/g, verificado em polpa de cupuaçu da marca A, até  $6,9 \times 10^5$  UFC/g, valor detectado para polpa de acerola da marca B, com uma média de  $5,0 \times 10^4$  UFC/g (tabela 2).

Para todos os sabores, a marca A apresentou a menor taxa de amostras cujas contagens foram superiores ao padrão máximo estabelecido para bolores e leveduras; sendo que, para a polpa de cupuaçu, nenhuma amostra desta marca excedeu o limite. Para a polpa de goiaba, o percentual de amostras da marca A acima do limite foi igual ao percentual de amostras da marca C. Todas as marcas, exceto a marca A, apresentaram 100% de amostras acima do limite para, pelo menos, dois sabores (tabela 2).

Tabela 2 – Contagens mínimas, máximas e médias de bolores e leveduras e percentual de contaminação por estes microrganismos em amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/ RR.

Sabor	Marca	Bolores e leveduras (UFC/g)			Percentual de amostras contaminadas por bolores e leveduras*
		Mínimo	Máximo	Média	
Acerola	A	$2,0 \times 10^2$	$3,6 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	20
	B	$5,7 \times 10^3$	$6,9 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$	100
	C	$7,6 \times 10^4$	$4,7 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$	100
	D	$4,0 \times 10^3$	$1,9 \times 10^4$	$1,3 \times 10^4$	80
	E	$3,1 \times 10^4$	$5,9 \times 10^4$	$4,6 \times 10^4$	100
Cupuaçu	A	$<1,0 \times 10^2$	$5,0 \times 10^2$	$1,8 \times 10^2$	0
	B	$1,1 \times 10^3$	$5,8 \times 10^3$	$4,2 \times 10^3$	20
	C	$1,1 \times 10^4$	$3,7 \times 10^5$	$2,2 \times 10^5$	100
	D	$2,4 \times 10^4$	$4,5 \times 10^4$	$3,3 \times 10^4$	100
	E	$6,1 \times 10^3$	$8,7 \times 10^3$	$7,6 \times 10^3$	100
Goiaba	A	$2,0 \times 10^3$	$8,8 \times 10^3$	$5,1 \times 10^3$	80
	B	$8,8 \times 10^3$	$7,3 \times 10^4$	$3,0 \times 10^4$	100
	C	$3,2 \times 10^3$	$2,7 \times 10^4$	$1,1 \times 10^4$	80
	D	$1,5 \times 10^4$	$1,3 \times 10^5$	$4,8 \times 10^4$	100
	E	$2,6 \times 10^4$	$5,2 \times 10^4$	$3,7 \times 10^4$	100
Maracujá	A	$2,0 \times 10^2$	$3,8 \times 10^3$	$1,0 \times 10^3$	20
	B	$1,9 \times 10^3$	$5,2 \times 10^4$	$2,0 \times 10^4$	60
	C	$9,0 \times 10^4$	$2,6 \times 10^5$	$1,4 \times 10^5$	100
	D	$1,5 \times 10^4$	$2,3 \times 10^4$	$1,9 \times 10^4$	100
	E	$1,3 \times 10^4$	$3,1 \times 10^4$	$2,2 \times 10^4$	100

\* n=20

Do total de 100 amostras submetidas à contagem de bolores e leveduras, 78% apresentaram contagens acima do limite estabelecido pela Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000 – MA (BRASIL, 2000), conforme apresentado na tabela 3. A marca A, que

corresponde à polpa de fruta tratada termicamente, foi a que apresentou o menor percentual de amostras que excederam o limite estabelecido pela legislação para contagem de bolores e leveduras; enquanto que a marca C, correspondente à polpa *in natura* e com registro no órgão competente, apresentou o mesmo percentual de contaminação por este grupo de microrganismos que a marca D, que não possui registro no órgão competente. Por sua vez, todas as amostras de polpas da marca E apresentaram contagens de bolores e leveduras acima do limite máximo determinado no padrão.

Tabela 3 – Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR contaminadas por bolores e leveduras, de acordo com a marca, em relação ao número total de amostras e ao número de amostras por marca.

Marca	Percentual de contaminação por bolores e leveduras	
	n=100*	n=20**
<b>A</b>	6	30
<b>B</b>	14	70
<b>C</b>	19	95
<b>D</b>	19	95
<b>E</b>	20	100
<b>TOTAL</b>	78	---

\* n° total de amostras

\*\* n° de amostras por marca

Os resultados deste estudo divergem dos obtidos por Hoffmann et al. (1997) e por Fázio et al. (2006), pois ambos os pesquisadores analisaram polpas de frutas comercializadas na região de São José do Rio Preto (SP) e obtiveram contagens de bolores e leveduras inferiores às observadas no presente trabalho: as amostras analisadas por Hoffmann et al. (1997) estavam dentro do limite estabelecido pelos padrões vigentes no estado de São Paulo na época (máximo  $10^3/g$ ), variando de  $<10$  a  $4,4 \times 10^2$  UFC/g; enquanto que Fázio et al. (2006) encontraram contagens de bolores e leveduras compreendidas entre  $<1,0$  e  $4,0 \times 10^2$  UFC/g.

Entretanto, as elevadas contagens de bolores e leveduras obtidas no presente estudo são condizentes com os resultados relatados por Feitosa et al. (1999a), em estudo com polpas comercializadas na Paraíba e em Pernambuco, no qual a contagem de bolores e leveduras variou de  $<10$  UFC/g a  $1,2 \times 10^5$  UFC/g, com 16,9% das amostras acima do limite estabelecido

pela legislação vigente na época, que era de  $5,0 \times 10^5$  UFC/g. Os resultados da presente pesquisa também estão de acordo com o de estudo efetuado nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, onde Feitosa et al. (1999b) evidenciaram que 24% das amostras ultrapassaram os limites de crescimento de bolores e leveduras preconizados pela legislação, que era de no máximo  $5,0 \times 10^3$  UFC/g, sendo que as contagens variaram de  $<10$  UFC/g a  $1,2 \times 10^5$  UFC/g. Lima; Martins; Silva (2001), em pesquisa realizada no estado do Ceará, encontraram contagens de bolores e leveduras ainda mais elevadas que as observadas neste estudo: as contagens deste grupo de microrganismos situaram-se na faixa de  $<10$  UFC/g a  $5 \times 10^{10}$  UFC/g. Ressalta-se que o percentual de amostras contaminadas por bolores e leveduras constatado na presente pesquisa (78%) é superior aos percentuais relatados pelos autores acima.

Observou-se que a polpa de goiaba apresentou maior percentual de contaminação por bolores e leveduras; enquanto que a polpa de cupuaçu foi a menos contaminada por este grupo de microrganismos (tabela 4).

Tabela 4 – Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR contaminadas bolores e leveduras, de acordo com o sabor.

<b>Sabor</b>	<b>Percentual de contaminação por bolores e leveduras*</b>
Acerola	80
Cupuaçu	64
Goiaba	92
Maracujá	76

\* n=25 (por sabor)

A diferença entre o percentual de contaminação entre os sabores poderia ser atribuída aos distintos pH ou acidez das polpas de frutas. Contudo, ao se realizar a análise estatística destas variáveis por meio do coeficiente de correlação de Pearson, verificou-se que não houve correlação entre o percentual de contaminação e o pH e/ou acidez (tabela 5); portanto, o pH e/ou a acidez não explicam estatisticamente a diferença entre a taxa de contaminação dos sabores de polpas de frutas avaliadas. Por outro lado, a correlação observada entre a acidez em ácido cítrico e a acidez em solução molar é esperada, uma vez que se trata do mesmo parâmetro, porém expresso de modos diferentes, o que confirma os dados.

Tabela 5 – Correlação de Pearson entre o percentual de amostras contaminadas por bolores e leveduras, o pH e a acidez para polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR, de acordo com o sabor.

Variáveis	Correlação	Alfa (%)
% de contaminação x pH	0,5381	53,7106
% de contaminação x acidez em ácido cítrico	-0,7259	27,4976
% de contaminação x acidez em solução molar	-0,7291	27,1727
pH x acidez em ácido cítrico	-0,943	5,4753
pH x acidez em solução molar	-0,9431	5,4692
acidez em ácido cítrico x acidez em solução molar	1,0	0,0075 **

\*\* : Significativo a 1% de probabilidade pelo teste t.

A constatação de que o pH não explica a diferença entre o percentual de contaminação dos sabores das polpas de frutas analisadas é discordante dos resultados de estudo desenvolvido por Lima; Martins; Silva (2001) que, ao analisar polpas de frutas congeladas comercializadas no estado do Ceará, relacionaram o pH à contaminação microbiana, concluindo que o maior percentual de amostras acima dos limites microbiológicos estabelecidos pela legislação em vigor na época ocorreu nas amostras que apresentavam maior valor de pH. Entretanto, os autores daquele estudo não realizaram a análise estatística dos dados.

Ainda que tenha sido verificado que não há significância estatística entre o percentual de amostras de cada sabor contaminadas por bolores e leveduras, o pH e a acidez, estes microrganismos são os agentes que mais comumente causam alterações em frutas e produtos de frutas, pois a maior tolerância destes a valores baixos de pH favorece o seu desenvolvimento nesta classe de produtos (JAY, 2005).

O percentual de amostras de polpa de acerola contaminadas por bolores e leveduras (80%) no presente trabalho (tabela 4) é superior ao constatado em estudo que abrangia todos os estados da região Nordeste, no qual 18,4% das amostras de polpa de acerola apresentaram-

se fora dos padrões para bolores e leveduras, bem como 24,4% das amostras de polpa de cajá e 55% das amostras de polpa de caju, na época comparados aos padrões de sucos concentrados congelados, uma vez que não existiam padrões para polpas de frutas (BASTOS; FEITOSA; OLIVEIRA, 1999a). Em estudo realizado por Nascimento et al. (1999) em São Luís (MA) com polpas de abacaxi e acerola, 100% das amostras de polpa de abacaxi e 20% das amostras de polpa de acerola apresentaram contagens de bolores e leveduras acima do limite ( $10^3$  UFC/ml) estabelecido pela legislação em vigor no período de realização da pesquisa, percentual de contaminação inferior ao encontrado na presente pesquisa para a polpa de acerola. Para este sabor, no presente estudo, as contagens de bolores e leveduras variaram de  $2,0 \times 10^2$  (marca A) a  $6,9 \times 10^5$  UFC/g (marca B), conforme apresentado na tabela 2.

Segundo resultados relatados por Leite et al. (2000), relativos a avaliação de polpas de frutas congeladas produzidas no estado da Bahia, 60% das amostras de polpa de goiaba estavam em desacordo com a legislação em vigor na época, sendo que as contagens variaram de  $<10$  a  $7,8 \times 10^4$  UFC/g; enquanto que, para polpa de maracujá, as contagens variaram de  $<10$  a  $1,7 \times 10^5$  UFC/g, com 70% das amostras apresentando contagens acima do limite estabelecido pela legislação, que na época fixava o máximo de  $10^3$  UFC/g. No presente trabalho, 92% das amostras de polpa de goiaba, com contagens que variaram de  $2,0 \times 10^3$  (marca A) a  $1,3 \times 10^5$  UFC/g (marca D) e 76% das de polpa de maracujá, cujas contagens oscilaram de  $2,0 \times 10^2$  (marca A) a  $2,6 \times 10^5$  UFC/g (marca C), apresentaram contagens de bolores e leveduras acima do limite máximo permitido, sendo as contagens e os percentuais de contaminação (tabelas 2 e 4) mais elevados do que os descritos naquele estudo.

Costa et al. (2003), em trabalho sobre conservação de polpa de cupuaçu por métodos combinados, obtiveram contagem de  $1,1 \times 10^2$  UFC/g para bolores e leveduras, ou seja, de acordo com o limite exigido pela legislação. No presente estudo, o percentual de amostras de polpa de cupuaçu com contagens de bolores e leveduras acima do permitido pelos padrões foi de 64% (tabela 4). As contagens, para este sabor, variaram de  $<1,0 \times 10^2$  (marca A) a  $3,7 \times 10^5$  UFC/g (marca C), conforme apresentado na tabela 2, sendo os valores de contagem máxima e percentual de amostras contaminadas bastantes superiores aos obtidos naquela pesquisa.

Bueno et al. (2002) verificaram a presença de fungos nas polpas de frutas estudadas e, ao realizar a contagem de filamentos micelianos para verificar a qualidade destes alimentos, concluíram que 53% das polpas analisadas apresentaram porcentagem de campos positivos destes filamentos acima de 10%, enquadrando-se como produtos inaceitáveis para o consumo e indicando que foi empregada matéria-prima deteriorada. Com base nestes resultados, os

autores sugeriram que deveria ser incluída na legislação vigente a contagem de filamentos micelianos para polpas de frutas.

Em razão do seu baixo pH, que variou no presente estudo de 3,39 (polpa de maracujá) a 5,22 (polpa de goiaba), as polpas de frutas avaliadas podem ser classificadas como ácidas. Essa faixa de pH é mais favorável ao crescimento de bolores e leveduras, em detrimento das bactérias, devido à capacidade dos primeiros desenvolverem-se em pHs baixos. A contaminação das polpas de frutas por bolores e leveduras também se deve à tolerância de algumas espécies de fungos às altas temperaturas utilizadas na pasteurização destes produtos, bem como às baixas temperaturas, empregadas no armazenamento (CHITARRA; CHITARRA, 2005; JAY, 2005). O elevado percentual de amostras contaminadas por estes microrganismos é preocupante do ponto de vista da saúde pública, uma vez que os fungos podem transformar substratos inadequados em favoráveis ao desenvolvimento de bactérias patogênicas, além de produzir micotoxinas e causar a deterioração do produto (BRASIL, 1991/1992; FDA, 2001; FÁZIO et al., 2006).

As elevadas contagens de bolores e leveduras observadas no presente estudo podem ser devido à qualidade inadequada da matéria-prima, à falhas na higienização e/ou processamento ou à manutenção do produto a temperatura inadequada. A fim de garantir a fabricação de um produto isento de contaminações, devem ser empregados um controle sanitário de pessoal e de equipamentos mais efetivo, seleção criteriosa da matéria-prima, além de rigoroso controle do processo produtivo e do produto final.

#### **4.2.4 Contagem de bactérias heterotróficas**

A legislação em vigor, tanto no âmbito da Anvisa (BRASIL, 2001) quanto no do Ministério da Agricultura e do Abastecimento (BRASIL, 2000), não estabelece padrões para bactérias heterotróficas; entretanto, o ensaio foi realizado por ser indicativo da qualidade higiênico-sanitária do produto. Sua presença em número elevado indica manuseio, transporte e conservação inadequados.

Do total de 40 amostras submetidas à contagem de bactérias heterotróficas, os valores obtidos para este parâmetro variaram de  $1,0 \times 10^2$  UFC/g até  $4,0 \times 10^5$  UFC/g, com uma média de  $2,0 \times 10^4$  UFC/g. As mais baixas contagens foram verificadas nas polpas de acerola da marca A e de cupuaçu da marca B, ao passo que a mais alta contagem foi observada na

polpa de cupuaçu da marca C. Quanto à polpa tratada termicamente (marca A), esta apresentou contagens baixas, variando de  $1,0 \times 10^2$  UFC/g a  $6,0 \times 10^3$  UFC/g (tabela 6).

Tabela 6 – Contagens mínimas, máximas e médias de bactérias heterotróficas em amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/ RR.

Sabor	Marca	Bactérias heterotróficas (UFC/g)		
		Mínimo	Máximo	Média
Acerola	A	$1,0 \times 10^2$	$3,0 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$
	B	$7,0 \times 10^2$	$2,8 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
	C	$2,8 \times 10^3$	$3,3 \times 10^3$	$3,1 \times 10^3$
	D	$5,0 \times 10^2$	$6,7 \times 10^2$	$5,9 \times 10^2$
	E	$1,2 \times 10^3$	$1,5 \times 10^3$	$1,4 \times 10^3$
Cupuaçu	A	$1,3 \times 10^2$	$6,7 \times 10^2$	$4,0 \times 10^2$
	B	$1,0 \times 10^2$	$7,3 \times 10^2$	$4,2 \times 10^2$
	C	$1,2 \times 10^4$	$4,0 \times 10^5$	$2,1 \times 10^5$
	D	$1,8 \times 10^3$	$5,1 \times 10^3$	$3,5 \times 10^3$
	E	$2,7 \times 10^2$	$2,5 \times 10^5$	$1,3 \times 10^5$
Goiaba	A	$1,8 \times 10^3$	$2,2 \times 10^3$	$2,0 \times 10^3$
	B	$1,3 \times 10^2$	$2,0 \times 10^2$	$1,7 \times 10^2$
	C	$1,4 \times 10^3$	$9,3 \times 10^3$	$5,4 \times 10^3$
	D	$6,3 \times 10^2$	$3,1 \times 10^3$	$1,9 \times 10^3$
	E	$3,2 \times 10^3$	$5,4 \times 10^4$	$2,9 \times 10^4$
Maracujá	A	$3,3 \times 10^3$	$6,0 \times 10^3$	$4,7 \times 10^3$
	B	$5,7 \times 10^3$	$9,9 \times 10^3$	$7,8 \times 10^3$
	C	$1,4 \times 10^3$	$2,1 \times 10^3$	$1,8 \times 10^3$
	D	$4,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^3$	$7,0 \times 10^2$
	E	$3,5 \times 10^3$	$4,3 \times 10^3$	$3,9 \times 10^3$

Em pesquisa realizada por Feitosa et al. (1999a), a contagem de bactérias heterotróficas variou de  $<10$  UFC/g a  $1,0 \times 10^5$  UFC/g, atendendo ao limite legal ( $10^6$  UFC/g) em vigor na época da realização daquele trabalho. Estes resultados são bastante próximos aos obtidos no presente estudo.

A legislação que estabelece o padrão de potabilidade para água de consumo humano (BRASIL, 2004) limita como padrão máximo para bactérias heterotróficas o valor de  $5,0 \times 10^2$  UFC/ml; portanto, as contagens deste grupo de microrganismos obtidas no presente estudo podem ser consideradas elevadas, pois atingiram valores de até  $4,0 \times 10^5$  UFC/g, com uma média de  $2,0 \times 10^4$  UFC/g (tabela 6). Estas elevadas contagens podem estar relacionadas ao crescimento quase que insignificante de bactérias do grupo coliforme, uma vez que as primeiras, por serem incapazes de sintetizar seu próprio alimento, necessitam de uma fonte de carbono orgânica, além de desenvolverem-se numa velocidade superior aos coliformes, podendo inibir o crescimento destes devido à competição alimentar (TORTORA; FUNKE; CASE, 2002).

Dentre os grupos de microrganismos contemplados pelos padrões legais para polpas de frutas, foi observado crescimento significativo somente de bolores e leveduras. Assim, em relação ao total de amostras analisadas, 78% delas estavam em desacordo com a legislação e, portanto, inadequadas ao consumo humano (tabela 3). Entre as amostras contaminadas, 72% correspondiam a polpas *in natura* e 6% às polpas tratadas termicamente.

O percentual de amostras inadequadas verificado no presente estudo é mais elevado do que em outras pesquisas, principalmente para as polpas *in natura*, ou seja, que são produzidas por empresas locais, o que indica que o processo produtivo do estado não é satisfatório. Em avaliação realizada com diferentes polpas de frutas encontradas no comércio de São José do Rio Preto (SP), Hoffmann et al. (1997) concluíram que 90% das amostras analisadas estavam de acordo com a legislação vigente no âmbito estadual; enquanto que, em estudo com polpas dos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, Feitosa et al. (1999b) concluíram que 76% das amostras avaliadas estavam de acordo com os padrões. Por sua vez, Lima; Martins; Silva (2001), em estudo realizado no estado do Ceará, verificaram que 74,5% das polpas avaliadas se enquadravam nos padrões da legislação. Bueno et al. (2002), ao avaliar polpas de frutas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), constataram que 100% das amostras analisadas se enquadravam nos padrões da legislação em vigor do ponto de vista microbiológico; ao passo que 85% das amostras analisadas em Teresina (PI) estavam de acordo com a legislação em vigor (ABREU; NUNES; OLIVEIRA, 2003). Estudos realizados por Maia (2004) em Boa Vista (RR) e Fázio et al. (2006) em São José do Rio Preto (SP) constataram que 100% das amostras analisadas estavam dentro dos padrões estabelecidos pela legislação em vigor. A diferença entre o percentual de amostras em desacordo com os parâmetros legais observada entre o presente estudo e a pesquisa efetuada por Maia (2004), ambos os trabalhos realizados em Boa Vista

(RR), pode ser explicada pelo fato de que aquele autor não realizou a contagem de bolores e leveduras, que foi o grupo de microrganismos que apresentou a maior taxa de crescimento nas amostras analisadas na presente pesquisa.

Em pesquisa realizada por Nascimento et al. (1999) em São Luís (MA), no entanto, apenas 57,9% das polpas de abacaxi e acerola analisadas estavam próprias para o consumo, sendo este percentual mais elevado que o verificado pelos autores referidos e mais próximo dos percentuais de amostras inadequadas obtidos no presente estudo.

Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) em análise da agroindústria de polpas de frutas nos estados da região Nordeste, constataram a presença de insetos e fragmentos destes, além de sujidades diversas em grande parte das amostras avaliadas. Em estudo realizado por Feitosa et al. (1999b) nos estados do Ceará, Paraíba, Pernambuco e Rio Grande do Norte, ao se considerar a condição microscópica das amostras de polpas de frutas analisadas, o percentual de amostras impróprias para o consumo alcança 96,1%. Em avaliação da qualidade de polpas congeladas de cupuaçu comercializadas em Boa Vista (RR), Souza; Smiderle (2004) constataram que 100% das amostras analisadas apresentaram fragmentos de insetos ou outras matérias estranhas, como pêlos, excrementos e grãos de areia. No presente trabalho não foi realizada a análise microscópica das amostras de polpas de frutas; entretanto, os resultados obtidos pelos pesquisadores citados evidenciam que é importante incluir este parâmetro analítico em futuros estudos de avaliação de polpas de frutas.

O grupo de microrganismos para o qual ocorreu maior percentual de amostras inadequadas são os bolores e leveduras. Conforme referido anteriormente, este grupo não consta na Resolução RDC nº 12, de 02 de janeiro de 2001 – Anvisa (BRASIL, 2001) como parâmetro de qualidade sanitária para polpas de frutas. Os resultados obtidos, juntamente com os de diversos outros estudos realizados com polpas de frutas, permitem afirmar que a contagem de bolores e leveduras é um importante indicador de qualidade sanitária, devido às características físico-químicas do produto, que são favoráveis ao crescimento destes microrganismos. Assim, recomenda-se que este parâmetro volte a ser incluído no padrão microbiológico de polpas de frutas no âmbito da Anvisa, a exemplo dos padrões legais do Ministério da Agricultura e do Abastecimento.

### **4.3 Análises físico-químicas**

Os resultados da análise de variância (ANOVA) dos parâmetros físico-químicos avaliados encontram-se na tabela 7, onde se observou efeito significativo de tratamentos ( $P \leq$

0,01) em todos os parâmetros estudados. A interação entre marca e sabor foi significativa, ou seja, os parâmetros analisados para cada sabor de polpa de fruta variaram de acordo com as marcas. Procedeu-se então ao desdobramento da interação, considerando-se marcas/sabores (tabela 7).

O desdobramento não foi significativo para as seguintes interações: marcas/acerola, para o pH; marcas/cupuaçu, para o pH, acidez em ácido cítrico e vitamina C; marcas/goiaba para acidez em ácido cítrico; marcas/maracujá para acidez em ácido cítrico e vitamina C (tabela 7).

O pH foi o parâmetro que apresentou o menor coeficiente de variação (2,80%), revelando homogeneidade entre as amostras quanto a esta característica. O maior coeficiente de variação (28,73%) foi observado para a característica acidez em ácido cítrico, ou seja, este foi o parâmetro em que houve maior variação entre as amostras analisadas (tabela 7). Oliveira et al. (1998), em estudo com polpas congeladas de acerola fabricadas e comercializadas no Ceará e Rio Grande Norte, encontraram coeficiente de variação para o pH de 3,59%, valor próximo ao obtido nesta pesquisa. Para os demais parâmetros, naquele trabalho foram encontrados os seguintes coeficientes de variação: 21,70% para sólidos solúveis em °Brix; 20,98% para acidez expressa em ácido cítrico e 19,47% para a relação °Brix/acidez total.

Quanto ao parâmetro glicídios redutores em glicose, os resultados da análise de variância (ANOVA) para os sabores acerola e maracujá encontram-se na tabela 8, onde foi detectada significância em nível de 1% de probabilidade para as marcas e a interação, tendo sido então realizado o desdobramento da interação.

Os resultados do desdobramento da análise de variância para a interação entre marcas e sabores serão discutidos a seguir.

### **4.3.1 Polpa de acerola**

#### **4.3.1.1 Sólidos solúveis totais (TSS)**

Quanto aos sólidos solúveis, apenas a marca B apresentou valor inferior ao mínimo estabelecido pelo PIQ (Padrão de Identidade e Qualidade) para este sabor (tabela 9), que é 5,5 °Brix, sugerindo diluição do produto por adição de água durante o processamento, operação muitas vezes realizada com o objetivo de facilitar este procedimento. O teor de sólidos solúveis também pode ser influenciado por fatores climáticos, tipo de solo, variedade da planta, estágio de maturação do fruto, etc (OLIVEIRA et al., 1999; CHITARRA; CHITARRA, 2005).

Tabela 7 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para os parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista /RR.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio					
		TSS (°Brix)	pH	Acidez em sol. molar	Acidez em ác. cítrico	°Brix/ acidez total	Vitamina C
<b>Marcas</b>	4	35,25744* *	0,26821* *	820,63067* *	79739,13253* *	3,35881* *	110,01262* *
<b>Sabores</b>	3	55,19211* *	1,37761* *	1479,66194* *	1027752,07284* *	6,06003* *	704,9845* *
<b>Marcas x Sabores</b>	12	27,73819* *	0,18764* *	160,30444* *	71870,98447* *	0,65809* *	169,53875* *
<b>Marcas/ Sabores</b>	16	29,618* *	0,20778* *	325,386* *	73838,02149* *	1,33327* *	154,65721* *
<b>Marcas/ Acerola</b>	4	8,25433* *	0,03698ns	125,72234* *	293417,47423* *	0,51562* *	150,82296* *
<b>Marcas/ Cupuaçu</b>	4	35,12067* *	0,04797ns	296,40567* *	335,72128 ns	1,21065* *	15,31838 ns
<b>Marcas/ Goiaba</b>	4	12,80933* *	0,60977* *	49,11767* *	1177,20299 ns	0,20304* *	440,66345* *
<b>Marcas/ Maracujá</b>	4	62,28767* *	0,13641* *	830,29833* *	421,68744 ns	3,40376* *	11,82406 ns
<b>Resíduo</b>	40	0,88042	0,01278	6,12617	1786,1826	0,02502	8,37082
<b>Total</b>	59						
<b>CV (%)</b>		12,31	2,80	14,96	28,73	14,94	25,32

\* \* Nível de significância: 1%

ns: não significativo

Tabela 8 – Resumo da análise de variância (ANOVA) para o parâmetro glicídios redutores em glicose de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista /RR.

Fonte de variação	Graus de liberdade	Quadrado médio
		Glicídios redut. em glicose
<b>Marcas</b>	4	24,16361**
<b>Sabores</b>	1	4,96947 ns
<b>Marcas x Sabores</b>	4	14,63249**
<b>Marcas/ Sabores</b>	8	19,39805**
<b>Marcas/Acerola</b>	4	19,52911**
<b>Marcas/Maracujá</b>	4	19,26699**
<b>Resíduo</b>	20	3,02937
<b>Total</b>	29	
<b>CV (%)</b>		36,76

\* \* Nível de significância: 1%  
ns: não significativo

A faixa de variação detectada para o parâmetro sólidos solúveis foi de 3,00 (marca B) a 8,70 °Brix (marca D), com média geral de 6,67 °Brix, ao se considerar todas as marcas analisadas (tabela 10), resultados compatíveis com os descritos em outras pesquisas.

Tabela 9 - Comparação entre as médias (Tukey) de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de acerola comercializadas em Boa Vista/RR.

Marcas	TSS (°Brix)	pH	Acidez em sol. molar (%)	Acidez em ác. cítrico (g/100g)	°Brix/ Acidez total	Vitamina C (mg/100g)	Glicídios redut. em glicose (%)
<b>A</b>	7,67 a	4,10 a	22,33 a	1,43 a	5,36 e	942,24 a	9,48 a
<b>B</b>	4,25 b	4,19 a	11,00 b	0,70 a	5,99 d	714,46 b	4,21 ab
<b>C</b>	5,63 ab	4,15 a	9,13 b	0,58 a	9,68 c	576,5 c	4,56 ab
<b>D</b>	8,07 a	4,17 a	8,57 b	0,55 a	14,91 b	299,4 d	4,73 ab
<b>E</b>	7,73 a	3,92 a	5,50 b	0,35 a	22,37 a	166,14 e	2,73 ab

\* Na coluna, letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

\*\* Médias de 3 repetições.

Oliveira et al. (1998), em estudo com polpas congeladas de acerola fabricadas e comercializadas no Ceará e no Rio Grande Norte, verificaram que o parâmetro com maior variação nos resultados foram os sólidos solúveis, que se encontravam na faixa de 4,92 a 9,43 °Brix, com média 6,32 °Brix, valor semelhante ao obtido na presente pesquisa. Por sua vez, Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) ao analisar 97 amostras de polpa de acerola congeladas produzidas e comercializadas na região Nordeste constataram, em relação ao teor de sólidos solúveis, uma média de 3,64 °Brix, variando de 3,82 °Brix (Piauí) a 13,66 °Brix (Pernambuco). De acordo com o PIQ vigente na época, que estabelecia mínimo de 6,00 °Brix, 31,2% das amostras encontravam-se fora do padrão. Em pesquisa realizada por Oliveira et al. (1999), na qual foi realizada a análise de polpas congeladas de diferentes marcas produzidas e comercializadas por empresas paraibanas e pernambucanas, os sólidos solúveis para a polpa sabor acerola variaram de 4,40 a 9,16 °Brix, com média de 6,50 °Brix, sendo que a faixa de maior ocorrência foi de 5,00 a 6,98 °Brix; 25,9% das amostras de polpa de acerola estavam em desacordo com o padrão, que estabelecia mínimo de 6,00 °Brix.

Tabela 10- Resultados máximos, mínimos e média geral de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de acerola comercializadas em Boa Vista/RR considerando todas as marcas analisadas.

<b>Resultados</b>	<b>TSS (°Brix)</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez em sol. molar (%)</b>	<b>Acidez em ác. cítrico (g/100g)</b>	<b>°Brix/ Acidez total</b>	<b>Vitamina C (mg/100g)</b>	<b>Glicídios reduz. em glicose (%)</b>
<b>Mínimo</b>	3,00	3,90	4,50	0,29	4,48	147,94	2,41
<b>Máximo</b>	8,70	4,43	23,00	1,47	27,59	1003,88	13,65
<b>Média</b>	6,67	4,11	11,31	0,72	11,66	539,75	5,14

Os resultados de análises de polpas de frutas enviadas a CEPLAC/CEPEC (Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira/Centro de Pesquisas do Cacau) para efeito de registro no Ministério da Agricultura e do Abastecimento, descritos em Mororó (2000), situaram-se entre 7,1 e 9,4 °Brix para polpa de acerola. Por sua vez, Oliveira et al. (2000) ao avaliar polpas de acerola comercializadas no estado da Bahia obtiveram média de  $7,38 \pm 2,20$  °Brix, com variação entre 2,32 e 10,40 °Brix para o teor de sólidos solúveis, sendo que a faixa de maior ocorrência, prevalecendo em 55% das amostras, ficou entre 7,58 e 9,40 °Brix. De acordo com o PIQ vigente na época, 25% das amostras analisadas encontravam-se em

desacordo com o padrão, que estabelecia valor mínimo de 5,5 °Brix. Em experimento envolvendo a desidratação de acerola, Soares et al. (2001) obtiveram valor médio de sólidos solúveis para a polpa de acerola de 6,44 °Brix, média semelhante à verificada no presente estudo, com variação entre 6,00 e 6,80 °Brix. Bueno et al. (2002) em avaliação de polpas congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), encontraram média de 9,0 °Brix para sólidos solúveis, enquanto que Matta; Cabral; Silva (2004), em avaliação da vida-de-prateleira de suco de acerola microfiltrado, encontraram, para a polpa *in natura*, valores de 7,4 e 8,6 °Brix para sólidos solúveis.

#### 4.3.1.2 pH

Quanto ao pH, a legislação estabelece o mínimo de 2,80; portanto, todas as marcas estavam de acordo com o PIQ (tabela 9). Ainda que, para este parâmetro, o valor de F não tenha sido significativo na análise de variância (tabela 7) e, portanto, as médias são estatisticamente iguais, estas foram apresentadas na tabela 9 a fim de comparar os valores médios de cada marca com os padrões estabelecidos pela legislação.

O valor mínimo encontrado para esta variável foi 3,90 (marca E) e o máximo 4,43 (marca B), com uma média geral de 4,11 (tabela 10); sendo estes valores superiores aos relatados por outros autores. Em estudo realizado com polpas congeladas de acerola fabricadas e comercializadas no Ceará e no Rio Grande Norte, a faixa de variação situou-se entre 3,04 e 3,52, com média de 3,27 (OLIVEIRA et al.;1998); enquanto que Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a), em avaliação de polpas de acerola congeladas produzidas e comercializadas na região Nordeste, encontraram média de 3,14 para o pH, sendo este o parâmetro que apresentou menor variabilidade entre as amostras. O valor mínimo detectado foi 2,79, referente à polpas do Ceará e o valor máximo foi 3,61, encontrado em produtos do estado da Bahia; com relação a esta medida, 100% das amostras estavam de acordo com a legislação em vigor na época.

Oliveira et al. (1999) em análise de polpas congeladas produzidas e comercializadas na Paraíba e em Pernambuco, encontraram valores de pH para polpa de acerola entre 2,50 e 3,30, com média de 3,07, sendo que apenas 3,7% das amostras de polpa do sabor acerola analisadas não se enquadravam no padrão vigente na época, que era análogo ao limite mínimo estabelecido atualmente (2,80). Segundo Mororó (2000), os resultados de análises de pH para polpas de acerola enviadas a CEPLAC/CEPEC para fim de registro no Ministério da Agricultura e do Abastecimento variaram entre 2,8 e 3,5. Oliveira et al. (2000) ao analisar o

perfil químico de qualidade de polpas de acerola comercializadas no estado da Bahia, relataram que o pH variou de 3,16 a 3,61, com média de  $3,36 \pm 0,12$ , sendo que, dentre os parâmetros analisados, este apresentou o menor grau de variabilidade em torno da média; todas as amostras estavam de acordo com o padrão que preconizava, tal como o PIQ atual, valor mínimo de 2,80 para o pH. Lima; Martins; Silva (2001) em avaliação de polpas congeladas comercializadas no estado do Ceará detectaram pH 3,3 para a polpa de acerola, valor praticamente idêntico ao obtido por Soares et al. (2001) em experimento sobre a desidratação de acerola, onde o valor médio de pH da polpa foi 3,31, variando de 3,30 a 3,33. Ao analisar polpas congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), Bueno et al. (2002) também constataram pH 3,3 (média) para polpas de acerola. Em análise da vida-de-prateleira de suco de acerola microfiltrado, Matta; Cabral; Silva (2004) obtiveram valores de 3,62 e 3,63 para o pH da polpa *in natura*.

#### **4.3.1.3 Acidez em ácido cítrico e teor de vitamina C**

Apenas as polpas da marca A apresentaram valor acima do mínimo estabelecido pelo PIQ para acidez expressa em ácido cítrico (0,80g/100g) e para vitamina C (800 mg/100g), conforme apresentado na tabela 9. Para o parâmetro acidez em ácido cítrico, o valor de F foi significativo na análise de variância (tabela 7); entretanto, ao se aplicar o teste Tukey na comparação de médias, estas foram estatisticamente iguais (tabela 9), o que pode ser atribuído à rigidez do teste. Embora as médias desta variável sejam iguais do ponto de vista estatístico, quando elas são comparadas ao limite mínimo estabelecido pelo PIQ para polpa de acerola, observa-se que somente a marca A atende a este limite.

O teor de vitamina C verificado nas polpas da marca A demonstra que o produto, mesmo após sofrer pasteurização e congelamento, constitui-se em rica fonte de ácido ascórbico. De acordo com Asenjo (1980) apud Oliveira et al. (2000), a acidez do suco de acerola varia proporcionalmente ao conteúdo de ácido ascórbico; sendo que esta variação é direta, mas não linear, o que indica a presença de outros ácidos. No presente estudo, as polpas da marca A, que apresentaram maior percentual de acidez, também apresentaram maior conteúdo de ácido ascórbico, enquanto que as polpas da marca E apresentaram menor valor de acidez e os menores teores de ácido ascórbico detectados (tabela 9), ou seja, a acidez variou proporcionalmente ao teor de ácido ascórbico.

O conteúdo de vitamina C variou de 147,94 mg/100g (marca E) a 1033,88 mg/100g (marca A), com média de 539,75 mg/100g englobando todas as marcas. Para a acidez em

ácido cítrico, a faixa de variação situou-se entre 0,29 g/100g (marca E) e 1,47 g/100g (marca A), com média geral de 0,72 g/100g (tabela 10). A grande variabilidade verificada para este parâmetro pode estar associada às características de qualidade das matérias-primas e/ou ser resultado de falhas ou deficiências do processo de produção. Os valores de acidez e o conteúdo de vitamina C detectados no presente estudo são inferiores aos valores relatados por outros pesquisadores e podem indicar a diluição do produto por adição de água. O conteúdo médio de vitamina C é baixo para produtos de acerola, principalmente nas marcas D e E (tabela 9) e pode ser atribuído à matéria-prima: práticas de cultivo, variedade e grau de maturação do fruto, tipo de solo, fatores climáticos do local de origem do fruto, entre outros. Contudo, valores tão baixos como os verificados para as marcas D e E provavelmente são resultados de processamento inadequado, incluindo-se a qualidade e a vedação da embalagem utilizada, condições de armazenamento e a diluição do produto por adição de água. As polpas da marca A, ainda que tenham apresentado teor médio de vitamina C superior ao mínimo exigido pelo PIQ (tabela 9), este foi inferior ao declarado na informação nutricional do rótulo do produto, onde consta que o conteúdo desta vitamina é 1232 mg/100g de polpa. Pelo fato das polpas desta marca serem produzidas em outro estado, esta diferença pode ser atribuída às condições de transporte e armazenamento do produto. As polpas das demais marcas não trazem a informação nutricional impressa no rótulo.

Lopes; Martins; Carvalho (1997) em avaliação de polpas congeladas de acerola comercializadas em Recife (PE), relataram uma variação nos teores de ácido ascórbico de 602,41 mg/100 ml a 1575,49 mg/100ml (média 1081,47 mg/100ml). Ao comparar polpas embaladas em saco plástico com polpas acondicionadas em copo plástico, os pesquisadores observaram que as polpas embaladas em copo plástico apresentaram maior teor de ácido ascórbico, provavelmente pelo fato de os copos serem opacos e apresentarem vedação mais adequada, diminuindo a incidência de luz e o aporte de oxigênio e contribuindo para que não ocorressem grandes variações no teor desta vitamina, uma vez que a mesma é sensível ao oxigênio e a luminosidade.

Oliveira et al. (1998), ao avaliar polpas congeladas de acerola fabricadas e comercializadas no Ceará e no Rio Grande Norte, observaram variação de 0,57 a 1,40 g/100g, com média de 0,91 g/100g para acidez expressa em ácido cítrico. O teor médio de vitamina C encontrado naquele estudo foi de 831,72 mg/100g de polpa, situando-se entre 545,16 mg/100g e 1244,75 mg/100g. Por sua vez, Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) em estudo com polpa de acerola congelada abrangendo toda a região Nordeste constataram teor médio de acidez em ácido cítrico de 0,91%, variando de 0,18% (PI) a 1,56% (PE), sendo que 28,6% do total de

amostras analisadas se encontravam fora do padrão, que estabelecia mínimo de 0,80% e máximo de 1,20%. As polpas analisadas naquela pesquisa apresentaram altos teores de vitamina C, com média de 933,27 mg/100g de polpa; os valores oscilaram de 326,26 mg/100 g (PI) a 1782,44 mg/100g (CE). Aproximadamente 30% das amostras analisadas encontravam-se fora do padrão estabelecido pelo PIQ vigente na época para polpa de acerola, que é análogo ao mínimo exigido atualmente (800 mg/100g).

Em avaliação de polpas de acerola congeladas de empresas da Paraíba e de Pernambuco, Oliveira et al. (1999) relataram que a acidez em ácido cítrico variou de 0,47% a 1,56%, com média de 1,04%, ressaltando que, em relação às polpas procedentes da Paraíba, esta variação correspondeu à do ácido ascórbico, de modo similar ao observado no presente estudo: apesar de não haver uma correspondência linear, as amostras que apresentaram menores valores de acidez foram as que tiveram menores teores de vitamina C, enquanto que as polpas que apresentaram maior percentual de acidez corresponderam aos maiores teores de ácido ascórbico detectados. Naquele estudo, 22,2% das 27 amostras estavam em desacordo com o PIQ em vigor na época, o qual estabelecia, para acidez em ácido cítrico, mínimo de 0,80% e máximo de 1,20%. Para vitamina C, as polpas provenientes do estado da Paraíba apresentaram teor deste nutriente entre 470,24 e 1191,95 mg/100 g, com média de 857,95 mg/100g; enquanto que, para as polpas de Pernambuco, o conteúdo variou de 514,46 a 1655,53 mg/100g, com média de 1024,95 mg/100g. Os valores médios detectados para as polpas pernambucanas eram superiores aos das polpas paraibanas, em cerca de 19,5% e, dentre todas as amostras, 14,8% estavam em desacordo com o padrão.

Os valores mínimos e máximos de análises de polpas de acerola descritos por Mororó (2000) foram: 0,6 e 1,2 g/100g para acidez em ácido cítrico e 912,7 a 1463,1 mg/100g para vitamina C. Em análise do perfil químico de polpas de acerola comercializadas no estado da Bahia, Oliveira et al. (2000) verificaram que a acidez titulável variou de 0,40 a 1,38 g/100g, com média de  $0,90 \pm 0,23\%$ . De acordo com o PIQ vigente na época, 25% das amostras analisadas encontravam-se em desacordo com o padrão, que estabelecia mínimo de 0,80% de acidez total em ácido cítrico. Para a vitamina C, o valor médio detectado foi de  $803,11 \pm 320,28$  mg/100g, com variações entre 87,03 e 1363,06 mg/100g, observando-se uma grande amplitude nos resultados; contudo, a faixa de maior ocorrência situou-se entre 601,85 e 1093,33 mg/100g, prevalecendo em 65% das amostras. O teor mínimo obtido naquele estudo, considerado muito baixo para um produto de acerola, correspondeu à empresa que teve todos os parâmetros analisados em desacordo com o padrão, sendo que, dentre todas as

amostras avaliadas, 50% encontravam-se abaixo do mínimo exigido, que era 800 mg/100g, valor idêntico ao estabelecido pela legislação atual.

Soares et al. (2001), por sua vez, ao desenvolver trabalho de desidratação de acerola, constataram que a acidez média em ácido cítrico foi 1,41 g/100g, variando de 1,39 a 1,42 g/100g; em relação ao conteúdo de vitamina C, este se situava entre 1590 e 1670 mg/100g, com teor médio de 1620 mg/100g. Segundo dados de pesquisa realizada por Bueno et al. (2002) com polpas congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), o teor médio de ácido ascórbico na polpa de acerola foi de 1374,2 mg/100g e a acidez em ácido cítrico foi 1,4% (média). Em estudo da estabilidade de vitamina C em produtos de acerola, Yamashita et al. (2003) encontraram teores de vitamina C na polpa congelada pasteurizada de  $1360 \pm 26$  mg/100g de amostra, caracterizando a acerola como uma ótima fonte de vitamina C mesmo após sofrer tratamento térmico, de modo semelhante ao observado no presente trabalho. Matta; Cabral; Silva (2004), ao avaliar a vida-de-prateleira de suco de acerola microfiltrado, obtiveram teores de vitamina C de 1389 mg/100g e 1595 mg/100g na análise da polpa *in natura*.

#### **4.3.1.4 Acidez titulável em solução molar, relação °Brix/acidez total, glicídios redutores em glicose**

O PIQ para polpa de acerola não estabelece valores para acidez titulável em solução molar, relação °Brix/acidez total e glicídios redutores em glicose, motivo pelo qual não se faz a comparação com a legislação para esses dados. Os valores encontrados para a acidez em solução molar (tabela 10) foram: 4,5% (mínimo, para a marca E), 23,00% (máximo, para a marca A) e 11,31% (média geral). Bueno et al. (2002) em avaliação de polpas de acerola congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), relataram que as amostras analisadas naquele trabalho apresentaram acidez média de 21,0%, valor mais elevado que a média encontrada no presente estudo. Os motivos para esta diferença são os mesmos citados em relação à acidez expressa em ácido cítrico.

Para a relação °Brix/acidez total, os valores detectados foram 4,48 (mínimo, para a marca B), 27,59 (máximo, para a marca E) e 11,66 (média geral); enquanto que, para glicídios redutores em glicose, os valores observados variaram de 2,41% (marca E) a 13,65% (marca A), com média de 5,14% (tabela 10). Em estudo com polpas congeladas de acerola fabricadas e comercializadas no Ceará e no Rio Grande Norte, Oliveira et al. (1998), observaram que a relação °Brix/acidez variou de 4,23 a 10,14, com média de 7,07. Ao avaliar polpas de acerola comercializadas nos estados da região Nordeste, Bastos; Feitosa; Oliveira (1999a) relataram

média de 7,89 para a relação sólidos solúveis/acidez, com variação de 0,20 (AL) a 40,22 (PI), sendo o parâmetro que apresentou maior variabilidade naquele estudo. Para açúcares redutores, estes autores encontraram média de 2,97%, com valor máximo de 4,95% (PE) e mínimo de 1,53% (PI). Na legislação vigente na época não havia padrão estabelecido para estes parâmetros. Em análise de polpas de acerola provenientes da Paraíba e Pernambuco, Oliveira et al. (1999) constataram, para açúcares redutores em glicose, variação de 2,05 a 4,95%, com média de 3,20%. Oliveira et al. (2000), em avaliação da qualidade de polpas do sabor acerola comercializadas no estado da Bahia, encontraram média de  $3,84 \pm 1,62\%$ , com variação entre 0,86% e 9,13% para glicídios redutores; a faixa de maior ocorrência situou-se entre 3,24% e 4,61%, prevalecendo em 60% das amostras. Ao realizar experimento envolvendo a desidratação de acerola, Soares et al. (2001) relataram que, para as polpas analisadas, os açúcares redutores variaram entre 5,27% e 5,64%, com média de 5,49%. Por sua vez, em análise de polpas congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), Bueno et al. (2002) constataram que as amostras de polpa de acerola analisadas apresentaram 8,8% (média) de glicídios redutores em glicose.

Ao comparar os valores obtidos na presente pesquisa com os resultados dos estudos citados acima, para os parâmetros relação °Brix/acidez e glicídios redutores, observa-se que há uma grande variação entre os dados. Isto pode ser explicado pelas diferenças entre as matérias-primas, uma vez que estas variáveis relacionam-se ao teor de açúcares e ao equilíbrio entre açúcares e ácidos na fruta, os quais são condicionados por diferenças genéticas e grau de maturação dos frutos, condições climáticas, práticas inadequadas de processamento (adição de água, levando à diluição do produto), entre outros fatores (KLUGE et al., 1997).

### **4.3.2 Polpa de cupuaçu**

#### **4.3.2.1 Sólidos solúveis totais (TSS)**

Em relação à variável sólidos solúveis (TSS), apenas as marcas A e B apresentaram médias acima do mínimo estabelecido no PIQ para polpa de cupuaçu, que é 9,00 °Brix (tabela 11). Este resultado pode ser atribuído a características da matéria-prima ou à diluição do produto por adição de água durante o processamento, pois, devido à alta viscosidade da fruta, o rendimento é baixo e o processamento dificultado (BASTOS et al., 2002).

Tabela 11- Comparação entre as médias (Tukey) de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de cupuaçu comercializadas em Boa Vista/RR.

<b>Marcas</b>	<b>TSS (°Brix)</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez em sol. molar (%)</b>	<b>Acidez em ác. cítrico (g/100g)</b>	<b>°Brix/ Acidez total</b>	<b>Vitamina C (mg/100g)</b>
<b>A</b>	11,00 ab	4,10a	32,67 a	2,09 a	5,31 d	8,81 a
<b>B</b>	13,63 a	4,09 a	26,5 ab	1,70 a	8,12 b	21,13 a
<b>C</b>	8,90 b	3,81 a	25,30 b	1,62 a	5,51 d	31,7 a
<b>D</b>	6,17 c	4,10 a	12,83 c	0,58 a	10,76 a	7,04 a
<b>E</b>	5,35 c	4,10 a	9,00 c	0,82 a	6,52 c	9,40 a

\* Na coluna, letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

\*\* Médias de 3 repetições.

A faixa de variação do parâmetro sólidos solúveis oscilou entre 5,00 (marca E) e 14,00 °Brix (marca B), com média geral de 9,01 °Brix (tabela 12), sendo o valor mínimo e média inferiores aos relatados pela maior parte dos pesquisadores. As análises de polpas de cupuaçu enviadas a CEPLAC/CEPEC para efeito de registro no Ministério da Agricultura e do Abastecimento apresentaram valores mínimos e máximos para sólidos solúveis, de 10,6 °Brix e 14,3 °Brix, respectivamente (MORORÓ, 2000). Bueno et al. (2002) em avaliação de polpas congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP) constataram que as polpas de cupuaçu estavam em desacordo com a legislação vigente em relação a este parâmetro, pois apresentaram teor médio de sólidos solúveis de 8,2 °Brix, ou seja, valor menor que o limite mínimo estabelecido, indicando que pode ter sido adicionada água a estas polpas ou que as frutas foram colhidas durante o período das chuvas, o que promoveria a diluição dos sólidos. Em avaliação da conservação de polpa de cupuaçu por métodos combinados, Costa et al. (2003) encontraram, para este parâmetro, média de 12,5 °Brix. Por sua vez, Souza; Smiderle (2004), ao avaliar a qualidade de polpas congeladas de cupuaçu comercializadas em Boa Vista (RR) encontraram, para sólidos solúveis, variação de 7,00 a 11,50 °Brix, com duas marcas de polpas apresentando valores inferiores ao fixado no PIQ, resultado similar ao constatado no presente estudo, sendo possível que tenha havido a adição de água naquelas polpas.

Tabela 12- Resultados máximos, mínimos e média geral de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de cupuaçu comercializadas em Boa Vista/RR considerando todas as marcas analisadas.

<b>Resultados</b>	<b>TSS (°Brix)</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez em sol. molar (%)</b>	<b>Acidez em ác. cítrico (g/100g)</b>	<b>°Brix/ Acidez total</b>	<b>Vitamina C (mg/100g)</b>
<b>Mínimo</b>	5,00	3,79	8,50	0,54	4,70	5,28
<b>Máximo</b>	14,00	4,22	36,60	2,34	12,96	35,22
<b>Média</b>	9,01	4,04	21,26	1,36	7,24	15,62

#### 4.3.2.2 pH

Quanto ao pH, ainda que este parâmetro não tenha sido significativo na análise de variância (tabela 7), as médias são apresentadas na tabela 11 com o objetivo de compará-las com os padrões da legislação. Observou-se que todas as marcas apresentaram médias acima do mínimo (2,60) exigido pelo PIQ (tabela 11), resultado semelhante ao relatado por Souza; Smiderle (2004) em avaliação da qualidade de polpas de cupuaçu comercializadas em Boa Vista (RR), no qual todas as amostras apresentaram valores de pH superiores ao mínimo estabelecido, variando de 3,50 a 3,60.

Na presente pesquisa, os resultados de pH mínimo e máximo foram 3,79 (marca C) e 4,22 (marca A), respectivamente, com média de 4,04 (tabela 12), sendo estes valores bastante próximos aos relatados em outros estudos. Em relação a este parâmetro, os valores mínimo e máximo de amostras de polpas de cupuaçu enviadas a CEPLAC/CEPEC para fim de registro, foram de 3,3 e 4,0, respectivamente (MORORÓ, 2000). Bueno et al. (2002), ao analisar polpas congeladas de cupuaçu comercializadas em São José do Rio Preto (SP), encontraram valor médio para o pH de 3,3; resultado similar ao obtido por Costa et al. (2003) em avaliação da conservação de polpa de cupuaçu por métodos combinados, na qual o pH médio foi 3,34.

#### 4.3.2.3 Acidez em ácido cítrico

A acidez total em ácido cítrico não apresentou significância ao se efetuar a análise de variância (tabela 7); contudo, as médias são apresentadas (tabela 11) a fim de se realizar

comparação com o PIQ para polpa de cupuaçu. O mínimo de acidez total em ácido cítrico estabelecido pela legislação é 1,50 g/100g, estando as polpas de cupuaçu das marcas D e E em desacordo com o PIQ em relação a este parâmetro (tabela 11).

Conforme apresentado na tabela 12, os valores máximo e mínimo para a acidez total em ácido cítrico foram 0,54 g/100g (marca D) e 2,34 g/100g (marca A), respectivamente, com média geral de 1,36 g/100g. Os baixos valores detectados em comparação ao mínimo determinado pelo PIQ e a outros estudos podem ser indicativos de diluição do produto por adição de água. Segundo resultados de análises de polpas de cupuaçu relatados por Mororó (2000), a acidez em ácido cítrico variou entre 0,9% e 2,6%, enquanto que Bueno et al. (2002) em avaliação de polpas congeladas de cupuaçu comercializadas em São José do Rio Preto (SP), encontraram média de 1,9%. Ao avaliar a conservação de polpa de cupuaçu por métodos combinados, Costa et al. (2003) encontraram acidez média de 2,27%. Em estudo com polpas congeladas de cupuaçu comercializadas em Boa Vista (RR), Souza; Smiderle (2004) encontraram acidez em ácido cítrico variando de 2,64% a 4,08%, com todas as polpas apresentando valores superiores ao mínimo estabelecido no PIQ.

#### **4.3.2.4 Teor de vitamina C**

Ainda que o teor de vitamina C não tenha sido significativo na análise de variância (tabela 7), as médias são apresentadas na tabela 11 com a finalidade de compará-las com os padrões da legislação. O teor mínimo de vitamina C estabelecido na legislação é 18,00 mg/100g, estando, portanto, as marcas A, D e E com teor de ácido ascórbico abaixo do mínimo (tabela 11). Segundo a informação nutricional do rótulo do produto da marca A, o conteúdo de vitamina C é de 0,30 mg/100g, ou seja, em desacordo com o mínimo estabelecido pelo PIQ, o que sugere ocorrência de erro na formulação da informação nutricional.

A média geral do conteúdo de vitamina C foi 15,62 mg/100g, com faixa de variação de 5,28 (marca D) a 35,22 mg/100g (marca C), conforme apresentado na tabela 12. Os resultados da medição do conteúdo desta vitamina em amostras de polpa do sabor cupuaçu analisadas pela CEPLAC/CEPEC variaram de 84,8 a 125,9 mg/100g (MORORÓ, 2000) e são bastante superiores aos constatados no presente estudo. Bueno et al. (2002) em avaliação de polpas congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), encontraram teor de ácido ascórbico de 25,8 mg/100g para a polpa de cupuaçu.

#### **4.3.2.5 Acidez titulável em solução molar, relação °Brix/acidez total**

A legislação não estabelece valores para acidez titulável em solução molar e relação °Brix/acidez para a polpa de cupuaçu. Os valores máximos, mínimos e média geral detectados para estes parâmetros foram, respectivamente: 8,5% (marca D), 36,6% (marca A) e 21,26%, para acidez em solução molar; 4,70 (marca D), 12,96 (marca A) e 7,24 para a relação °Brix/acidez (tabela 12).

Bueno et al. (2002) em estudo com polpas congeladas de cupuaçu comercializadas em São José do Rio Preto (SP) relataram que a acidez titulável das amostras foi de 29,4% (média), valor próximo à média constatada no presente trabalho.

Em avaliação da qualidade de polpas congeladas de cupuaçu comercializadas em Boa Vista (RR), Souza; Smiderle (2004) encontraram valores mínimos e máximos para a relação °Brix/acidez de 1,80 e 4,02, respectivamente, os quais apresentam diferença em relação aos resultados obtidos na presente pesquisa. Esta variação pode ser creditada às diferentes origens dos frutos, uma vez que a relação °Brix/acidez está ligada ao equilíbrio entre açúcares e ácidos na fruta, o qual é determinado por características genéticas e pelo grau de maturação dos frutos, condições climáticas, além de práticas de processamento inapropriadas (adição de água, levando à diluição do produto), entre outros fatores (KLUGE et al., 1997).

#### **4.3.3 Polpa de goiaba**

##### **4.3.3.1 Sólidos solúveis totais (TSS), pH e teor de vitamina C**

Para a polpa de goiaba, somente a marca A encontrava-se de acordo com o PIQ em relação aos parâmetros sólidos solúveis totais (mínimo 7,00 °Brix) e teor de vitamina C (mínimo 40,00 mg/100g). Quanto ao pH, as marcas A e D estavam dentro dos limites estabelecidos pelo PIQ (de 3,5 a 4,2), conforme apresentado na tabela 13.

Para os sólidos solúveis, o valor mínimo constatado foi 3,1 °Brix (marca B); o valor máximo, 9,0 °Brix (marca A) e a média geral, 5,39 °Brix. Quanto ao pH, os valores mínimo e máximo foram 3,82 (marca A) e 5,22 (marca B), respectivamente, com média 4,38. Para o ácido ascórbico, o resultado mínimo foi 3,52 mg/100g (marca B), enquanto que o máximo foi 58,12 mg/100g (marca A), com média geral de 18,20 mg/100g (tabela 14).

Tabela 13- Comparação entre as médias (Tukey) de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de goiaba comercializadas em Boa Vista /RR.

<b>Marcas</b>	<b>TSS (°Brix)</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez em sol. molar (%)</b>	<b>Acidez em ácido cítrico (g/100g)</b>	<b>°Brix/ Acidez total</b>	<b>Vitamina C (mg/100g)</b>
<b>A</b>	8,43 a	3,86 d	10,77 a	0,69 a	12,81 d	53,42 a
<b>B</b>	3,43 c	5,03 a	1,40 c	0,09 a	40,33 a	7,63 b
<b>C</b>	3,57 bc	4,61 b	2,30 bc	0,15 a	25,29 b	7,63 b
<b>D</b>	6,20 ab	4,15 cd	8,80 ab	0,56 a	11,10 e	12,92 b
<b>E</b>	5,30 bc	4,25 c	5,3 abc	0,34 a	15,49 c	9,39 b

\* Na coluna, letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

\*\* Médias de 3 repetições.

Amostras de polpas de goiaba analisadas pela CEPLAC/CEPEC apresentaram resultados que oscilaram de 7,1 a 11,2 °Brix (MORORÓ, 2000). Bueno et al. (2002) em avaliação de polpas congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), encontraram média de sólidos solúveis para a polpa de goiaba igual a 8,7 °Brix; enquanto que Brunini; Oliveira; Varanda (2003), em avaliação da qualidade de polpa de goiaba armazenada a -20°C, encontraram para este parâmetro o valor de 9,09 °Brix. Os baixos resultados observados no presente estudo em comparação com os valores relatados por outros pesquisadores são sugestivos de que tenha ocorrido diluição do produto por adição de água, ou podem ser devido às características dos frutos utilizados na produção.

Resultados fornecidos por Mororó (2000) mostram que os valores de pH para as polpas de goiaba analisadas situavam-se entre 3,7 e 4,7. Lima; Martins; Silva (2001) em avaliação de polpas de goiaba congeladas comercializadas no estado do Ceará encontraram pH de 3,7; resultado similar ao constatado por Bueno et al. (2002) em pesquisa da qualidade de polpas congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), no qual foi encontrado pH médio de 3,8 para as polpas do sabor goiaba. Brunini; Oliveira; Varanda (2003), em avaliação da qualidade de polpa de goiaba armazenada a -20°C, encontraram pH de 3,15. Os valores de pH verificados na presente pesquisa foram superiores aos relatados nos estudos acima, o que pode ser devido às diferenças de matéria-prima.

Tabela 14 - Resultados máximos, mínimos e média geral de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de goiaba comercializadas em Boa Vista/RR considerando todas as marcas analisadas.

<b>Resultados</b>	<b>TSS (°Brix)</b>	<b>pH</b>	<b>Acidez em sol. molar (%)</b>	<b>Acidez em ác. cítrico (g/100g)</b>	<b>°Brix/ Acidez total</b>	<b>Vitamina C (mg/100g)</b>
<b>Mínimo</b>	3,10	3,82	1,30	0,08	9,35	3,52
<b>Máximo</b>	9,00	5,22	12,80	0,82	45,00	58,12
<b>Média</b>	5,39	4,38	5,71	0,37	21,00	18,20

Os teores de vitamina C detectados no presente estudo são baixos, uma vez que, segundo Manica et al. (2000), a goiaba é uma fonte riquíssima desta vitamina, cujo conteúdo varia de 55 a 1014 mg/100g de polpa. Este fato pode ser atribuído ao grau de maturação da matéria-prima, cultivar, local e manejo, bem como a falhas no processo de fabricação ou adição de água, diluindo o produto. Para a polpa da marca A, o percentual médio de vitamina C (tabela 13) foi superior ao declarado na informação nutricional do rótulo do produto, onde constava que o teor desta vitamina era de 45 mg/100g de polpa. Os teores de vitamina C em amostras de polpa de goiaba analisadas pela CEPLAC/CEPEC foram de 36,2 mg/100g (mínimo) e 51,4 mg/100g (máximo) (MORORÓ, 2000). Bueno et al. (2002) em avaliação de polpas congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), constataram, para a polpa de goiaba, teor médio de ácido ascórbico de 62,1 mg/100g, resultado próximo ao verificado por Brunini; Oliveira; Varanda (2003) em avaliação da qualidade de polpa de goiaba armazenada a -20°C, no qual foi detectado 67,86 mg de vitamina C/100g de polpa.

#### **4.3.3.2 Acidez em ácido cítrico**

As médias de acidez em ácido cítrico são apresentadas na tabela 13 somente visando a comparação com os valores estabelecidos pelo PIQ, uma vez que na Anova não foi verificada significância em relação a este parâmetro (tabela 7). Desse modo, as polpas A e D atendiam ao mínimo de acidez em ácido cítrico (0,40 g/100g) exigido pela legislação (tabela 13).

Os resultados analíticos deste parâmetro situaram-se entre 0,08 g/100g (marca B) e 0,82 g/100g (marca A), com média de 0,37 g/100g (tabela 14); estes valores são baixos, o que pode ser atribuído aos mesmos fatores descritos para o baixo conteúdo de ácido ascórbico. Os resultados analíticos mínimo e máximo para polpa de goiaba relatados por Mororó (2000) foram 0,2% e 0,9 %, respectivamente, sendo o valor máximo semelhante ao detectado no presente trabalho. Por sua vez, Bueno et al. (2002), em avaliação de polpas de goiaba congeladas comercializadas em São José do Rio Preto (SP), encontraram acidez média de 0,8%, enquanto que Brunini; Oliveira; Varanda (2003), ao analisar a qualidade de polpa de goiaba armazenada a -20°C, detectaram acidez de 0,406%.

#### **4.3.3.3 Acidez titulável em solução molar, relação °Brix/acidez total**

Para polpa de goiaba, o PIQ não estabelece valores para acidez titulável em solução molar e relação °Brix/acidez. Os resultados encontrados para a acidez em solução molar foram: 1,3% (mínimo, para a marca B), 12,8% (máximo, para a marca A) e 5,71% (média); ao passo que, para a relação °Brix/acidez, os resultados apresentaram uma ampla faixa de variação, de 9,35 (marca D) a 45,00 (marca B), com média de 21,00 (tabela 14), o que pode ser atribuído às diferenças entre a matéria-prima. Ao analisar polpas congeladas do sabor goiaba comercializadas em São José do Rio Preto (SP), Bueno et al. (2002) encontraram acidez de 12,0%, valor superior à média constatada no presente estudo.

#### **4.3.4 Polpa de maracujá**

##### **4.3.4.1 Sólidos solúveis totais (TSS)**

Para sólidos solúveis em °Brix, as marcas D e E apresentaram médias inferiores ao mínimo (11,00 °Brix) exigido pela legislação (tabela 15).

Conforme apresentado na tabela 16, os sólidos solúveis variaram de 3,00 °Brix (marca E) a 15,80 °Brix (marca C), com média de 9,41 °Brix. Estes resultados são baixos, indicando processamento inadequado, com diluição do produto ou podem ser creditados à qualidade da matéria-prima. Os resultados analíticos de polpas de maracujá avaliadas pela CEPLAC/CEPEC variaram, para sólidos solúveis, de 11,8 °Brix a 17,0 °Brix (MORORÓ, 2000), valores mais elevados que os verificados no presente estudo.

Tabela 15 - Comparação entre as médias (Tukey) de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de maracujá comercializadas em Boa Vista/RR.

Marcas	TSS (°Brix)	pH	Acidez em sol. molar (%)	Acidez em ác. cítrico (g/100g)	°Brix/ Acidez total	Vitamina C (mg/100g)	Glicídios reduz. em glicose (%)
A	12,53 a	3,43 b	52,93 a	3,39 a	3,70 c	13,50 a	4,57 b
B	11,83 a	3,66 ab	28,23 b	1,81 a	6,58 b	35,22 a	2,82 b
C	13,53 a	3,95 a	32,67 b	2,09 a	6,56 b	12,92 a	8,42 a
D	5,97 b	3,72 ab	11,50 c	0,73 a	8,31 a	7,04 a	4,05 b
E	3,20 c	3,46 b	14,17 c	0,91 a	3,83 c	5,87 a	1,77 b

\* Na coluna, letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey à 1% de probabilidade.

\*\* Médias de 3 repetições.

#### 4.3.4.2 pH

Segundo o PIQ para polpa de maracujá, o pH deve situar-se entre 2,7 e 3,8; portanto, apenas a marca C estava em desacordo com a legislação, por apresentar a média deste parâmetro acima do máximo estabelecido (tabela 15), o que está relacionado à matéria-prima. Os valores máximo, mínimo e média para o pH foram, respectivamente: 3,39 (marca E), 4,14 (marca C) e 3,64 (tabela 16); estes valores são superiores aos descritos por outros pesquisadores: os resultados analíticos de pH relatados por Mororó (2000) para este sabor de polpa de fruta oscilaram de 2,5 a 3,2; enquanto que Lima; Martins; Silva (2001) em avaliação de polpas congeladas de maracujá comercializadas no estado do Ceará, encontraram valores de pH de 2,8 e 3,0.

#### 4.3.4.3 Acidez em ácido cítrico

Quanto à acidez em ácido cítrico, mesmo que esta variável não tenha sido significativa na análise de variância (tabela 7), as médias são apresentadas (tabela 15) com a finalidade de compará-las à legislação em vigor. Desse modo, apenas a marca A apresentou média de acidez total em ácido cítrico superior ao mínimo estipulado pelo PIQ, que é 2,50 g/100g.

Tabela 16 - Resultados máximos, mínimos e média geral de parâmetros físico-químicos de amostras de polpas de maracujá comercializadas em Boa Vista/RR considerando todas as marcas analisadas.

Resultados	TSS (°Brix)	pH	Acidez em sol. molar (%)	Acidez em ác. cítrico (g/100g)	°Brix/Acidez total	Vitamina C (mg/100g)	Glicídios redut. em glicose (%)
<b>Mínimo</b>	3,00	3,39	8,70	0,56	2,97	5,28	1,61
<b>Máximo</b>	15,80	4,14	53,30	3,41	10,32	61,64	10,39
<b>Média</b>	9,41	3,64	27,90	1,79	5,80	14,91	4,33

Na tabela 16 são apresentados os resultados máximo e mínimo, além da média, para acidez em ácido cítrico, que foram, respectivamente: 0,56 g/100g, detectado em amostra da marca E; 3,41 g/100g, verificado em amostra da marca A e 1,79 g/100g. Os valores de acidez em ácido cítrico de polpas de maracujá analisadas pela CEPLAC/CEPEC situaram-se entre 2,6% e 5,0% (MORORÓ, 2000), sendo estes resultados mais elevados que os obtidos no presente trabalho. Assim como discutido para os sólidos solúveis, os baixos valores de acidez são sugestivos de adição de água ao produto ou devem-se a variações da matéria-prima empregada.

#### 4.3.4.4 Acidez titulável em solução molar, relação °Brix/acidez total, glicídios redutores em glicose e teor de vitamina C

Para os parâmetros acidez em solução molar, relação °Brix/acidez total, glicídios redutores e vitamina C, O PIQ para polpa de maracujá não fixa valores. Os resultados obtidos neste estudo para estas características são apresentados na tabela 16. Quanto ao teor de vitamina C, ainda que este parâmetro não tenha sido significativo na análise de variância (tabela 7), as médias são apresentadas (tabela 15) com o objetivo de compará-las à legislação em vigor. A acidez em solução molar apresentou ampla faixa de variação: de 8,70% (marca E) a 53,30% (marca A), com média de 27,90. Por sua vez, a relação °Brix/acidez situou-se entre 2,97(marca E) e 10,32 (marca D), apresentando média de 5,80; enquanto que, para glicídios redutores, a média foi 4,33%, com valores entre 1,61%, detectados em amostra da marca E e 10,39%, para a marca C.

Quanto ao conteúdo de vitamina C, os resultados variaram de 5,28 (valor encontrado em amostras das marcas D e E) a 61,64 mg/100g (marca B), com média de 14,91 mg/100g, sendo que estes resultados situam-se numa faixa de variação bem mais ampla do que os

valores detectados em amostras de polpas de maracujá analisadas pela CEPLAC/CEPEC, os quais variaram de 26,1 a 33,4 mg/100g (MORORÓ, 2000). No presente estudo, os valores mínimo e máximo de vitamina C são extremos, indicando diferenças de matéria-prima e/ou processamento inadequado de alguns fabricantes. Para as polpas da marca A, na informação nutricional do rótulo do produto consta que o teor de vitamina C é de 5,00 mg/100g de polpa; o valor médio encontrado para esta marca é superior ao do rótulo do produto, podendo ser atribuído à qualidade da matéria-prima.

Na maior parte da literatura consultada, não foram encontrados estudos cujos resultados tivessem sido submetidos a tratamento estatístico. No presente trabalho, ao se realizar a análise estatística dos dados, buscou-se um maior rigor na avaliação dos resultados, uma vez que as diferentes marcas e sabores, sua interação e a correlação entre variáveis distintas foram comparadas estatisticamente.

Em relação ao conteúdo de vitamina C, 73,33% do total de amostras analisadas estavam em desacordo com o valor mínimo fixado no PIQ (tabela 17), sendo este o parâmetro para o qual foi observado o maior percentual de amostras de polpas de frutas inadequadas. Até mesmo em polpas cujas frutas são ricas em vitamina C, como por exemplo, nas polpas de acerola e de goiaba, o conteúdo desta vitamina foi baixo. Uma vez que o teor de vitamina C é indicativo da qualidade do alimento e do efeito do processamento sobre a retenção de nutrientes (CHITARRA; CHITARRA, 2005), verifica-se que o processamento das marcas avaliadas não é satisfatório, pois as características físico-químicas e nutricionais das frutas utilizadas como matéria-prima não estão sendo mantidas no produto final.

Tabela 17 – Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR inadequadas em relação ao Padrão de Identidade e Qualidade, de acordo com os parâmetros físico-químicos.

<b>Parâmetro físico-químico</b>	<b>Amostras inadequadas (%)</b>
Acidez em ácido cítrico	63,33
pH	20,00
Sólidos solúveis (TSS)	50,00
Vitamina C*	73,33

\*Exceto para polpa de maracujá, cujo PIQ não fixa valores para este parâmetro

Ao se avaliar o percentual de amostras inadequadas por sabor do produto, a polpa de cupuaçu apresentou o menor índice (73,33%), enquanto que os demais sabores apresentaram taxas iguais de inadequação, no valor de 80% (tabela 18).

Tabela 18 – Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR inadequadas em relação ao Padrão de Identidade e Qualidade, de acordo com o sabor.

Sabor	Amostras inadequadas (%)*
Acerola	80,00
Cupuaçu	73,33
Goiaba	80,00
Maracujá	80,00

\* n= 15 (por sabor)

Considerando-se o total de amostras submetidas à análise físico-química, 78,33% delas apresentaram-se inadequadas em relação aos limites determinados pelos PIQs para cada sabor de polpa de fruta (tabela 19). Destas, 73,33% correspondiam às amostras de polpas *in natura* (marcas B, C, D e E) e 5,00% correspondiam às amostras de polpas submetidas à pasteurização (marca A).

O percentual de amostras inadequadas verificado no presente trabalho (tabela 19) é superior aos valores relatados em outros estudos, o que indica que o processo produtivo dos fabricantes que fornecem polpas de frutas ao mercado local não é satisfatório. Oliveira et al. (1999) em análise físico-química de polpas congeladas produzidas e comercializadas por empresas paraibanas e pernambucanas, observaram que 40,7% das polpas de acerola analisadas estavam em desacordo com a legislação em vigor na época; enquanto que, no presente trabalho, 80% das amostras de polpa de acerola estavam inadequadas (tabela 18). Ao analisar o perfil químico de qualidade de polpas de acerola comercializadas no estado da Bahia, Oliveira et al. (2000) constataram que, considerando-se todos os parâmetros analisados, 60% das polpas de acerola estavam em desacordo com o padrão, valor menor do que o obtido na presente pesquisa para este sabor. Por sua vez, Bueno et al. (2002), em avaliação de polpas congeladas de diferentes sabores comercializadas em São José do Rio Preto (SP), observaram que 31% das amostras estavam em desacordo com os parâmetros

legais quanto às características físico-químicas; ao passo que, no presente estudo, ao se considerar todas as amostras analisadas, 78,33% estavam em desacordo com o PIQ .

Tabela 19 – Percentual de amostras de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR inadequadas em relação ao Padrão de Identidade e Qualidade, de acordo com a marca, em relação ao número total de amostras e ao número de amostras por marca.

Marca	Percentual de inadequação	
	n= 60*	n= 12**
<b>A</b>	5,00	25,00
<b>B</b>	16,67	83,33
<b>C</b>	16,67	83,33
<b>D</b>	20,00	100,00
<b>E</b>	20,00	100,00
<b>TOTAL</b>	78,33	---

\* n° total de amostras

\*\* n° de amostras por marca

As variações de alguns parâmetros avaliados em relação aos resultados de outros autores podem ser creditadas às diferenças de qualidade das matérias-primas, as quais provêm de diferentes fontes, tais como de produção própria dos fabricantes, centrais de abastecimento, adquiridas de outros estados; ou às condições de processamento inadequadas, como por exemplo, emprego de congelamento lento, levando a uma grande heterogeneidade do produto final.

Para ser considerado adequado em relação aos padrões legais, o lote do produto deve satisfazer às exigências microbiológicas e físico-químicas. No aspecto microbiológico, a legislação vigente no âmbito da Anvisa (BRASIL, 2001), apresenta um plano de amostragem; contudo, a normatização do Ministério da Agricultura (BRASIL, 2000), não faz referência à amostra representativa. Deste modo, no presente estudo, para o grupo coliformes termotolerantes e *Salmonella sp.*, a avaliação da adequação dos lotes foi realizada de acordo com a tolerância para amostra representativa. Para bolores e leveduras foi considerada a média das contagens das repetições por lote, uma vez que este grupo de microrganismos só é contemplado pela norma do Ministério da Agricultura, a qual fixa apenas os limites

microbiológicos máximos (BRASIL, 2000). Na avaliação da condição físico-química, foram consideradas as médias das 3 repetições.

As polpas de frutas da marca A, que corresponde à polpa de fruta pasteurizada e proveniente de outro estado, foram as que apresentaram maior índice de adequação aos limites estabelecidos pelo PIQ, pois esta marca foi a única satisfatória para os sabores acerola, goiaba e maracujá. Para o sabor cupuaçu, por sua vez, a única marca adequada à legislação em vigor foi a marca B, fabricada por produtor local e não pasteurizada (tabela 20). Assim, conclui-se que, para os lotes das marcas avaliadas, a pasteurização gerou produtos de melhor qualidade do ponto de vista físico-químico e as polpas de frutas produzidas por fabricantes locais apresentaram maior índice de resultados insatisfatórios. Este resultado está de acordo com as condições de processamento observadas nas unidades fabris locais, refletindo-se no produto final.

Para a polpa de acerola, somente as polpas da marca A apresentaram resultados adequados em relação ao PIQ para todos os parâmetros avaliados. As marcas C, D e E, por sua vez, apresentaram-se adequadas somente em relação aos sólidos solúveis e pH; enquanto que a marca B estava de acordo com os padrões apenas em relação ao pH. Para este sabor de polpa, portanto, a única marca de acordo com a legislação em vigor quanto aos parâmetros físico-químicos, foi a marca A. Em relação ao aspecto microbiológico, apenas a marca A estava adequada para todos os parâmetros. Portanto, considerando-se os parâmetros microbiológicos e físico-químicos, para o sabor acerola, apenas o lote da marca A estava adequado quanto aos padrões legais (tabela 20).

Em relação aos parâmetros físico-químicos analisados para as polpas de cupuaçu, apenas as polpas da marca B apresentaram-se de acordo com os padrões estabelecidos pelo PIQ para este sabor. As polpas da marca A estavam inadequadas quanto ao conteúdo de vitamina C e as da marca C, inadequadas em relação aos sólidos solúveis. As marcas D e E, por sua vez, estavam adequadas somente em relação ao pH. Portanto, quanto ao sabor cupuaçu, a marca B, produzida por fabricante local, foi a única adequada ao consumo em relação às características físico-químicas de qualidade. Por sua vez, no aspecto microbiológico, as polpas da marca A e da marca B estavam satisfatórias, uma vez que os lotes das demais marcas apresentaram bolores e leveduras acima do limite máximo aceitável. Ao se considerar os parâmetros físico-químicos e microbiológicos conjuntamente, somente a marca B encontrava-se adequada em relação aos parâmetros estabelecidos pela legislação (tabela 20).

Com relação ao PIQ para polpa de goiaba, apenas a marca A apresentou resultados satisfatórios para todos os parâmetros analisados, enquanto que as polpas das marcas B, C e E apresentaram resultados insatisfatórios para todos os parâmetros. As polpas da marca D, por sua vez, estavam insatisfatórias em relação ao conteúdo de vitamina C e aos sólidos solúveis. Sob o ponto de vista da qualidade físico-química, verificou-se que a marca A era a única que se encontrava de acordo com a legislação em vigor; contudo, considerando-se a qualidade microbiológica, todas as marcas apresentaram crescimento de bolores e leveduras acima do aceitável. Portanto, entre os lotes de polpa de goiaba avaliados, nenhum se encontrava de acordo com os parâmetros legais (tabela 20).

Para a polpa de fruta sabor maracujá, as marcas C, D e E encontravam-se de acordo com o PIQ somente em relação a um parâmetro; enquanto que a marca B apresentava-se dentro do limite em dois parâmetros. As polpas da marca A, por sua vez, estavam adequadas em todos os parâmetros analisados para os quais existem padrões fixados no PIQ, sendo, portanto, a única marca satisfatória quanto às características físico-químicas. Ao se considerar o aspecto microbiológico, todas as marcas apresentaram-se inadequadas devido ao crescimento de bolores e leveduras em níveis inaceitáveis para o consumo humano, exceto a marca A. Deste modo, para o sabor maracujá, somente a marca A estava adequada em relação às exigências da legislação (tabela 20).

Portanto, considerando-se os parâmetros microbiológicos e físico-químicos estabelecidos pela legislação em vigor, somente 15% dos lotes de polpas de frutas analisados estavam adequados; destes, 10% eram da marca A e 5% da marca B.

O elevado número de amostras em desacordo com o padrão pode ser atribuído a causas diversas como: processo produtivo inadequado, mão-de-obra não qualificada, baixa qualidade e/ou mau estado de conservação da matéria-prima, falhas na etapa de seleção da matéria-prima, diluição do produto por adição de água, ocorrência de processo fermentativo da matéria-prima e/ou do produto final, emprego de congelamento lento, não aplicação das Boas Práticas de Fabricação (BPF), entre outros, que podem estar influenciando diretamente na qualidade das polpas. Sugere-se, para melhoria da qualidade das polpas de frutas, um maior rigor na escolha dos fornecedores, seleção criteriosa da matéria-prima, de forma que esta apresente homogeneidade em relação aos parâmetros de qualidade, processamento imediato dos frutos, emprego de congelamento rápido, qualificação da mão-de-obra, uso de vestuário adequado, aplicação do sistema de Análise de Perigos e Pontos Críticos de Controle (APPCC) e adoção das Boas Práticas de Fabricação (BPF) como forma de garantir a qualidade do produto.

Tabela 20 – Adequação das marcas de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR quanto aos parâmetros legais, de acordo com os lotes.

Sabores	Marcas	Coliformes	<i>Salmonella sp.</i>	Bolores e leveduras	Condição microbiológica*	TSS	pH	Acidez em ácido cítrico	Vitamina C	Condição físico-química**	Condição final
<b>Acerola</b>	A	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.
	B	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.
	C	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.
	D	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.
	E	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.
<b>Cupuaçu</b>	A	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.
	B	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.
	C	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.
	D	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.
	E	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.
<b>Goiaba</b>	A	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Inad.
	B	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.
	C	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.
	D	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.
	E	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.	Inad.
<b>Maracujá</b>	A	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	Adeq.	--- ***	Adeq.	Adeq.
	B	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Adeq.	Adeq.	Inad.	--- ***	Inad.	Inad.
	C	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Adeq.	Inad.	Inad.	--- ***	Inad.	Inad.
	D	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Adeq.	Inad.	--- ***	Inad.	Inad.
	E	Adeq.	Adeq.	Inad.	Inad.	Inad.	Adeq.	Inad.	--- ***	Inad.	Inad.

Adeq.: adequado; Inad.: inadequado. / \*Condição microbiológica: amostragem representativa para coliformes e *Salmonella sp.*; média de 5 repetições para bolores e leveduras. /

\*\*Condição físico-química: média de 3 repetições. / \*\*\* ---: o PIQ não fixa valores para este parâmetro.

A situação deste segmento produtivo do estado de Roraima exige investimentos financeiros, implantação de práticas e sistemas de controle de qualidade e treinamento de pessoal a fim de atender às exigências mínimas da legislação, agregar valor econômico ao produto, buscando o crescimento das empresas locais e a expansão do mercado consumidor atual. Quanto às polpas provenientes de outros estados, é necessário que os comerciantes locais exijam maior rigor em relação às condições de transporte, além de realizar uma seleção criteriosa de seus fornecedores.

Por outro lado, as autoridades sanitárias devem tomar medidas rigorosas a fim de que as indústrias atendam à legislação, visando resguardar a saúde pública e os direitos do consumidor.

#### 4.4 Avaliação da perda de vitamina C durante o armazenamento

As polpas de acerola analisadas apresentaram uma redução bastante significativa do teor de vitamina C durante o período de armazenamento avaliado (tabela 21, figuras 12 e 13), ou seja, a qualidade nutricional do produto não foi preservada durante a estocagem sob congelamento.

Tabela 21 – Perda média de vitamina C em amostras de polpas de acerola pasteurizada (marca A) e não submetida a tratamento térmico (marca B) comercializadas em Boa Vista/RR, durante o armazenamento por 90 dias.

Dia	MARCA A		MARCA B	
	Vitamina C (mg/100g)	Perda acumulada (%)	Vitamina C (mg/100g)	Perda acumulada (%)
01	1853.37	0	736.18	0
15	1516.39	18.35	403.90	45.45
30	1401.92	24.71	298.82	58.85
45	1159.46	37.35	206.06	71.73
90	772.87	58.77	149.56	79.33

O teor inicial médio de vitamina C das polpas analisadas foi de 1853,37 mg/100g e 736,18 mg/100g para as marcas A e B, respectivamente (tabela 21), caracterizando a polpa da marca A como uma ótima fonte desta vitamina, mesmo após sofrer processamento térmico. Por sua vez, a polpa da marca B, que corresponde ao produto que não sofreu tratamento térmico,

apresentava teor de vitamina C abaixo do mínimo estabelecido pelo Padrão de Identidade e Qualidade (PIQ) para polpa de acerola, que é 800 mg/100g (BRASIL, 2000). Este baixo teor inicial de vitamina C pode estar relacionado às características da matéria-prima (cultivar, grau de maturação, clima, práticas de cultura, etc) ou ser atribuído a deficiências do processo produtivo, tais como falhas na seleção da matéria-prima, emprego de congelamento lento e adição de água, levando à diluição do produto.

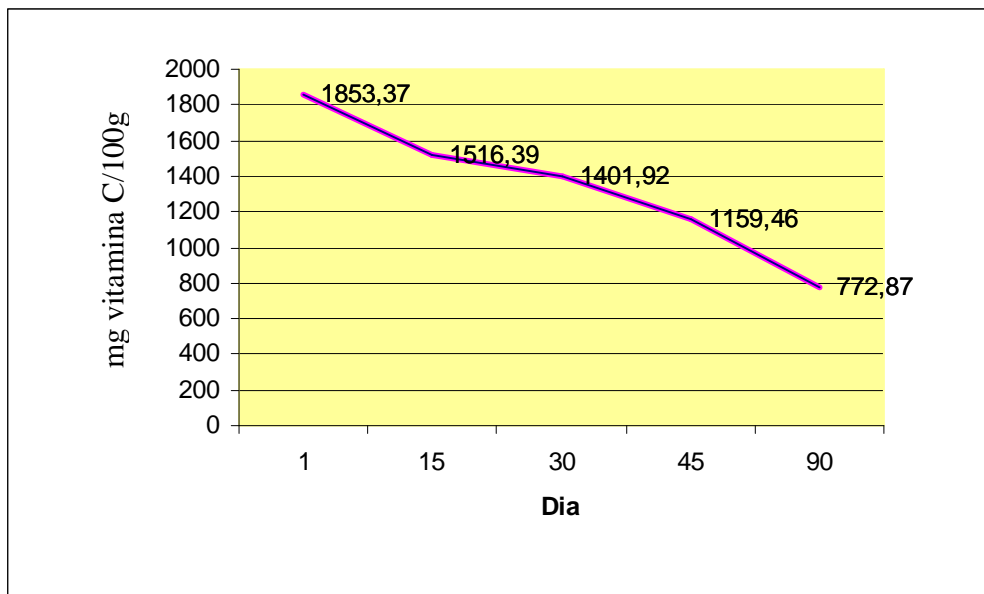


Figura 12: Perda média do teor de vitamina C em amostras de polpa de acerola pasteurizada (marca A) comercializadas em Boa Vista/RR durante o armazenamento por 90 dias.

Aos 90 dias, o maior percentual médio de perda acumulada foi na polpa da marca B, com 79,33% de perda e apresentando média de vitamina C de 149,56 mg/100g, conforme demonstrado na tabela 21 e figura 13. A polpa da marca A, por sua vez, apresentou um percentual médio de perda inferior (58,77%), com conteúdo médio de vitamina C de 772,87 mg/100g aos 90 dias (tabela 21 e figura 12). A maior perda verificada para a polpa da marca B pode ser explicada pelo fato de que, por não ter sido pasteurizada, a atividade enzimática não foi paralisada, levando a uma maior degradação da vitamina (MORORÓ, 2000; YAMASHITA et al., 2003).

As polpas avaliadas apresentavam diferença quanto às datas de fabricação e, conseqüentemente, quanto ao início da medição de vitamina C: a polpa da marca A teve a primeira medição do teor de vitamina C após 4 meses e 15 dias da sua fabricação; ao passo que a

polpa da marca B teve a primeira análise 14 dias após a sua fabricação. Ao final das medições, ou seja, no dia 90, a polpa A estava com 7 meses e 15 dias de vida útil; portanto, ainda faltavam 4 meses e 15 dias para expirar a validade determinada pelo fabricante. A polpa da marca B, por sua vez, estava com 3 meses e 14 dias de vida útil no dia 90, faltando, portanto, 8 meses e 16 dias para o seu vencimento. Aos 90 dias de armazenamento, para a polpa da marca A apenas uma repetição encontrava-se com teor de vitamina C acima do limite mínimo estabelecido pelo PIQ; para a polpa da marca B, nenhuma das repetições alcançava o mínimo estabelecido. É importante ressaltar que, para a marca B, apenas a repetição 1 apresentava teor de vitamina C acima do limite mínimo na primeira medição, ou seja, no dia 1.

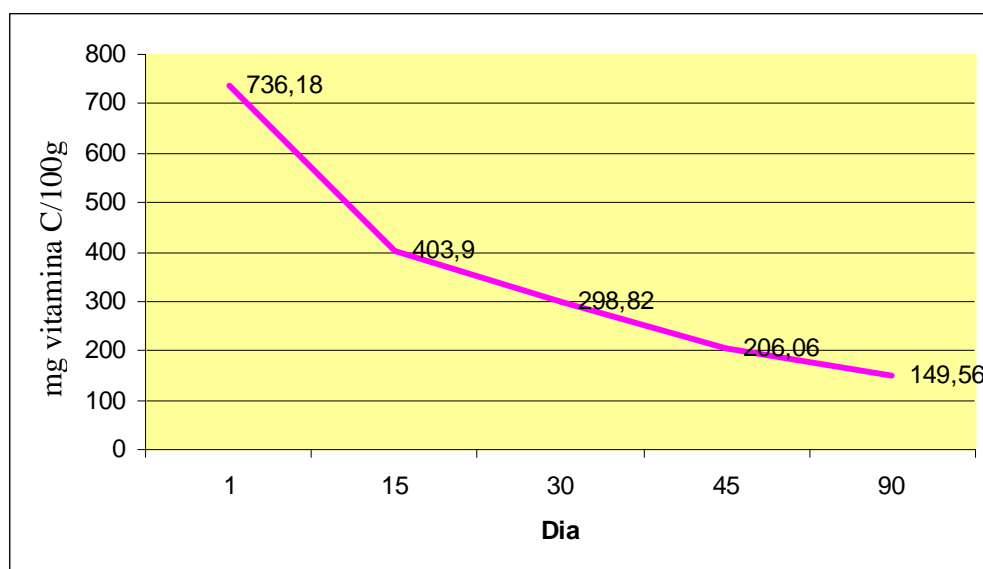


Figura 13: Perda média do teor de vitamina C em amostras de polpa de acerola não submetida a tratamento térmico (marca B) comercializadas em Boa Vista/RR durante o armazenamento por 90 dias.

A legislação em vigor no país prevê a obrigatoriedade da rotulagem nutricional para alimentos e bebidas embaladas, sendo permitida uma variação de no máximo 20% a mais do que o valor especificado no rótulo (BRASIL, 2003). Com o objetivo de atender ao exigido na legislação, os fabricantes de polpas de frutas deveriam determinar o teor inicial e a perda de vitamina C ao longo da armazenagem, a fim de estimar o teor deste nutriente no final da vida útil do produto e adequá-lo à rotulagem. No caso das polpas analisadas, cujo prazo de validade especificado no rótulo é de 12 meses, é provável que, ao final da vida útil determinada pelo

fabricante, o produto contenha teor mínimo de vitamina C, o que é, sem dúvida, um grande prejuízo ao consumidor, uma vez que o elevado conteúdo de vitamina C é o principal atrativo nutricional do produto. A grande perda de vitamina C verificada durante o armazenamento gera sérios questionamentos em relação à vida útil atribuída a essa classe de produtos, pois, segundo Jay (2005), o tempo de vida-de-congelador deve ser determinado pelas características sensoriais e qualidade nutritiva do alimento após o descongelamento.

Em relação às medições realizadas do dia 1 ao dia 45 (medições quinzenais), ambas as marcas apresentaram o maior percentual de perda nos primeiros 15 dias de avaliação, com uma taxa de redução neste período de 18,35% para a polpa da marca A e de 45,45% para a polpa da marca B (tabela 21). Gomes; Figueiredo; Queiroz (2004) em avaliação da perda do teor de ácido ascórbico da polpa de acerola em pó armazenada em temperatura ambiente, constataram que as maiores perdas percentuais concentraram-se nos primeiros vinte dias de armazenagem. Este resultado é semelhante ao verificado para a polpa da marca B, que teve sua primeira medição de vitamina C no 14º dia de fabricação e apresentou a maior taxa de perda na primeira quinzena avaliada, ou seja, até o 29º dia após a data de fabricação. Quanto à polpa da marca A, não é possível realizar comparações, uma vez que as medições foram iniciadas após os primeiros 4 meses de fabricação.

Yamashita et al. (2003), ao estudar a estabilidade da vitamina C na acerola *in natura* e em produtos de acerola durante 4 meses de armazenagem, encontraram, no início do experimento, para polpa pasteurizada congelada, teor inicial de  $1360 \pm 26$  mg de vitamina C/100g amostra. Este valor é inferior ao determinado no presente estudo para a polpa da marca A, porém mais elevado que o valor detectado para a polpa da marca B. Naquele experimento, as amostras de polpa foram armazenadas a  $-12^{\circ}\text{C}$  e a  $-18^{\circ}\text{C}$  e apresentaram, após os quatro meses de armazenagem, uma pequena perda, de aproximadamente 3% em ambas as temperaturas de estocagem, ou seja, não houve diferença significativa de degradação entre as temperaturas. O suco de acerola pasteurizado em garrafa, mantido a temperatura ambiente, apresentou uma perda de 32% de vitamina C e a fruta *in natura* congelada apresentou perdas na ordem de 43% e 19% a  $-12^{\circ}\text{C}$  e a  $-18^{\circ}\text{C}$ , respectivamente. Assim, os autores daquele estudo constataram que a estabilidade da vitamina C em produtos de acerola depende tanto do tipo de processamento como da temperatura de armazenagem; sendo que os produtos que combinaram a pasteurização com o congelamento (no caso, a polpa da fruta) apresentaram maior retenção desta vitamina, resultado

similar ao obtido no presente estudo. Portanto, para polpa de fruta não submetida a tratamento térmico, a temperatura de armazenagem é importante, uma vez que a atividade enzimática não é paralisada.

A significativa diferença na perda de vitamina C da polpa pasteurizada entre o presente estudo e os resultados relatados por Yamashita et al. (2003) pode ser atribuída aos seguintes fatores: a polpa pasteurizada (marca A) analisada no presente estudo foi produzida em estado da região Nordeste, o que significa que foi transportada por uma distância considerável até chegar ao mercado consumidor do estado de Roraima e, talvez as condições de transporte não tenham sido as ideais, o que pode levar a uma maior taxa de degradação vitamínica e alterar a vida útil do produto. Outro fator a ser considerado em relação à diferença da taxa de degradação nos dois estudos é quanto à eficiência do processo produtivo, uma vez que as marcas analisadas são distintas.

A perda de vitamina C durante o armazenamento de frutas e produtos de frutas já foi descrita em diversos outros estudos. Brunini; Durigan; Oliveira (2002), ao avaliar alterações de polpa de manga congelada, constataram que os teores de vitamina C decresceram com o tempo de armazenamento (26 semanas): na polpa triturada da fruta, o conteúdo de vitamina C decresceu de 56,11 mg/100g a 16,04 mg/100g; enquanto que em fatias congeladas de manga, este teor diminuiu de 56,11 mg/100g a 15,23 mg/100g. Em avaliação da qualidade de polpa de goiaba armazenada a -20°C durante 18 semanas, foi observado que os teores de vitamina C diminuíram em 17,23% para a polpa da fruta triturada e em 12,56% para a fruta cortada ao meio (BRUNINI; OLIVEIRA; VARANDA, 2003). Em estudo da estabilidade da vitamina C em pseudofrutos de caju-do-cerrado, Silva; Silva; Oliveira (2004) constataram que o congelamento destes por períodos acima de 30 dias (60 e 90 dias) reduz a estabilidade desta vitamina; contudo, o congelamento mostrou-se mais eficiente do que a refrigeração. Aos 90 dias sob congelamento, a redução no teor de vitamina C foi de até 67%; enquanto que ao final do período de refrigeração alcançou valores de até 92%. Estes pesquisadores também verificaram que o acondicionamento de pseudofrutos em embalagens opacas e transparentes não influencia na conservação do ácido ascórbico em temperatura de refrigeração; contudo, a embalagem opaca foi mais efetiva na estocagem sob congelamento até 30 dias. Os resultados destas pesquisas são condizentes com os obtidos no presente trabalho, uma vez que demonstraram que há perda de vitamina C durante o armazenamento de frutas e seus produtos durante o congelamento.

Por sua vez, Matta; Cabral; Silva (2004) em avaliação da vida útil de suco de acerola microfiltrado armazenado sob refrigeração (4°C) e à temperatura ambiente (30°C) relataram que os altos teores de ácido ascórbico do produto, na faixa de 1200-1300 mg/100g, foram mantidos durante os 90 dias de armazenamento, preservando a qualidade nutricional e funcional dos sucos. O resultado daquela pesquisa é indicativo de que o processo tecnológico empregado (microfiltração) é mais eficiente do que a pasteurização e congelamento, processos avaliados no presente estudo, em relação à retenção de vitamina C.

Uma vez que, devido à sua labilidade, o teor de ácido ascórbico pode ser empregado como índice de avaliação do efeito do processamento sobre a retenção de nutrientes de um modo geral (CHITARRA; CHITARRA, 2005), a acentuada redução de vitamina C verificada na presente pesquisa é preocupante, pois indica que provavelmente as condições de processamento, bem como de armazenamento e de transporte, das polpas avaliadas não são satisfatórias e podem estar alterando os demais nutrientes. As causas deste elevado percentual de perda também podem estar relacionadas ao tipo de embalagem utilizada (sacos plásticos), os quais apresentam considerável transparência, permitindo a incidência de luz sobre o produto ou à vedação ineficiente destas, que permitiria trocas gasosas, ocasionando reações de oxidação, que reduzem o teor de ácido ascórbico. Lopes; Martins; Carvalho (1997) ao comparar o teor de vitamina C em polpas congeladas de acerola embaladas em sacos plásticos transparentes e em copos plásticos opacos, concluíram que os últimos, além de mais resistentes ao manuseio, funcionaram como barreira, diminuindo a incidência de luz e contribuindo na diminuição da variação do teor de ácido ascórbico, pois as polpas embaladas em copo plástico evidenciaram maior teor desta vitamina em comparação com as embaladas em saco plástico.

De acordo com alguns autores, a pasteurização pode levar à perda de vitaminas em polpas de frutas e o simples congelamento é suficiente para armazenar este tipo de produto, sendo o ácido ascórbico geralmente estável em polpas de frutas congeladas (PEDRÃO et al., 1999; ROSA et al., 1999). Contudo, os resultados obtidos no presente estudo demonstram que a pasteurização manteve o alto conteúdo de vitamina C do produto e que as perdas deste nutriente durante o armazenamento foram mais elevadas na polpa de fruta submetida ao simples congelamento. Entretanto, as perdas de vitamina C durante o armazenamento em freezer doméstico foram significativas tanto para a polpa pasteurizada quanto para a que não sofreu tratamento térmico, levando a dúvidas acerca da vida útil atribuída a esta classe de produtos e do

tipo de embalagem utilizada. Quanto à vida-de-congelador, os resultados da presente pesquisa sugerem que esta deveria ser diferenciada para polpas de frutas submetidas a tratamento térmico e polpas que sofreram apenas o congelamento. Uma vez que as reações que ocorrem com as vitaminas durante o processamento e armazenamento de alimentos ainda são pouco conhecidas, é importante a realização de outros estudos, como por exemplo, o monitoramento da perda de vitamina C durante toda a vida-de-congelador do produto, bem como avaliar a estabilidade desta vitamina em polpas de outras frutas, a fim de complementar os conhecimentos sobre a vida útil de polpas de frutas congeladas.

## 5 CONCLUSÕES

Os resultados obtidos através da avaliação do processo produtivo e da qualidade das polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR permitem concluir que:

- As condições de funcionamento das indústrias avaliadas caracterizaram-se como bastante precárias, nenhuma delas aplicava as Boas Práticas de Fabricação nem haviam sistemas de qualidade implantados, a mão-de-obra empregada não era qualificada, sendo observadas diversas deficiências no processo produtivo, o qual não atendia às exigências da legislação em nenhuma das empresas analisadas;

- A polpa de goiaba foi a que apresentou o maior percentual de contaminação microbiológica (92%), enquanto que a polpa de cupuaçu foi a menos contaminada (64%);

- A polpa de cupuaçu apresentou o menor percentual de amostras insatisfatórias em relação ao PIQ (73,33%), enquanto os demais sabores apresentaram taxas iguais de inadequação (80%);

- Os bolores e leveduras foi o único grupo de microrganismos que apresentou taxa de crescimento significativa, sendo que 78% das amostras analisadas apresentaram contagens acima dos limites estabelecidos pela legislação. Este grupo de microrganismos constitui-se, portanto, em um importante indicador da qualidade sanitária de polpas de frutas. Assim, recomenda-se que este parâmetro volte a ser incluído no padrão microbiológico desta classe de produtos no âmbito da Anvisa;

- O parâmetro físico-químico para o qual foi observado o maior percentual de amostras de polpas de frutas inadequadas (73,33%) foi teor de vitamina C;

- Os níveis de diversos parâmetros físico-químicos são inferiores ao PIQ, sugerindo a adição de água à grande parte das amostras de polpas de frutas analisadas, o que lesa o consumidor, configurando-se em fraude;

- Dentre as amostras de polpas de frutas analisadas, 78% estavam em desacordo com os padrões microbiológicos exigidos pela legislação em vigor; enquanto que, em relação aos parâmetros físico-químicos, 78,33% das amostras apresentaram-se insatisfatórias;

- As amostras de polpas de frutas pasteurizadas, provenientes de fabricante de outro estado (marca A), apresentaram menor percentual de inadequação tanto do ponto de vista microbiológico quanto do físico-químico quando comparadas às polpas *in natura* (produzidas por

fabricantes locais, correspondentes às marcas B, C, D e E); de onde conclui-se que a pasteurização confere maior segurança ao produto do que o simples congelamento e que o processo produtivo das indústrias de polpas de frutas locais é menos eficiente do que o processo de fabricação de indústria de outro estado;

- Considerando-se os parâmetros microbiológicos e físico-químicos estabelecidos pela legislação em vigor, apenas 15% dos lotes de polpas de frutas analisados estavam adequados. Destes, 10% eram da marca A e 5% da marca B;

- As perdas de vitamina C durante a estocagem de polpas de acerola congeladas foram mais elevadas na polpa de fruta submetida ao simples congelamento (79,33% de perda média) do que na polpa pasteurizada (58,77% de perda média), gerando sérios questionamentos em relação à vida útil atribuída a essa classe de produtos.

Estes resultados refletem a real situação deste segmento da agroindústria no estado de Roraima, demonstrando que há necessidade dos fabricantes locais padronizar o processo tecnológico para obtenção de polpas de boa qualidade, a fim de atender às exigências mínimas da legislação, agregar valor econômico ao produto e possibilitar a conquista de novos mercados, em sintonia com as demandas e preferências de um consumidor cada dia mais exigente. Por sua vez, as autoridades fiscalizadoras devem tomar providências mais intensivas a fim de corrigir as irregularidades encontradas, devido aos aspectos legais, de direitos do consumidor e de saúde pública envolvidos nesta problemática.

## REFERÊNCIAS

- ABREU, M. C.; NUNES, I. F. S.; OLIVEIRA, M. M. A. Perfil microbiológico de polpas de frutas comercializadas em Teresina, PI. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 17, n. 112, p. 78-81, 2003.
- AGOSTINI-COSTA, T. S.; ABREU, L. N.; ROSSETTI, A. G. Efeito do congelamento e do tempo de estocagem da polpa de acerola sobre o teor de carotenóides. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 1, p. 56-58, 2003.
- AL-JEDAH, J. H.; ROBINSON, R. K. Nutritional value and microbiological safety of fresh fruit juices sold through retail outlets in Qatar. **Pakistan Journal of Nutrition**, v. 1, n. 2, p. 79-81, 2002.
- ALMEIDA, C. R.; SCHUCH, D. M. T.; GELLI, D. S.; CUÉLLAR, J. A.; DIEZ, A. V.; ESCAMILLA, J. A. **Contaminación microbiana de los alimentos vendidos em la via pública em ciudades de América Latina y características socio-economicas de sus vendedores y consumidores**. OPAS/OMS, 1996. 176 p.
- ALMEIDA, M. F. V.; FREITAS, H. B.; PAIVA, V. D.; FERNANDES, E. M. S.; MARIZ, G. A. IDR x teor de vitamina C dos frutos tropicais processados como sucos e/ou polpas comercializados no Nordeste do Brasil. In: ENCONTRO NACIONAL DE ANALISTAS DE ALIMENTOS, 12, 2001, Maceió, **Anais...** Maceió: Sociedade Brasileira de Analistas de Alimentos, 2001. 370 p. p.126.
- ALMEIDA, S. P. Frutas nativas do cerrado: caracterização físico-química e fonte potencial de nutrientes. In: SANO, S. M.; ALMEIDA, S. P. **Cerrado: ambiente e flora**. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. p. 247-285.
- ANDRADE, J. S.; ARAGÃO, C. G.; FERREIRA, S. A. Caracterização física e química dos frutos de araçá-pera (*Psidium acutangulum* D.C.) **Acta Amazonica**, v. 23, n. 2-3, p. 213-217, 1993.
- ANDRADE, R. S. G.; DINIZ, M. C. T.; NEVES, E. A.; NÓBREGA, J. A. Determinação e distribuição de ácido ascórbico em três frutos tropicais. **Eclética Química**, São Paulo, v. 27, n.especial, p. 393-401, 2002.

ASSIS, S. A.; LIMA, D. C.; OLIVEIRA, O. M. M. F. Activity of pectinmethylesterase, pectin content and vitamin C in acerola fruit at various stages of fruit development. **Food Chemistry**, v. 74, n. 2, p. 133-137, 2001.

AWAD, M. **Fisiologia pós-colheita de frutos**. São Paulo: Nobel, 1993. 114 p.

BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; BORGES, M. F.; OLIVEIRA, M. E. B.; AZEVEDO, E. H.; CUNHA, V. A.; LEMOS, T. O. Avaliação microbiológica das mãos de manipuladores de polpa de frutas congeladas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 16, n. 94, p. 55-57, 2002.

BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; OLIVEIRA, M. E. B. Análise qualitativa e tecnológica da agroindústria de polpa de fruta na região Nordeste. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 21, n. 3, p. 359-364, 1999a.

BASTOS, M. S. R.; GURGEL, T. E. P.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, I. F. B.; SOUZA, A. C. R.; SILVA, J. B. Efeito da aplicação de enzimas pectinolíticas no rendimento da extração de polpa de cupuaçu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 240-242, 2002.

BASTOS, M. S. R.; PIMENTEL, C. R. M.; FEITOSA, T.; OLIVEIRA, M. E. B.; CUNHA, V. A. Cenário tecnológico da produção de polpa de fruta congelada no estado da Paraíba. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 13, n. 59, p. 18-21, 1999b.

BASTOS, M. S. R.; SOUZA FILHO, M. S. M.; OLIVEIRA, M. E. B.; FEITOSA, T. Boas práticas de fabricação: uma alternativa para melhoria da qualidade de polpas congeladas de frutas. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 12, n. 55, p. 15-18, 1998.

BATISTA, M. S.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Parâmetros físico-químicos da acerola (*Malpighia puniceifolia*, L.) em diferentes fases de maturação. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 2, n. 2, p. 19-24, 2000.

BEUCHAT, L. R. Vectors and conditions for preharvest contamination of fruits and vegetables with pathogens capable of causing enteric disease. **British Food Journal**, v. 108, p. 38-53, 2006.

BLACK, J. G. **Microbiologia: fundamentos e perspectivas**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2002. 829 p.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela, 1992. 232 p.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Química do processamento de alimentos**. 2. ed. São Paulo: Varela, 1995. 223 p.

BORGES, M. F.; SOUZA, J. R.; BARRETO, K. L.; SCHWAN, R. F. Ocorrência de leveduras em frutas tropicais nas regiões Norte e Nordeste do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 20, 1999, Salvador, **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1999, 468 p. p.349.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 12, de 02 de janeiro de 2001**. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/e-legis](http://www.anvisa.gov.br/e-legis)>. Acesso em: 1 mar. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 275, de 21 de outubro de 2002**. Dispõe sobre o Regulamento Técnico de Procedimentos Operacionais Padronizados aplicados aos estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos e a lista de verificação das Boas Práticas de Fabricação em estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/e-legis](http://www.anvisa.gov.br/e-legis)>. Acesso em: 1 mar. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 360, de 23 de dezembro de 2003**. Regulamento técnico sobre rotulagem nutricional de alimentos embalados. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/e-legis](http://www.anvisa.gov.br/e-legis)>. Acesso em: 1 mar. 2005.

BRASIL. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução RDC n. 269, de 22 de setembro de 2005a**. Regulamento técnico sobre a Ingestão Diária Recomendada (IDR) de proteína, vitaminas e minerais. Diário Oficial da União, Brasília, DF, n. 184, 23 set. 2005. Seção 1, p. 372.

BRASIL. Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. **Métodos de análise microbiológica para alimentos**. 1991/1992. 136 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Portaria n. 368, de 04 de setembro de 1997a**. Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de elaboração para estabelecimentos elaboradores/ industrializadores de alimentos. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/e-legis](http://www.anvisa.gov.br/e-legis)>. Acesso em: 1 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. **Instrução Normativa n. 1, de 7 de janeiro de 2000**. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 jan. 2000. Seção 1, p. 54-58.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 1.428, de 26 de novembro de 1993**. Regulamento técnico sobre inspeção sanitária, boas práticas de produção/prestação de serviços e padrão de identidade e qualidade na área de alimentos. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/e-legis](http://www.anvisa.gov.br/e-legis)>. Acesso em: 1 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 326, de 30 de julho de 1997b**. Regulamento técnico sobre as condições higiênico-sanitárias e de boas práticas de fabricação para estabelecimentos produtores/industrializadores de alimentos. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/e-legis](http://www.anvisa.gov.br/e-legis)>. Acesso em: 1 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Vigilância Sanitária. **Portaria n. 451, de 19 de setembro de 1997c**. Regulamento técnico sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/e-legis](http://www.anvisa.gov.br/e-legis)>. Acesso em: 1 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Portaria n. 518, de 25 de março de 2004**. Estabelece os procedimentos e responsabilidades relativos ao controle e vigilância da qualidade da água para consumo humano e seu padrão de potabilidade e dá outras providências. Disponível em: <[www.anvisa.gov.br/e-legis](http://www.anvisa.gov.br/e-legis)>. Acesso em: 1 mar. 2005.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Métodos físico-químicos para análise de alimentos**. Brasília: Ministério da Saúde, 2005b. 1018 p.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Universidade de Brasília. **Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de alimentos**. 2. versão. Brasília: Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária/Universidade de Brasília, 2005c. 44 p.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga 'Tommy-Atkins' congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 651-653, 2002.

BRUNINI, M. A.; MACEDO, N. B.; COELHO, C. V.; SIQUEIRA, G.F. Caracterização física e química de acerolas provenientes de diferentes regiões de cultivo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 26, n. 3, p. 486-489, 2004.

BRUNINI, M. A.; OLIVEIRA, A. L.; VARANDA, D. B. Avaliação da qualidade de polpa de goiaba 'Paluma' armazenada a - 20°C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 3, p. 394-396, 2003.

BUENO, S. M.; LOPES, M. R. V.; GRACIANO, R. A. S.; FERNANDES, E. C. B.; GARCIA-CRUZ, C.H. Avaliação da qualidade de polpas de frutas congeladas. **Revista Instituto Adolfo Lutz**, v. 62, n. 2, p. 121-126, 2002.

CÁCERES, M. C. **Estudo do processamento e avaliação da estabilidade do "blend" misto a base de polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e suco de beterraba (*Beta vulgaris*)**. Campinas, 2003. 107 f. Tese (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; DESTRO, D.; PRETE, C. E. C.; GONZALEZ, M. G. N.; POPPER, I.; ZANATTA, S.; SILVA, F. A. M. Seleção de genótipos parenterais de acerola com base na divergência genética multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 8, p. 1613-1619, 2000.

CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; PRETE, C. E. C.; GONZALEZ, M. G. N.; POPPER, I. O. Novas cultivares de acerola (*Malpighia emarginata* DC): UEL 3- Dominga, UEL 4- Lígia e UEL 5- Natália. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, 2002.

CAVALINI, F. C. **Índices de maturação, ponto de colheita e padrão respiratório de goiabas "Kumagai" e "Paluma"**. Piracicaba, 2004. 68 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

CHAMBERS, S. J.; LAMBERT, N.; PLUMB, G. W.; WILLIAMSON, G. Evaluation of the antioxidant properties of methanolic extract from juice plus fruit and juice plus vegetable (dietary supplements). **Food Chemistry**, v. 57, n. 2, p. 271-274, 1996.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005. 785 p.

COHEN, K. O.; JACKIX, M. N. H. Estudo do *liquor* de cupuaçu. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 1, p.182-190, 2005.

CORDENUNSI, B. R.; NASCIMENTO, J. R. O.; LAJOLO, F. M. Physico-chemical changes related to quality of five strawberry fruit cultivars during cool-storage. **Food Chemistry**, v. 83, n. 2, p. 167-173, 2003.

CORRÊIA, A. F. K. **Implementação de um sistema de qualidade para laboratório de análise sensorial baseado no sistema de Boas Práticas**. Piracicaba, 2005. 95 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

COSTA, M. C.; MAIA, G. A.; SOUZA FILHO, M. S. M.; FIGUEIREDO, R. W.; NASSU, R. T.; MONTEIRO, J. C. S. Conservação de polpa de cupuaçu [*Theobroma grandiflorum* (Willd. Ex Spreng.) Schum] por métodos combinados. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 213-215, 2003.

COSTA, M. J. C.; TERTO, A. L. Q.; SANTOS, L. M. P.; RIVERA, M. A. A.; MOURA, L. S. A. Efeito da suplementação com acerola nos níveis sanguíneos de vitamina C e de hemoglobina em crianças pré-escolares. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 14, n. 1, p. 13-20, 2001.

CRUZ, C. D. **Programa Genes (versão Windows): aplicativo computacional em genética e estatística**. Viçosa: UFV, 2001. 648 p.

CUNHA, V. A.; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; OLIVEIRA, M. E. B.; MUNIZ, C. R. Diagnóstico das condições higiênico-sanitárias dos equipamentos utilizados em três fábricas de polpa de fruta congelada na região metropolitana de Fortaleza. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 18, n. 2, p. 171-176, 2000.

EVANGELISTA, J. **Alimentos: um estudo abrangente**. São Paulo: Atheneu, 1994. 466 p.

FÁZIO, M. L. S.; GONÇALVES, T. M. V.; REPISSO, C. S.; MARTINS, M.; HOFFMAN, F. L. Qualidade microbiológica de polpas congeladas de frutas, comercializadas na região de São José do Rio Preto, SP. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 138, p. 92-97, 2006.

FEITOSA, T.; BASTOS, M. S. R.; OLIVEIRA, M. E. B.; MUNIZ, C. R.; BRINGEL, H. F.; ABREU, S. C. A. Qualidade microbiológica de polpas de frutas produzidas e comercializadas nos estados da Paraíba e Pernambuco. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 13, n. 66/67, p. 111-115, 1999a.

FEITOSA, T.; BASTOS, M. S. R.; OLIVEIRA, M. E. B.; MUNIZ, C. R.; LEMOS, T. O.; OLIVEIRA, S. C. A. Avaliação microbiológica e microscópica em polpas de frutas tropicais. **Boletim SBCTA**, Campinas, v. 33, n. 1, p. 35-37, 1999b.

FERREIRA, G. M.; QUEIROZ, A. J. M.; CONCEIÇÃO, R. S.; GASPARETTO, C. A. Efeito da temperatura no comportamento reológico das polpas de caju e goiaba. **Revista Ciências Exatas e Naturais**, v. 4, n. 2, p. 175-184, 2002.

FIDALGO, O.; FIDALGO, M. E. P. K. **Dicionário micológico**. São Paulo: Secretaria da Agricultura do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, 1967. 233 p.

FOOD AND DRUG ADMINISTRATION. **Bacteriological Analytical Manual On Line**. Disponível em: <<http://www.cfsan.fda.gov/ebam/bam>>. Acesso em: 1 mar. 2005.

FRANCO, B. D. G. M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182 p.

FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9. ed. São Paulo: Atheneu, 2004. 307 p.

FRANCO, M. R. B.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some brazilian fruits: umbu-caja (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), araçá-boi (*Eugenia stipitata*), and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 48, n. 4, p. 1263-1265, 2000.

FURTADO, A. A. L.; CABRAL, L. M. C.; ROSA, M. F.; MODESTA, R. C. D.; PONTES, S. M. Avaliação microbiológica e sensorial de polpa de goiaba tratada termicamente. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. especial, p. 91-95, 2000.

GAMARRA ROJAS, G.; MEDINA, V. M. Mudanças bioquímicas do suco de maracujá amarelo em função da idade do fruto. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 18, n. 1, p. 75-83, 1996.

GARDNER, P. T.; WHITE, T. A. C.; MCPHAIL, D. B.; DUTHIE, G. G. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potential of fruit juices. **Food Chemistry**, v. 68, n. 4, p. 471-474, 2000.

GOMES, J. E.; PERECIN, D.; MARTINS, A. B. G.; ALMEIDA, E. J. Variabilidade fenotípica em genótipos de acerola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.11, p. 2205-2211, 2000.

GOMES, J. E.; PERECIN, D.; MARTINS, A. B. G.; FONTES, S. R. Comportamento de propriedades físicas, químicas e reológicas do suco de acerola armazenado a baixa temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 5, n. 2, p.296-300, 2001.

GOMES, P. M. A.; FIGUEIRÊDO, R. M. F.; QUEIROZ, A. J. M. Armazenamento da polpa de acerola em pó a temperatura ambiente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 3, p. 384-389, 2004.

HASSIMOTTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 53, n. 8, p. 2928-2935, 2005.

HOFFMANN, F. L.; GARCIA-CRUZ, C. H.; PAGNOCCA, F. C.; VINTURIM, T. M.; MANSOR, A. P. Microorganismos contaminantes de polpas de frutas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 17, n. 1, p. 32-37, 1997.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutz. Volume 1. Métodos químicos e físicos para a análise de alimentos**. 3. ed., São Paulo, 1985. 533p.

INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Métodos de análise microbiológica de alimentos. Manual técnico nº 14**. Campinas, 1995. 229 p.

JAY, J. M. **Microbiologia de Alimentos**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2005. 711 p.

KLUGE, R. A.; NACHTIGAL, J. C.; FACHINELLO, J. C.; BILHALVA, A. B. **Fisiologia e manejo pós colheita de frutas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 1997. 163 p.

KRAUSE, M. V.; MAHAN, L. K. **Alimentos, nutrição e dietoterapia**. 7. ed. São Paulo: Roca, 1991. 981 p.

KRINSKY, N. I. Carotenoids as chemopreventive agents. **Preventive Medicine**, v. 18, n. 5, p. 592-602, 1989.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p. 726-732, 2005.

LEITE, C. C.; SANTANA, L. R. R.; SILVA, M. D.; SANT'ANNA, M. E. B.; ASSIS, P. N. Avaliação microbiológica de polpas congeladas de frutas produzidas no estado da Bahia. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 14, n. 78/79, p. 69-73, 2000.

LIMA, J. R.; MARTINS, S. S.; SILVA, J. A. Avaliação de polpas de frutas congeladas comercializadas no estado do Ceará através de indicadores microbiológicos. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 15, n. 88, p. 62-66, 2001.

LIMA, M. A. C.; ASSIS, J. S.; GONZAGA NETO, L. Caracterização dos frutos de goiabeira e seleção de cultivares na região do submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n.1, p. 273-276, 2002a.

LIMA, V. L. A. G.; MÉLO, E. A.; LIMA, L. S.; LIMA, D. E. S. Polpa congelada de acerola: efeito da temperatura sobre os teores de antocianinas e flavonóis totais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 3, p. 669-670, 2002b.

LINTON, M.; MC CLEMENTS, J. M. J.; PATTERSON, M. F. Inactivation of *Escherichia coli* O157:H7 in orange juice using a combination of high pressure and mild heat. **Journal of Food Protection**, v. 62, n. 3, p. 277-279, 1999.

LOPES, V. C.; MARTINS, M. H. B.; CARVALHO, I. T. Teor de ácido ascórbico e dehidroascórbico em polpas de acerola (*Malpighia glabra* L.) congeladas e comercializadas na cidade do Recife – PE. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v. 15, n. 1, p. 1-8, 1997.

MAIA, R. S. M. **Avaliação da qualidade microbiológica e condições de processamento de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR**. Boa Vista, 2004. 38 f. Monografia (Bacharelado em Ciências Biológicas). Departamento de Biologia/CCBS, Universidade Federal de Roraima.

MANICA, I.; ICUMA, I. M.; JUNQUEIRA, N. T. V.; SALVADOR, J. O.; MOREIRA, A.; MALAVOLTA, E. **Fruticultura tropical: 6. Goiaba**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2000. 374 p.

MATA, M. E. R. C.; DUARTE, M. E. M.; ZANINI, H. L. H. T. Calor específico e densidade da polpa de cajá (*Spondias lutea* L.) com diferentes concentrações de sólidos solúveis sob baixas temperaturas. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 488-498, 2005.

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, p. 293-297, 2004.

MORORÓ, R. C. **Como montar uma pequena fábrica de polpas de frutas**. 2. ed., Viçosa: Centro de Produções Técnicas, 2000. 84 p.

NARAIN, N.; ALMEIDA, J. N.; GALVÃO, M. S.; MADRUGA, M. S.; BRITO, E. S. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis* forma *Flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de *headspace* dinâmico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 2, p. 212-216, 2004.

NASCIMENTO, A. R.; FILHO, F. F.; FILHO, J. E. M.; CANTANHEDE, F. B. Perfil microbiológico das polpas de acerola (*Malpighia glaba* L) e abacaxi (*Ananas comosus*), produzidas e comercializadas na Ilha de São Luís, MA. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 13, n. 62, p. 44-47, 1999.

OLIVA, P. B.; MENEZES, H. C.; FERREIRA, V. L. P. Estudo da estabilidade do néctar de acerola. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 16, n. 3, p. 228-232, 1996.

OLIVEIRA, M. E. B.; BASTOS, M. S. R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. G. G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

OLIVEIRA, M. E. B.; FEITOSA, T.; BASTOS, M. S. R.; BRANCO, M. A. A. C.; SILVA, M. G. G. Perfil químico de qualidade das polpas de acerola, cajá e caju comercializadas no estado da Bahia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. especial, p. 9-15, 2000.

OLIVEIRA, M. E. B.; FEITOSA, T.; BASTOS, M. S. R.; FREITAS, M. L.; MORAIS, A. S. Qualidade de polpas congeladas de frutas, fabricadas e comercializadas nos estados do Ceará e Rio Grande do Norte. **Boletim CEPPA**, Curitiba, v.16, n. 1, p. 13-22, 1998.

- OLIVEIRA, A. C. G.; SEIXAS, A. S. S.; SOUZA, C. P.; SOUZA, C. W. O. Microbiological evaluation of sugarcane juice sold at street stands and juice handling conditions in São Carlos, São Paulo, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v. 22, n. 5, 2006.
- OOSTEROM, J. Epidemiological studies and proposed preventive measures in the fight against human salmonellosis. **International Journal of Food Microbiology**, v. 12, n. 1, p. 41-51, 1991.
- PEDRÃO, M. R.; BELEIA, A.; MODESTA, R. C. D.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H. Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural e adoçado, congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 282-286, 1999.
- PELCZAR JR., M. J.; CHAN, E. C. S.; KRIEG, N. R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. v. 2. 2. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 1997. 517 p.
- PRADO, R. M.; NATALE, W.; SILVA, J. A. A. Liming and quality of guava fruit cultivated in Brazil. **Scientia Horticulture**, v. 106, n. 1, p. 91-102, 2005.
- RIEDEL, G. **Controle sanitário dos alimentos**. 3. ed. São Paulo: Atheneu, 2005.
- ROSA, S. V.; ROSA, M. F.; GOMES, F. S.; CABRAL, L. M. C. Remoção da microbiota de suco de manga através da microfiltração e ultrafiltração. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MICROBIOLOGIA, 20, 1999, Salvador, **Anais...** Salvador: Sociedade Brasileira de Microbiologia, 1999. 468p. p.357.
- RUSCHEL, C. K.; CARVALHO, H. H.; SOUZA, R. B.; TONDO, E. C. Qualidade microbiológica e físico-química de sucos de laranja comercializados nas vias públicas de Porto Alegre/RS. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 94-97, 2001.
- SALGADO, S. M.; GUERRA, N. B.; MELO, A.B. Polpa de fruta congelada: efeito do processamento sobre o conteúdo de fibra alimentar. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n.3, p. 303-308, 1999.
- SANCHO, T.; GIMÉNEZ-JURADO, G.; MALFEITO-FERREIRA, M.; LOUREIRO, V. Zymological indicators: a new concept applied to the detection of potential spoilage yeast species associated with fruit pulps and concentrates. **Food Microbiology**, v. 17, n. 6, p. 613-624, 2000.

SANTAMARIA, L.; BIANCHI, A. Cancer chemoprevention by supplemental carotenoids in animals and humans. **Preventive Medicine**, v. 18, n. 5, p. 603-623, 1989.

SERVIÇO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESAS EM RORAIMA. **Estudo de viabilidade econômica: pequena fábrica de polpa de frutas**. Boa Vista: Sebrae, 2001. 39 p.

SERVIÇO NACIONAL DE APRENDIZAGEM INDUSTRIAL / DN. **Elementos de apoio. Boas práticas e sistema APPCC**. Rio de Janeiro: Senai/DN, 2001. 278 p.

SILVA, M. R.; SILVA, M. .S.; OLIVEIRA, J. S. Estabilidade de ácido ascórbico em pseudofrutos de caju-do-cerrado refrigerados e congelados. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 34, n. 1, p. 9-14, 2004.

SILVA, R. N.; MONTEIRO, V. N.; ASQUIERI, E. R. Avaliação de métodos químicos para determinação de açúcares redutores e totais em alimentos. **Infarma**, Brasília, v. 11, n. 9/10, p. 47-50, 1999.

SIQUEIRA, R. S. **Manual de microbiologia de alimentos**. Brasília: EMBRAPA-SPI; Rio de Janeiro: EMBRAPA-CTAA, 1995. 159 p.

SOARES, E. C.; OLIVEIRA, G. S. F.; MAIA, G. A.; MONTEIRO, J. C. S.; SILVA JR., A.; FILHO, M. S. S. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo “foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 164-170, 2001.

SOUZA, J. S. I.; MELETTI, L. M. M. **Maracujá: espécies, variedade, cultivo**. Piracicaba: FEALQ, 1997. 179 p.

SOUZA, R. C. P.; SMIDERLE, O. J. Qualidade das polpas congeladas de cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Schum.) comercializadas em Boa Vista, Roraima. **Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento**, 4. Boa Vista: Embrapa Roraima, 2004. 16p.

SOUZA, R. C. P.; SMIDERLE, O. J.; FIGUEIREDO, R. W.; SILVA, D. P. Polpas congeladas de cupuaçu comercializadas no estado de Roraima. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, PESQUISA E EXTENSÃO DA UFRR, 2, 2000, Boa Vista, **Anais...** Boa Vista: Universidade Federal de Roraima, 2000. 142 p. p.23.

TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C.; DE MARTIN, Z. J. **Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995. 86 p.

TORREZAN, R.; JARDINE, J. G.; VITALI, A. A. Efeito da adição de solutos e ácidos em poupa de goiaba. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 43-45, 1999.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2000. 827 p.

TRINDADE, R. C.; RESENDE, M. A.; SILVA, C. M.; ROSA, C. A. Yeasts associated with fresh and frozen pulps of brazilian tropical fruits. **Systematic and Applied Microbiology**, v. 25, n. 2, p. 294-300, 2002.

VEIGA, C. F.; DORO, D. L.; OLIVEIRA, K. M. P.; BOMBO, D. L. Estudo das condições sanitárias dos estabelecimentos comerciais de manipulação de alimentos do município de Maringá, PR. **Higiene Alimentar**, São Paulo, v. 20, n. 138, p. 28-36, 2006.

YAMASHITA, F.; BENASSI, M. T.; TONZAR, A. C.; MORIYA, S.; FERNANDES, J. G. Produtos de acerola: estudos da estabilidade de vitamina C. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 23, n. 1, p. 92-94, 2003.

YUYAMA, K.; AGUIAR, J. P. L.; YUYAMA, L. K. O. Camu-camu: um fruto fantástico como fonte de vitamina C. **Acta Amazonica**, v. 32, n. 1, p. 169-174, 2002.

ZIENA, H. M. S. Quality attributes of Bearss Seedless lime (*Citrus latifolia* Tan) juice during storage. **Food Chemistry**, v. 71, n. 2, p. 167-172, 2000.

## APÊNDICES

**APÊNDICE A – Termo de Consentimento****TERMO DE CONSENTIMENTO**

Eu, \_\_\_\_\_, proprietário(a) da empresa \_\_\_\_\_, situada no endereço \_\_\_\_\_, autorizo a pesquisadora Estela Sebastiany Dal Ri (aluna do curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima) a realizar visita técnica às instalações da indústria, visando o acompanhamento do processo produtivo e a aplicação de lista de verificação, como parte integrante de seu trabalho de pesquisa intitulado “Avaliação do processo produtivo e da qualidade de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR”.

Em acordo, a pesquisadora reafirma a condição de guardar sigilo absoluto quanto à identificação da empresa.

---

Proprietário

---

Testemunha

Boa Vista/ RR, \_\_\_\_/\_\_\_\_/2006.

**APÊNDICE B – Termo de Compromisso**  
**TERMO DE COMPROMISSO**

Eu, Estela Sebastiany Dal Ri, aluna do curso de Mestrado em Recursos Naturais da Universidade Federal de Roraima (UFRR), firmo o compromisso de guardar absoluto sigilo e não publicar ou divulgar sem a devida autorização do proprietário da empresa, os dados concernentes à identificação do proprietário e da empresa onde realizarei etapa de meu trabalho de pesquisa intitulado “Avaliação do processo produtivo e da qualidade de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/ RR”.

---

Pesquisadora

Boa Vista/RR, \_\_\_\_\_/\_\_\_\_\_/2006.

**APÊNDICE C - Lista de verificação para avaliação do processo produtivo****LISTA DE VERIFICAÇÃO PARA AVALIAÇÃO DO PROCESSO PRODUTIVO**

EMPRESA:

RESPONSÁVEL:

DATA:

**1 Documentação de autorização para funcionamento**1.1 Registro na Delegacia Federal de Agricultura (DFA) / Serviço de Inspeção Vegetal (SIV):  
\_\_\_\_\_

1.2 Responsável técnico: \_\_\_\_\_

**2 Instalações e edificação**

2.1 Capacidade de produção diária: \_\_\_\_\_

2.2 Localização: \_\_\_\_\_

2.3 Prédio:

 adaptado construído especialmente para este fim

---

**2.4 Ocupado exclusivamente com as instalações da indústria?** Sim     Não – outros fins: \_\_\_\_\_2.5 Acesso direto e independente:  sim     não2.6 Livres de focos de insalubridade:  sim     não2.7 Layout adequado:  sim     não

2.8 Fluxo que evita a contaminação cruzada: ( ) sim ( ) não

2.9 Proteção física contra pragas e insetos : ( ) sim ( ) não

2.10 Natureza das paredes e divisórias (revestidas ou não de matéria impermeável/lavável):

---

2.11 Tipo de cobertura/ forro: \_\_\_\_\_

2.12 Material do piso; há inclinação suficiente para o escoamento das águas:

---

2.13 Estado de conservação de paredes, divisórias, pisos, ralos, canaletas, tetos, portas, janelas, telas: \_\_\_\_\_

2.14 Iluminação e instalações elétricas adequadas: ( ) sim ( ) não

2.15 Ventilação adequada: ( ) sim ( ) não

2.16 Pias exclusivas para higienização de mãos: ( ) sim ( ) não

2.17 Sanitários: ( ) sim ( ) não

2.18 Vestiários: ( ) sim ( ) não

2.19 Coleta de lixo: \_\_\_\_\_

2.20 Rede de esgoto: \_\_\_\_\_

2.21 Destino dos resíduos da industrialização: \_\_\_\_\_

2.22 Abastecimento de água tratada: ( ) sim ( ) não

2.23 Caixa d'água limpa e com tampa: ( ) sim ( ) não

2.24 Controle de pragas: ( ) sim ( ) não

### **3 Equipamentos e utensílios**

3.1 De aço inoxidável? ( ) Sim ( ) Não: \_\_\_\_\_

3.2 Superfícies lisas, impermeáveis, resistentes, não absorventes: ( ) sim ( ) não

3.3 De fácil higienização: ( ) sim ( ) não

3.4 Bom estado de funcionamento e conservação: ( ) sim ( ) não

3.5 Distantes do piso (45 a 60 cm) e paredes ou outros equipamentos (90 cm) :

( ) sim ( ) não

3.6 Em número suficiente: ( ) sim ( ) não

3.7 Manutenção preventiva: ( ) sim ( ) não

#### **4 Higiene do estabelecimento**

4.1 Procedimentos de higienização escritos, disponíveis, visíveis e corretos:

( ) sim ( ) não

4.2 São realizados todos os passos da higienização?

a) pré-lavagem: ( ) sim ( ) não

b) aplicação de detergente: ( ) sim ( ) não

c) lavagem final: ( ) sim ( ) não

d) desinfecção: ( ) não ( ) sim:

( ) física (calor) ( ) química (compostos clorados, quaternários de amônio, iodo, etc)

4.3 A higienização é realizada imediatamente após o uso: ( ) sim ( ) não

4.4 Funcionários treinados para os procedimentos de higienização: ( ) sim ( ) não

4.5 Equipamentos e utensílios mostram-se limpos ao contato visual e tátil: ( ) sim ( ) não

4.6 Equipamentos e utensílios são guardados de modo que fiquem protegidos de recontaminação (poeira, insetos, etc.): ( ) sim ( ) não

4.7 Os produtos de limpeza são aprovados por órgãos competentes : ( ) sim ( ) não

4.8 Os produtos de limpeza são utilizados do modo correto: ( ) sim ( ) não

4.9 Os utensílios de limpeza são de uso exclusivo para este fim: ( ) sim ( ) não

## 5 Manipuladores

5.1 Receberam treinamento sobre higiene pessoal, segurança de alimentos e boas práticas:

( ) sim ( ) não

5.2 Artigos pessoais são mantidos afastados da área de produção: ( ) sim ( ) não

5.3 São realizados exames médicos e laboratoriais com a periodicidade adequada:

( ) sim ( ) não

5.4 Aparência geral é adequada (sem ferimentos e lesões, cabelos totalmente cobertos, unhas curtas, limpas e sem esmalte, homens sem barba, proibição de uso de adornos):

( ) sim ( ) não

5.5 Os manipuladores higienizam as mãos nos momentos adequados: ( ) sim ( ) não

5.6 Os manipuladores utilizam os EPIs necessários (gorro ou boné, máscara, luvas, macacão, botas, avental), limpos e bem conservados: ( ) sim ( ) não

## 6 Produção (polpas não submetidas a tratamento térmico)

6.1 Matérias –primas:

6.1.1 Controle da procedência (origem, transporte adequado): ( ) sim ( ) não

6.1.2 São avaliadas antes de ser recebidas (composição, coloração, sabor): ( ) sim ( ) não

6.1.3 Local de armazenamento: \_\_\_\_\_

6.1.4 Armazenamento com temperatura monitorada: ( ) sim ( ) não

6.1.5 Há controle dos prazos de validade: ( ) sim ( ) não

6.2 Fluxo de produção:

6.2.1 Etapas:

a) Pesagem na recepção: ( ) realiza ( ) não realiza

b) Pré-seleção:

- separação dos frutos maduros e descarte dos frutos impróprios:

( ) realiza ( ) não realiza

- refrigeração de frutas maduras que não serão utilizadas imediatamente:

( ) realiza ( ) não realiza

c) Pré-lavagem e lavagem:

- imersão em tanque de água clorada (20 a 50 ppm de cloro) em turbulência ou em mesas com bicos aspersores para amolecimento e remoção de sujidades:

- esteira com jatos de água clorada (10 a 20 ppm) para remoção de impurezas e excesso de cloro

( ) realiza ( ) não realiza

d) Seleção: classificação final das frutas quanto à firmeza, maturação, machucaduras, defeitos causados por fungos, roedores e insetos: ( ) realiza ( ) não realiza

e) Descascamento e preparo das frutas:

- descascamento e eliminação de partes indesejáveis:

( ) manual ou ( ) mecanizado

( ) mesas ou ( ) esteiras

- transporte para despoldadeira:

( ) baldes ( ) tubulação ( ) outro: \_\_\_\_\_

f) Despoldamento:

- tipo de despoldadeira:

( ) descontínua (com peneira única, efetuando somente a separação de polpas e sementes) ou

( ) contínua (com 2 estágios, realiza também o refinamento da polpa)

( ) processo centrífugo

( ) prensagem

- reaproveitamento de sementes e resíduos:

( ) sim ( ) não

g) Acabamento ou refino:

( ) não realiza

( ) realiza: ( ) conjunto de peneiras que retém impurezas

( ) mesmo equipamento de despolpamento

h) Tanque pulmão ou de equilíbrio (equilíbrio entre extração e refino e empacotadeira – bomba dosadora que injeta polpa na máquina de embalar):

( ) não possui, transporte manual para a máquina de embalar

( ) possui: ( ) permite pré-resfriamento com água ou salmoura gelada

( ) não permite

i) Embalagem:

- Tipo (filme, recipiente): \_\_\_\_\_

- Máquina: ( ) automática

( ) simples com termosoldagem

j) Congelamento:

( ) câmara, túnel, armário ou freezer de congelamento rápido

( ) freezer do tipo doméstico

k) Armazenamento:

- ( ) câmara frigorífica

( ) freezer do tipo doméstico

- ( ) no mesmo equipamento utilizado para o congelamento

( ) em equipamento utilizado somente para o armazenamento

l) Distribuição para o comércio:

- ( ) em veículo dotado de câmara frigorífica

outro

- a temperatura é abaixada a  $-25^{\circ}\text{C}$  no período que precede o embarque para a distribuição:

sim                       não

6.2.2 Inexistência de condições para contaminação cruzada:  sim                       não

## **7 Controles**

7.1 São realizadas análises laboratoriais para verificar a qualidade do produto:

sim                       não

7.2 A empresa possui Manual de Boas Práticas:  sim                       não

**APÊNDICE D - Resumo dos resultados da avaliação do processo produtivo de polpas de frutas comercializadas em Boa Vista/RR.**

	<b>MARCA B</b>	<b>MARCA C</b>	<b>MARCA D</b>	<b>MARCA E</b>
<b>Documentos de autorização para funcionamento</b>				
1. Registro na DFA	Em fase de renovação	Sim	Não	Não
2. Responsável técnico	Sim	Sim	Não	Não
<b>Instalações e edificação</b>				
1. Localização	Perímetro rural	Perímetro urbano	Perímetro urbano	Perímetro urbano
2.. Capacidade de produção diária	800 kg/dia	250 kg/dia	Não soube informar	205 l/dia
3. Prédio construído especialmente para este fim	Não	Não	Não	Não
4. Prédio ocupado exclusivamente com as instalações industriais	Sim	Não	Não	Não
5. Acesso direto e independente	Sim	Sim	Não	Não
6. Livres de focos de insalubridade	Não	Não	Não	Não
7. Layout adequado	Sim	Não	Não	Não
8. Fluxo que evita contaminação cruzada	Sim	Não	Não	Não

## Continuação

9. Proteção física contra pragas e insetos	Sim	Não	Não	Não
10. Paredes e divisórias	PVC	Alvenaria, com pintura em tinta a óleo	Não se aplica	Não se aplica
11. Forro/ cobertura	PVC	PVC	Telha de amianto	Telha de amianto
12. Piso	Cerâmica, com inclinação	Cerâmica, sem inclinação	Cimento grosso, sem inclinação	Cimento grosso, sem inclinação
13. Estado de conservação das instalações	Razoável	Ruim	Ruim	Ruim
14. Iluminação e instalações elétricas	Adequadas	Adequadas	Inadequadas	Inadequadas
15. Ventilação	Adequada	Adequada	Não se aplica	Não se aplica
16. Pia exclusiva para higienização de mãos na área de produção	Não	Não	Não	Não
17. Sanitários	Sim, de uso exclusivo para funcionários	Sim, de uso compartilhado	Sim, de uso compartilhado	Sim, de uso compartilhado
18. Vestiários	Sim	Não	Não	Não
19. Coleta de lixo	Não, depositado em terreno do proprietário	Sim, coleta pública	Sim, coleta pública	Sim, coleta pública
20. Destino dos resíduos da industrialização	Utilizados como fertilizante	Descartados no lixo	Comercializados com fabricantes de rações	Comercializados com fabricantes de rações

## Continuação

21. Rede de esgoto	Fossa séptica	Fossa séptica	Rede pública	Rede pública
22. Abastecimento de água tratada	Sim, poço artesiano com cloração posterior	Sim, rede pública de abastecimento	Sim, rede pública de abastecimento	Sim, rede pública de abastecimento
23. Caixa d'água limpa e com tampa	Sim	Não se aplica	Sim	Sim
24. Controle de pragas	Não	Não	Não	Não
<b>Equipamentos e utensílios</b>				
1. Em aço inoxidável	Sim	Sim	A maioria	A maioria
2. Superfícies lisas, impermeáveis, resistentes, não absorventes e de fácil higienização	Sim	Sim	Não	Não
3. Em bom estado de funcionamento	Sim	Sim	Não	Não
4. Distantes do piso, paredes e outros equipamentos	Não	Sim	Não	Não
5. Em número suficiente	Sim	Sim	Sim	Sim
6. Manutenção preventiva	Não	Não	Não	Não

## Continuação

<b>Higiene do estabelecimento</b>				
1. Procedimentos de higienização escritos, disponíveis, visíveis e corretos	Não	Não	Não	Não
2. Etapas da higienização:				
2.1 Pré-lavagem	Sim	Sim	Sim	Sim
2.2 Aplicação de detergente	Não	Sim	Sim	Sim
2.3 Lavagem final	Sim	Sim	Sim	Sim
2.4 Desinfecção	Sim, com água sanitária	Não	Sim, com água sanitária	Sim, com água sanitária
3. Higienização imediatamente após o uso	Sim	Sim	Sim	Sim
4. Funcionários treinados para os procedimentos de higienização	Sim	Não	Não	Não
5. Equipamentos e utensílios limpos ao contato visual e tátil	Sim	Não	Não	Não

## Continuação

6. Equipamentos e utensílios guardados de modo a evitar recontaminação	Sim	Não	Não	Não
7. Produtos de limpeza aprovados por órgão competente	De uso doméstico, com registro.	De uso doméstico, com registro.	De uso doméstico, com registro.	De uso doméstico, com registro.
8. Produtos de limpeza utilizados de maneira correta	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica	Não se aplica
9. Utensílios de limpeza de uso exclusivo para este fim	Sim	Sim	Sim	Sim
<b>Manipuladores</b>				
1. Receberam treinamento sobre higiene pessoal, segurança de alimentos e boas práticas	Não	Não	Não	Não
2. Exames médicos e laboratoriais com a periodicidade adequada	Sim	Sim	Não	Não
3. Artigos pessoais afastados da área de produção	Sim	Sim	Não	Não

## Continuação

4. Aparência geral adequada	Não	Não	Não	Não
5. Higienizam as mãos em momentos adequados	Sim	Não	Não	Não
6. Utilização de EPIs completos, limpos e bem conservados	Não	Não	Não	Não
<b>Produção</b>				
1. Matérias-primas				
1.1 Controle da procedência	Sim	Sim	Não	Não
1.2 Avaliação antes do recebimento	Sim	Sim	Sim	Sim
1.3 Armazenamento	Em câmara fria	Em câmara fria	Em freezer e em caixas de isopor	Em freezer e em caixas de isopor
1.4 Armazenamento com temperatura monitorada	Sim, mas não há registro	Não	Não	Não
1.5 Controle dos prazos de validade	Sim	Não	Não	Não
2. Etapas do fluxo de produção				
2.1 Pesagem da matéria-prima na recepção	Sim	Sim	Sim	Sim
2.2 Pré-seleção	Sim	Sim	Sim	Sim
2.3 Pré-lavagem e lavagem com água clorada	Sim	Apenas a lavagem, sem água clorada	Apenas a lavagem, sem água clorada	Apenas a lavagem, sem água clorada

## Continuação

2.4 Seleção	Sim	Sim	Sim	Sim
2.5 Descascamento e preparo das frutas	Sim, manual em recipientes plásticos	Sim, manual em recipientes plásticos, ou mecanizado	Sim, sobre lonas colocadas no chão ou em mesas	Sim, sobre lonas colocadas no chão ou em mesas
2.6 Transporte para a despoldadeira	Manual, em baldes de aço inoxidável	Manual, em baldes plásticos	Manual, em baldes plásticos	Manual, em baldes plásticos
2.7 Tipo de despoldadeira	Descontínua	Descontínua	Descontínua	Descontínua
2.8 Despoldamento	Por prensagem	Por processo centrífugo	Por processo centrífugo	Por processo centrífugo
2.9 Reaproveitamento de sementes e resíduos	Sim	Não	Sim	Sim
2.10 Acabamento ou refino	Sim, no mesmo equipamento do despoldamento	Não	Sim, no mesmo equipamento do despoldamento	Sim, no mesmo equipamento do despoldamento
2.11 Tanque pulmão ou de equilíbrio	Não	Não	Não	Não
2.12 Transporte para a máquina de embalar	Manual, através de recipientes plásticos	Manual, através de recipientes plásticos	Manual, através de recipientes plásticos	Manual, através de recipientes plásticos
2.13 Máquina de embalar	Simples, com termosoldagem	Simples, com termosoldagem	Simples, com termosoldagem	Simples, com termosoldagem

## Continuação

2.14 Tipo de embalagem	Saco plástico	Saco plástico	Saco plástico	Saco plástico
2.15 Congelamento	Túnel de congelamento rápido	Freezer doméstico	Freezer doméstico	Freezer doméstico
2.16 Armazenamento	Câmara fria	Freezer doméstico	Freezer doméstico	Freezer doméstico
2.17 Armazenamento em equipamento exclusivo para este fim	Sim	Não	Não	Não
2.18 Distribuição para o comércio	Em veículo dotado de câmara fria	Em veículo sem câmara fria, com o produto acondicionado em caixas de isopor	Não se aplica	Em veículo sem câmara fria (motocicleta)
2.19 Redução da temperatura a -25°C no período que precede a distribuição	Não	Não	Não	Não
2.20 Inexistência de condições que permitam contaminação cruzada	Sim	Não	Não	Não
<b>Controles</b>				
1. Realização de análises laboratoriais	Sim, por lote de matéria-prima	Não	Não	Não
2. Manual de Boas Práticas de Fabricação	Não	Não	Não	Não

DFA: Delegacia Federal de Agricultura

PVC: policloreto de vinila