

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS  
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

**DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO PARA ESTABILIZAÇÃO DE CALDO DE  
CANA ADICIONADO DE SUCOS DE FRUTAS ÁCIDAS**

**PATRICIA PRATI**  
Engenheira Agrônoma

Orientador: Professor Doutor Roberto Hermínio Moretti

**PARECER**

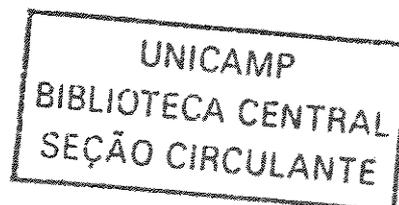
Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Patrícia Prati**, aprovada pela Comissão Julgadora em 18 de fevereiro de 2004.

Campinas, 18 de fevereiro de 2004.

  
Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti  
Presidente da Banca

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos, da Universidade Estadual de Campinas, como requisito para a obtenção do título de Doutor em Tecnologia de Alimentos.

CAMPINAS-SP  
2004



UNIDADE EC  
Nº CHAMADA T/UNICAMP  
P887d  
V \_\_\_\_\_  
TOMBO 57791  
PRO: 16 - 117-04  
C \_\_\_\_\_  
PREÇO 19,00  
DATA 17/04/2004  
Nº OPD \_\_\_\_\_

CM00196177-0

Bib Id 316 215

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA F.E.A. – UNICAMP

Prati, Patricia  
P887d Desenvolvimento de processo para estabilização de  
caldo de cana adicionado de sucos de frutas ácidas /  
Patricia Prati. – Campinas, SP: [s.n.], 2004.

Orientador: Roberto Hermínio Moretti  
Tese (doutorado) – Universidade Estadual de  
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

1.Cana-de-açúcar. 2.Suco de frutas. 3.Avaliação  
sensorial. 4.Pasteurização. I.Moretti, Roberto Hermínio.  
II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de  
Engenharia de Alimentos. III.Título.

## BANCA EXAMINADORA

---

Professor Doutor Roberto Herminio Moretti - **ORIENTADOR**  
Departamento de Tecnologia de Alimentos – FEA/UNICAMP



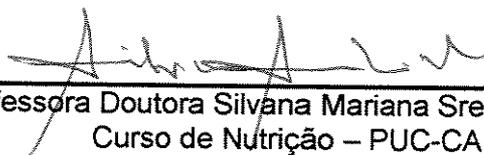
---

Professora Doutora Helena Maria André Bolini Cardello - **MEMBRO**  
Departamento de Planejamento Alimentar e Nutrição – FEA/UNICAMP



---

Professor Doutor Nelson Horácio Pezoa Garcia - **MEMBRO**  
Departamento de Tecnologia de Alimentos – FEA/UNICAMP



---

Professora Doutora Silvana Mariana Srebemich - **MEMBRO**  
Curso de Nutrição – PUC-CAMPINAS



---

Pesquisador Doutor Flávio Luis Schmidt - **MEMBRO**  
Centro de Tecnologia de Hortifrutícolas – FRUTHOTEC/ITAL

---

Professora Doutora Lilia Rosamiglia Marques - **SUPLENTE**  
Faculdade de Engenharia de Alimentos – CREUPI

---

Professora Doutora Marisa Jackix - **SUPLENTE**  
Departamento de Tecnologia de Alimentos – FEA/UNICAMP

Dedico,

Ao meu marido Ademir pela compreensão

À minha mãe Maria pelo amor, carinho e dedicação

À minha irmã Mariana pelo auxílio

Ao meu pai Valdir pelo incentivo e

Aos meus amigos pelo apoio nos momentos mais difíceis

## AGRADECIMENTOS

Ao Professor Roberto Hermínio Moretti pela orientação.

Ao CNPq e à FAPESP pelo apoio financeiro.

À Professora Helena não só pela orientação nas análises sensoriais, mas também pelos laços de amizade.

À Ana Lourdes Neves Gândara, Técnica Microbiologista do Departamento de Tecnologia de Alimentos, pela orientação nas determinações microbiológicas e pela amizade também.

Às Técnicas do Laboratório de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados, Ana Koon e Priscila Ferraz, pela ajuda inconstante na realização desta pesquisa, mas principalmente pelo carinho, apoio e amizade.

A todos que participaram das análises sensoriais da pesquisa, minha eterna gratidão.

Às minhas amigas do coração Rosane Rodrigues, Daniela de Grandi e Elisangela Jeronimo pela amizade eterna, apoio, compreensão e auxílio nos momentos mais difíceis.

À minha família e a Deus em especial.....agradeço.

*“Tua caminhada ainda não terminou. A realidade te acolhe, dizendo que pela frente o horizonte da vida necessita de tuas palavras e de teu silêncio.  
Se amanhã sentires saudades, lembra-te da fantasia e sonha com tua próxima vitória. Vitória que todas as armas do mundo jamais conseguirão obter, porque é uma vitória que surge da paz e não do ressentimento.  
É certo que irá encontrar situações tempestuosas novamente, mas haverá de ver sempre o lado bom da chuva que cai e não a faceta do raio que destrói.  
Se não consegues entender que o céu deve estar dentro de ti, é inútil buscá-lo acima das nuvens e ao lado das estrelas.  
Por mais que tenhas errado e erres, para ti haverá sempre esperança enquanto te envergonhares de teus erros.  
Tu és jovem. Atender a quem te chama é belo, lutar por quem te rejeita é quase chegar à perfeição.  
A juventude precisa de sonhos e se nutrir de lembranças assim como o leite dos rios precisa de água que rola e o coração necessita de afeto.  
Não faças do amanhã o sinônimo do nunca, nem o ontem te seja o mesmo que nunca mais.  
Teus passos ficaram.  
Olhe para trás... mas vá em frente pois há muitos que precisam que chegues para poderem seguir-te.”*

*Charles Chaplin*

**SUMÁRIO**

<b>ÍNDICE DE TABELAS</b> .....	ix
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b> .....	xiv
<b>ÍNDICE DE QUADROS</b> .....	xvii
<b>ÍNDICE DE FLUXOGRAMAS</b> .....	xvii
<b>RESUMO GERAL</b> .....	xviii
<b>ABSTRACT</b> .....	xx
<b>INTRODUÇÃO GERAL</b> .....	1
<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL</b> .....	4
<b>CAPÍTULO 1 - <i>Caracterização microbiológica, físico-química e composição centesimal do caldo de cana</i></b>	
Resumo.....	33
Summary.....	34
1) Introdução.....	35
2) Material e Métodos.....	42
3) Resultados e Discussão.....	44
4) Conclusões.....	47
5) Referências Bibliográficas.....	48
<b>CAPÍTULO 2 - <i>Desenvolvimento de processo parcial de clarificação-estabilização de caldo de cana para consumo</i></b>	
Resumo.....	52
Summary.....	53
1) Introdução.....	54
2) Material e Métodos.....	58
3) Resultados e Discussão.....	63
4) Conclusões.....	78
5) Referências Bibliográficas.....	79

<b>CAPÍTULO 3 - <i>Estudo da interferência de três diferentes concentrações de ácido ascórbico na qualidade física, química e sensorial de garapa parcialmente clarificada-estabilizada estocada sob refrigeração</i></b>	
Resumo.....	82
Summary.....	83
1) Introdução.....	84
2) Material e Métodos.....	94
3) Resultados e Discussão.....	99
4) Conclusões.....	115
5) Referências Bibliográficas.....	116
<b>CAPÍTULO 4 - <i>Elaboração de bebida composta pela mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas</i></b>	
Resumo.....	121
Summary.....	122
1) Introdução.....	123
2) Material e Métodos.....	131
3) Resultados e Discussão.....	136
4) Conclusões.....	142
5) Referências Bibliográficas.....	143
<b>CAPÍTULO 5 - <i>Estudo da vida-de-prateleira da bebida elaborada pela mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e suco natural de maracujá</i></b>	
Resumo.....	148
Summary.....	149
1) Introdução.....	150
2) Material e Métodos.....	151
3) Resultados e Discussão.....	156
4) Conclusões.....	164
5) Referências Bibliográficas.....	165
<b>CONCLUSÕES GERAIS.....</b>	<b>168</b>

## ÍNDICE DE TABELAS

<b>Revisão Bibliográfica Geral</b>		<b>Pág.</b>
Tabela 1 -	Composição do caldo de uma cana sadia e normal, para as condições do Brasil.....	4
Tabela 2 -	Distribuição dos compostos nitrogenados constituintes do caldo de cana-de-açúcar.....	6
Tabela 3 -	Concentrações (%) dos minerais presentes no caldo da cana-de-açúcar.....	7
Tabela 4 -	Valores de ADI determinados pelo JECFA.....	17
Tabela 5 -	Valores médios de pH, °Brix, acidez e vitamina C de limões Tahiti...	20
Tabela 6 -	Valores médios de °Brix, acidez e relação Brix/Acidez ("ratio") de frutos de abacaxi amadurecidos no verão e no inverno (variedade não definida pela fonte bibliográfica).....	22
Tabela 7 -	Análises físico-químicas do suco de abacaxi natural (A), pasteurizado embalado assepticamente (B) e preservado quimicamente (C), obtidas no tempo zero de armazenamento.....	22
Tabela 8 -	Composição físico-química do suco de maracujá-amarelo ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ) em duas diferentes regiões.....	23
<b>Capítulo 1</b>		
Tabela 9 -	Composição do caldo de uma cana sadia e normal, para as condições do Brasil.....	35
Tabela 10 -	Classificação das partículas dispersas no caldo.....	36
Tabela 11 -	Distribuição dos compostos nitrogenados constituintes do caldo de cana-de-açúcar.....	37
Tabela 12 -	Concentrações (%) dos minerais presentes no caldo da cana-de-açúcar.....	39
Tabela 13 -	Composição centesimal da garapa "in natura".....	44
Tabela 14 -	Determinações físico-químicas da matéria-prima.....	45
Tabela 15 -	Resultados das análises microbiológicas da garapa "in natura".....	45

## Capítulo 2

Tabela 16 -	Variáveis independentes do Planejamento Experimental 2 <sup>3</sup> .....	60
Tabela 17 -	Planejamento Experimental Fatorial 2 <sup>3</sup> .....	60
Tabela 18 -	Médias das notas atribuídas aos atributos cor, turbidez e aparência global aos tratamentos (ensaios).....	63
Tabela 19 -	Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para o atributo turbidez.....	64
Tabela 20 -	ANOVA do modelo ajustado para atributo turbidez (R <sup>2</sup> =0,85).....	64
Tabela 21 -	Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para o atributo aparência.....	66
Tabela 22 -	ANOVA do modelo ajustado para atributo aparência (R <sup>2</sup> =0,95).....	66
Tabela 23 -	Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para o atributo cor.....	68
Tabela 24 -	ANOVA do modelo ajustado para atributo cor (R <sup>2</sup> =0,93).....	68
Tabela 25 -	Resultados das determinações de turbidez, teores de polissacarídeos e dextrana em cada tratamento de clarificação da garapa.....	69
Tabela 26 -	Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para o teor de polissacarídeos totais.....	70
Tabela 27 -	ANOVA do modelo ajustado para o teor de polissacarídeos totais (R <sup>2</sup> =0,45).....	71
Tabela 28 -	Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para turbidez.....	72
Tabela 29 -	ANOVA do modelo ajustado para turbidez (R <sup>2</sup> =0,89).....	73
Tabela 30 -	Velocidade de decantação do processo e valores médios de <u>L</u> , <u>a</u> e <u>b</u> para cor.....	74

**Capítulo 3**

Tabela 31 -	Valores de ADI determinados pelo JECFA.....	90
Tabela 32 -	Resultados das determinações microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sem antioxidante.....	99
Tabela 33 -	Diferença significativa a $p \leq 0,05$ entre as médias das notas das amostras quanto ao atributo cor nos diferentes tempos de armazenamento.....	105
Tabela 34 -	Diferença significativa a $p \leq 0,05$ entre as médias das notas das amostras quanto ao atributo sabor nos diferentes tempos de armazenamento.....	105
Tabela 35 -	Diferença significativa a $p \leq 0,05$ entre as médias das notas das amostras quanto ao atributo impressão global nos diferentes tempos de armazenamento.....	106
Tabela 36 -	Médias do pH e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.....	107
Tabela 37 -	Médias do teor de sólidos solúveis (°Brix à 20°C) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.....	107
Tabela 38 -	Médias da acidez total titulável (%ácido cítrico) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.....	108
Tabela 39 -	Médias da relação Brix/Acidez ("ratio") e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.....	108
Tabela 40 -	Médias da turbidez (%) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.....	109

Tabela 41 - Médias da cor-L e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.....	109
Tabela 42 - Médias da cor-a e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.....	109
Tabela 43 - Médias da cor-b e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.....	110
Tabela 44 - Médias dos teores de vitamina C (mg ác. asc./100ml amostra) nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.....	111
<b>Capítulo 4</b>	
Tabela 45 - Valores médios de pH, °Brix, acidez e vitamina C de limões Tahiti...	125
Tabela 46 - Uso de suco de limão em alguns produtos alimentícios.....	126
Tabela 47 - Valores médios de °Brix, acidez e relação Brix/Acidez ("ratio") de frutos de abacaxi amadurecidos no verão e no inverno (variedade não definida pela fonte bibliográfica).....	128
Tabela 48 - Análises físico-químicas do suco de abacaxi natural (A), pasteurizado embalado assepticamente (B) e preservado quimicamente (C), obtidas no tempo zero de armazenamento.....	128
Tabela 49 - Composição físico-química do suco de maracujá-amarelo ( <i>Passiflora edulis</i> f. <i>flavicarpa</i> ) em duas diferentes regiões.....	130
Tabela 50 - Composição físico-química de sucos comerciais de maracujá-amarelo integrais.....	130
Tabela 51 - Determinações físico-químicas dos sucos naturais de limão Tahiti, abacaxi Havai e maracujá amarelo.....	136
Tabela 52 - Resultados das determinações microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada processada sem e com sucos de frutas ácidas.....	137

---

Tabela 53 -	Determinações físico-químicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada processada sem e com sucos de frutas ácidas.....	138
Tabela 54 -	Diferença significativa a $p \leq 0,05$ entre as médias das amostras quanto aos atributos aparência, cor, aroma, sabor e impressão global.....	140

### Capítulo 5

Tabela 55 -	Resultados das determinações microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de suco de maracujá.....	157
Tabela 56 -	Determinações físico-químicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de suco de maracujá.....	158
Tabela 57 -	Diferenças estatísticas entre as médias das notas dos atributos cor, sabor e impressão global no decorrer do período de estocagem.....	161

## ÍNDICE DE FIGURAS

<b>Capítulo 2</b>		<b>Pág.</b>
Figura 1 -	Ficha de Avaliação Sensorial para o Teste de Aceitação da garapa parcialmente clarificada-estabilizada.....	61
Figura 2 -	Superfície de contorno dos fatores PAC e polieletrólito para o atributo turbidez.....	65
Figura 3 -	Superfície de contorno dos fatores pH e polieletrólito para o atributo turbidez.....	65
Figura 4 -	Superfície de contorno dos fatores PAC e pH para o atributo aparência.....	67
Figura 5 -	Superfície de contorno dos fatores PAC e polieletrólito para o atributo aparência.....	67
Figura 6 -	Superfície de contorno dos fatores PAC e polieletrólito para o atributo cor.....	69
Figura 7 -	Superfície de contorno dos fatores pH e polieletrólito para o atributo cor.....	69
Figura 8 -	Superfície de contorno dos fatores PAC e pH para teor de polissacarídeos.....	71
Figura 9 -	Superfície de contorno dos fatores PAC e polieletrólito para teor de polissacarídeos.....	72
Figura 10 -	Superfície de contorno dos fatores PAC e pH para turbidez.....	73
Figura 11 -	Superfície de contorno dos fatores pH e polieletrólito para turbidez.....	74
Figura 12 -	Luminosidade (L) e cor das amostras em termos de <u>a</u> e <u>b</u> .....	76
Figura 13 -	Diferença de cada amostra em relação ao padrão, em termos <u>L</u> , <u>a</u> e <u>b</u> .....	76
Figura 14 -	Gráfico da velocidade de decantação do lodo na garapa submetida ao tratamento 4 .....	77

### Capítulo 3

Figura 15 - Ficha de Avaliação Sensorial para o Teste de Aceitação da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de ácido ascórbico.....	98
Figura 16 - Log da Contagem Padrão e Contagem de Bolores e Leveduras em função do tempo de estocagem da garapa parcialmente clarificada-estabilizada.....	100
Figura 17 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 1 (50ppm) – Atributo Cor.....	102
Figura 18 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 2 (125ppm) – Atributo Cor.....	102
Figura 19 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 3 (200ppm) – Atributo Cor.....	102
Figura 20 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 1 (50ppm) – Atributo Sabor.....	103
Figura 21 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 2 (125ppm) – Atributo Sabor.....	103
Figura 22 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 3 (200ppm) – Atributo Sabor.....	103
Figura 23 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 1 (50ppm) – Atributo Impressão Global.....	104
Figura 24 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 2 (125ppm) – Atributo Impressão Global.....	104
Figura 25 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 3 (200ppm) – Atributo Impressão Global.....	104
Figura 26 - Luminosidade (L) e cor das amostras, em termos de $a$ e $b$ , em todos os tempos de estocagem.....	110
Figura 27 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 1 (50ppm).....	113
Figura 28 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 2 (125ppm).....	114

Figura 29 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para a amostra 3 (200ppm).....	114
---	-----

#### Capítulo 4

Figura 30 - Ficha de Avaliação Sensorial para os Testes de Aceitação e Intenção de Compra da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de sucos de frutas ácidas.....	135
Figura 31 - Luminosidade (L) e cor das amostras em termos de $a$ e $b$ .....	139
Figura 32 - Teste de Intenção de Compra das amostras submetidas à análise sensorial (1-certamente não compraria; 2-possivelmente não compraria; 3-talvez comprasse/talvez não comprasse; 4-possivelmente compraria; 5-certamente compraria).....	141

#### Capítulo 5

Figura 33 - Ficha de Avaliação Sensorial para o Teste de Aceitação da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de suco natural de maracujá.....	156
Figura 34 - Log da Contagem Total e Contagem de Bolores e Leveduras em função do tempo de estocagem.....	157
Figura 35 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ , para as médias do teor de ácido ascórbico.....	159
Figura 36 - Luminosidade (L) e cor das amostras, em termos de $a$ e $b$ , em todos os tempos de estocagem.....	161
Figura 37 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para o atributo cor.....	162
Figura 38 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para o atributo sabor.....	162
Figura 39 - Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de $R^2$ para o atributo impressão global.....	163

## ÍNDICE DE QUADROS

	<b>Capítulo 1</b>	<b>Pág.</b>
Quadro 1 - Maiores produtores de cana-de-açúcar no Brasil (até agosto de 2002).....		35
	<b>Capítulo 4</b>	
Quadro 2 - Maiores produtores de limão no Brasil (em 2000).....		125
Quadro 3 - Maiores produtores de abacaxi no Brasil (até agosto de 2002).....		127
Quadro 4 - Maiores produtores de maracujá no Brasil (em 2000).....		129

## ÍNDICE DE FLUXOGRAMAS

	<b>Capítulo 2</b>	<b>Pág.</b>
Fluxograma 1 - Etapas da obtenção de caldo de cana parcialmente clarificado-estabilizado.....		59
	<b>Capítulo 3</b>	
Fluxograma 2 - Etapas da obtenção de caldo de cana parcialmente clarificado-estabilizado, adicionado de conservante e antioxidante.....		97
	<b>Capítulo 4</b>	
Fluxograma 3 - Etapas da obtenção de caldo de cana parcialmente clarificado-estabilizado adicionado de sucos de frutas ácidas.....		134
	<b>Capítulo 5</b>	
Fluxograma 4 - Etapas da obtenção de caldo de cana parcialmente clarificado-estabilizado adicionado de sucos de frutas ácidas.....		154

## RESUMO GERAL

A garapa ou caldo de cana, bebida popularmente conhecida e comumente comercializada por vendedores ambulantes no Brasil, é um produto cuja obtenção tem-se revelado como um negócio lucrativo. Considerando-se tal importância, é de grande interesse o desenvolvimento de tecnologias que promovam a estabilidade da bebida por maiores períodos de tempo (já que se trata de um produto perecível), possibilitando melhor distribuição comercial, e estimulando o desenvolvimento de agroindústrias já existentes, bem como a implantação de outras micro-empresas do ramo. O referido trabalho teve como objetivos: estabilizar a bebida através de sua clarificação parcial, uso de espessante (0,05% de Pectina Genu tipo-106), conservador (40ppm de parabeno) e antioxidante (ácido ascórbico), como procedimentos complementares à pasteurização (75°C/15seg) e refrigeração (4-6°C); testar a melhoria sensorial e conservação da bebida pela mistura de sucos naturais de frutas ácidas. Primeiramente, as matérias-primas foram caracterizadas físico-química e microbiologicamente, e a seguir, estudou-se o procedimento de clarificação e as melhores condições estabelecidas foram: aquecimento em banho-maria a 65°C/50min; alcalinização com CaOH (1,25%) até pH 8,0; adição de 60ppm de policloreto de alumínio (PAC); decantação por 45min; filtração do sobrenadante e acidificação do mesmo com solução de ácido cítrico (10%) até pH 4,0. Posteriormente, através de determinações microbiológicas, estabeleceu-se o período de armazenamento refrigerado deste produto adicionado de conservador, concluindo-se que o mesmo mantém suas características satisfatórias até os trinta dias de estocagem. Na etapa seguinte, através de análises sensoriais periódicas, estudou-se a vida-de-prateleira da bebida adicionada de três concentrações de ácido ascórbico (50, 125 e 200 ppm) e estocada sob refrigeração por trinta dias, concluindo-se que o melhor nível deste antioxidante a ser adicionado foi 125 ppm, considerando o fator custo/benefício. Elaborou-se então misturas de garapa clarificada com sucos naturais de limão (7,5%), abacaxi (10%) e maracujá (5%), sendo estas adicionadas de antioxidante, conservador e espessante; sensorialmente a melhor

mistura foi aquela que continha suco natural de maracujá. A seguir, estudou-se a vida-de-prateleira da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de suco de maracujá, antioxidante, espessante e conservador, em armazenamento refrigerado por trinta dias; as análises sensoriais e microbiológicas revelaram que o produto mantém suas características organolépticas até quinze dias de estocagem refrigerada.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, sucos de frutas, clarificação, análise sensorial, vida-de-prateleira, pasteurização.

**ABSTRACT**

Sugar cane juice or *garapa*, is a popular, well-known beverage, widely commercialized by street vendors in Brazil, and its production has been shown to be a highly lucrative business. Thus the development of technology to extend the shelf life of this beverage (since it is highly perishable) is of great interest, due to the importance of the product, thus improving the possibilities for commercial distribution and stimulating further development by already existing agro-industries and the implantation of other micro-industries in the area. This research had the following objectives: stabilize the beverage by way of partially clarification and the use of a thickener (0,05% Genu pectin, type 106), preservative (40ppm paraben) and anti-oxidant (ascorbic acid), as procedures to complement pasteurization (75°C/15sec) and refrigeration (4-6°C); test for improvements in the sensory quality and preservation of the beverage by mixing the product with natural acid fruit juices. The physical, chemical and microbiological characteristics of the raw material were first determined and the procedure for clarification then investigated. The best conditions for clarification were: heating in a water bath at 65°C/50min.; alkalinisation with Ca(OH)<sub>2</sub> (1,25%) to pH 8,0; addition of 60ppm aluminium polychloride (APC); decantation for 45min.; filtration of the supernatant and acidification to pH 4,0 with citric acid (10%). Subsequent microbiological analyses established a period of 30 days for the refrigerated storage of the product after addition of preservative, the product remaining satisfactory characteristics during this period. In the following stage, three concentrations of ascorbic acid (50, 125 and 200ppm) were added, and periodic sensory analyses during the thirty day refrigerated shelf life period determined that the best level of this anti-oxidant was 125ppm, according cost/benefit. Mixtures of the clarified *garapa* with natural lemon (7,5%), pineapple (10%) and passion fruit (5%) juices were then formulated, all with added anti-oxidant, preservative and thickener, and evaluated for their sensory quality. The preferred mixture was shown to be that containing natural passion fruit juice. Finally the shelf life of the partially clarified-stabilized *garapa* containing passion fruit juice, anti-oxidant, thickener and preservative was studied, during thirty days of refrigerated storage. The sensory and microbiological

analyses showed that the product maintained its organoleptic characteristics up to fifteen days this period.

**Key words:** sugarcane, fruit juices, liquids - clarification, sensory evaluation, food - shelf-life, fruit juices - pasteurization.

## INTRODUÇÃO GERAL

O caldo de cana ou garapa é comercializado na rua por vendedores ambulantes, que possuem moendas para extração. No entanto, as condições higiênico-sanitárias de obtenção e comercialização da bebida não são apropriadas. Apesar disso, o produto é amplamente consumido na região Nordeste do Brasil (SOCCOL *et al.*, 1990).

Na Malásia, a garapa também é muito popular e amplamente comercializada nos restaurantes do país, fato que revela ser a produção de suco de cana um negócio lucrativo (YUSOF *et al.*, 2000).

Considerando que o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (AGRIANUAL, 2003) e que nacionalmente a garapa é bastante apreciada, seria de grande interesse o desenvolvimento de tecnologias que promovessem a duração do produto por maiores períodos de tempo, possibilitando sua melhor distribuição comercial, e estimulando o desenvolvimento de agroindústrias já existentes, bem como a implantação de outras micro-empresas do ramo.

A garapa pode ser considerada como um "suco de cana". Segundo Lima (1998), os sucos naturais geralmente são conservados por pasteurização e/ou adição de preservativos permitidos pela legislação.

Tal conservação se faz necessária, pois o suco é um produto perecível e os fatores físicos (luz, calor), químicos ( $O_2$ , reações enzimáticas), e biológicos (microrganismos, insetos) responsáveis por suas alterações comprometem suas características químicas (composição), físicas (turbidez, separação de fases), organolépticas (odor, sabor, cor, textura) e nutricionais (proteínas, vitaminas), influenciando a vida-de-prateleira do produto (GRAUMLICH *et al.*, 1986).

Yusof *et al.* (2000) considerando a importância da produção de suco de cana na Malásia estudaram formas de preservar as características do produto durante sua estocagem. Os autores observaram que após a colheita os colmos de cana eram estocados em abrigos, à temperatura ambiente, e após certo tempo era realizada a extração do suco que então sofria resfriamento imediato sendo

distribuído sob refrigeração; a demora na extração do suco foi então reportada como sendo uma das principais causas de mudanças na qualidade do produto.

Tendo isto em vista, os pesquisadores estudaram o efeito da estocagem de colmos e suco fresco de cana em diferentes temperaturas, sob a qualidade do produto final em termos de rendimento, acidez, cor, conteúdo de açúcar, sólidos solúveis totais, microbiologia e características sensoriais. Os colmos foram estocados à 10°C (UR=85-88%) e à 27°C (UR=55-85%) por 15 dias, e posteriormente o caldo foi extraído e mantido resfriado para posteriores análises diárias; o suco fresco, por sua vez, foi estocado à 5°C (UR=61-85%) e à 27°C (UR=55-85%) sendo realizadas análises diárias com tal produto.

As conclusões do estudo foram: sucos obtidos de colmos de cana estocados à 10°C (UR=85-88%) podem conservar sua qualidade (em termos gerais) por até 9 dias após a extração, enquanto que, a estocagem dos colmos à 27°C (UR=55-85%) proporciona a obtenção de produto de baixa qualidade, principalmente, em termos de baixo rendimento, perda de cor e redução no teor de açúcares; quanto ao suco fresco, quando estocado à 5°C (UR=61-85%) manteve sua qualidade somente por 4 dias, e à 27°C (UR=55-85%) se deteriorou em apenas um dia. O estudo mostra então que a estocagem prévia de colmos de cana à baixas temperaturas ( $\pm 10^\circ\text{C}$ ) é eficiente na conservação da qualidade do suco extraído.

Assim sendo, o presente trabalho teve como objetivos:

- a) desenvolver um processo de estabilização da garapa por meio de clarificação parcial da bebida, adição de antioxidante, conservador e espessante, seguida de pasteurização e refrigeração;
- b) avaliar a melhoria sensorial do produto pela adição de sucos naturais de frutas ácidas como limão, abacaxi e maracujá.

A obtenção de novos produtos, como este em questão, seria uma forma de:

- \_ estimular o desenvolvimento de micro-empresas (pequenas agroindústrias) já existentes, pois poderia melhorar o aproveitamento da infra-estrutura disponível;
- \_ estimular a instalação de outras indústrias, deste segmento de mercado, com baixo investimento econômico.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Argos/FNP Consultoria e comércio, 2003.
- 2) GRAUMLICH, T.R.; MARCY, J.E.; ADAMS, J.P. Aseptically packaged orange juice and concentrate: a review of the influence of processing and packaging conditions on quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.34, n.3, p. 402-405, 1986.
- 3) LIMA, U.A.L. **Agroindustrialização de frutas**. São Paulo: FEALQ, 1998. 151p.
- 4) SOCCOL, C.R.; SCHWAB, A.; KATAOKA, C.E. Avaliação microbiológica do caldo de cana (garapa) na cidade de Curitiba. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.8, n.2, p.116-125, jul./dez. 1990.
- 5) YUSOF, S.; SHIAN, L.S.; OSMAN, A. Changes in quality of sugar-cane juice upon delayed extration and storage. **Food Chemistry**, v.68, p.395-401, 2000.

## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA GERAL

O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de cana-de-açúcar. As regiões Sudeste e Nordeste são as que apresentam maior produção nacional, sendo que o estado de São Paulo é responsável por 57% desta produção (AGRIANUAL, 2003).

A bebida obtida da cana-de-açúcar, conhecida popularmente por garapa é muito apreciada para consumo no Brasil, na forma pura ou em misturas com sucos de frutas ácidas como limão, abacaxi e maracujá, sendo comercializada na rua por vendedores ambulantes denominados de “garapeiros”.

As más condições higiênico-sanitárias de obtenção do caldo de cana e sua elevada concentração de açúcar são fatores que tornam o produto altamente perecível devendo ser consumido imediatamente após sua extração. Uma alternativa ao consumo por um período de tempo mais prolongado, seria o processamento térmico da bebida, seguido de refrigeração.

### 1. Constituição do caldo de cana

A garapa é constituída basicamente por água e sólidos totais dissolvidos, destacando-se entre estes, os açúcares tais como sacarose (em maior proporção), glucose e frutose.

A TABELA 1 mostra a composição centesimal do caldo de cana-de-açúcar.

TABELA 1. Composição do caldo de uma cana sadia e normal, para as condições do Brasil.

Constituinte	Teor (%)
1. Água	75-82 (média 78)
2. Sólidos totais dissolvidos	18-25 (média 22)
2.1 Açúcares	15-24 (média 20)
Sacarose	14,5-23,5 (média 20)
Glucose	0,2-1,0 (média 0,4)
Frutose	0,0-0,5 (média 0,1)
2.2 Não-açúcares	1,0-2,5
Orgânicos (matéria nitrogenada, gorduras e ceras, pectina, ácidos, matérias corantes)	0,8-1,5 (média 1,2)
Inorgânicos (cinzas) (sílica, K, P, Ca, Mg, Na, S, Fe, Al, Cl)	0,2-0,7 (média 0,3)

Fonte: DELGADO, 1975b.

Esta bebida é caracterizada como um líquido opaco, viscoso, de cor parda ao verde escuro, apresentando uma proporção de sólidos solúveis, compreendida entre 15 e 25°Brix. O pH do caldo é pouco ácido, variando entre 5 e 6, sendo mais comum o intervalo 5,2 - 5,4 (LEME Jr. & BORGES, 1965; DELGADO, 1975b; MARTUCCI, 1983; YOKOYA, 1995).

Estes valores de pH associados à presença de altas concentrações de açúcares tornam a garapa um produto altamente perecível em termos microbiológicos.

Tal produto se constitui num sistema coloidal muito complexo, no qual o meio de dispersão é a água. Neste sistema alguns constituintes como os açúcares, as amidas e os aminoácidos, estão em dispersão molecular de difícil separação; os ácidos orgânicos e os sais minerais apresentam-se dissociados; as matérias corantes, sílica, gomas, pectinas, proteínas e partículas de cera estão em estado de dispersão coloidal. Também, pode-se encontrar em suspensão, partículas de bagaço e outras impurezas (LEME Jr. & BORGES, 1965; BAYMA, 1974; DELGADO & CESAR, 1989; COPERSUCAR, 1994).

Geralmente, nas soluções coloidais naturais, por exemplo, o caldo de cana, as partículas coloidais estão carregadas por íons negativos adsorvidos em sua superfície, o que é vantajoso para a clarificação do produto, pois os colóides mais facilmente complexados são os negativamente carregados (COPERSUCAR, 1994; KOBLITZ & MORETTI, 1999).

Os constituintes mais importantes para a clarificação são aqueles responsáveis pela opacidade e cor do caldo: proteínas, colóides, sais, pigmentos naturais, pectina e compostos resultantes de reações químicas no caldo (JENKINS, 1966). A maioria desses elementos pode ser removida do caldo durante o processo de clarificação, com exceção dos colóides e alguns minerais como o potássio (HOING, 1973; BAYMA, 1974; DELGADO, 1975a; KOBLITZ & MORETTI, 1999).

## 1.1 Constituintes nitrogenados

O nitrogênio é encontrado no caldo de cana, principalmente na forma de aminoácidos e amidas (TABELA 2), existindo relativamente menores quantidades de proteínas e outros compostos, como nitratos (DELGADO, 1975a).

TABELA 2. Distribuição dos compostos nitrogenados constituintes do caldo de cana-de-açúcar.

Elemento	% do caldo	% do total de nitrogênio
Nitrogênio em albumina	0,0039	9,5
Nitrogênio em corpos nucleicos	0,0025	6,3
Nitrogênio em albuminoses	0,0021	5,3
Nitrogênio em amino-ácidos	0,0122	30,5
Nitrogênio em amidas	0,0098	24,1
Nitrogênio em amônia	0,0024	6,2
Nitrogênio em nitrato	0,0071	17,8

Fonte: HOING, 1973.

Albumina (em maiores proporções), nucleínas, albuminoses e peptoses são as proteínas encontradas no caldo. Os aminoácidos existentes em maiores proporções são: ácido aspártico, ácido glutâmico, alanina, valina, lisina, glicina e leucina. As principais amidas são asparagina e glutamina, decompostas nos tratamentos de aquecimento e acidificação do caldo de cana (HOING, 1973; MEADE & CHEN, 1977).

Durante a clarificação ocorre eliminação quase que total das proteínas e, praticamente, nenhuma dos aminoácidos livres e das amidas. A permanência das proteínas no caldo, após a alcalinização é prejudicial, pois tais compostos atuam como protetores dos colóides e tendem a estabilizar a matéria orgânica em suspensão (DELGADO, 1975a).

As albuminas constituem os compostos nitrogenados do caldo mais facilmente eliminados durante o processo de clarificação, pois pela ação simples do calor podem ser desnaturadas e então precipitadas; além disso, seu comportamento químico é influenciado pelo pH sendo que coagulam em pH = 5,5 (ponto isoelétrico) (DELGADO & CESAR, 1989).

Os aminoácidos e as amidas por sua vez, não são removidos pela clarificação; conseqüentemente, durante o processamento do caldo pode ocorrer reação dos aminoácidos (particularmente glicina) com os açúcares redutores ("reação de Maillard") resultando em escurecimento do produto (DELGADO, 1975a).

## 1.2 Colóides

A permanência dos colóides (gomas, polissacarídeos) no caldo retarda a sedimentação de impurezas, dificultando a clarificação. O teor desses elementos é dependente da quantidade e tipo de ternos de moagem, pressão hidráulica e quantidade de água de embebição; é estimado em 0,02-0,29% (DELGADO, 1975a).

As gomas existentes são compostas por açúcares como: arabinose, xilose, galactose, glucose, manose e ramnose, com predominância da arabinose e galactose; há também as pentosanas, que estão presentes no caldo na faixa de 0,02-0,05% do total dos constituintes. A dextrana também entra no grupo das gomas, sendo produzida pela bactéria *Leuconostoc mesenteroides* (HOING, 1973).

O caldo possui colóides com pontos isoelétricos diferentes, o que dificulta sua precipitação; à temperatura ambiente a maior parte flocula em pH 7,0-7,2, e a deposição do floculado elimina, por arraste, a maior parte das impurezas não dissolvidas (MARTUCCI, 1983).

## 1.3 Minerais

Pelo conteúdo total de cinzas observa-se que a cana é uma gramínea que absorve pouca substância mineral do solo. Os constituintes inorgânicos consistem de água e elementos dissolvidos nela, sendo que, o potássio e a sílica são os minerais mais abundantes no suco, como pode ser observado na TABELA 3, segundo Bayma (1974).

TABELA 3. Concentrações (%) dos minerais presentes no caldo da cana-de-açúcar.

Constituinte	Teor (%)
Sílica (SiO <sub>2</sub> )	0,351
Potássio (K <sub>2</sub> O)	0,158
Ácido fosfórico	0,098
Cálcio (CaO)	0,018
Ácido sulfúrico	0,016
Magnésio (MgO)	0,014
Sódio (Na <sub>2</sub> O)	0,010
Óxido de ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,003
Cloro (Cl)	0,002
<b>TOTAL</b>	<b>0,665</b>

Fonte: BAYMA, 1974.

Quanto maior a proporção de cinzas no caldo, maior será o consumo de enxofre (sulfitação), para se conseguir uma purificação eficiente, rápida e perfeita. Assim sendo, quanto menor for o teor de cinzas de um caldo de cana, tanto melhor e mais rápida será a sua clarificação (MADOM, 1942; DELGADO, 1975a).

Em relação ao comportamento dos minerais durante a clarificação, observa-se que os fosfatos, a sílica, o magnésio e o cálcio são parcialmente removidos pelo processo. O magnésio, por exemplo, pode ser removido em grandes proporções em valores de pH 8,5-9,0, ou seja, acima do que é normalmente empregado no processo (MEADE & CHEN, 1977).

O cálcio pode em parte ser removido na forma de fosfatos e sulfitos, ou então precipitado como silicatos, oxalatos etc.; a sílica em suspensão tende a ser removida em grande parte pela clarificação, no entanto na forma coloidal e dissolvida tal fato só ocorre pelo processo de carbonatação (DELGADO & CESAR, 1989). O potássio, o cloreto, o sódio e baixas concentrações de sulfato são pouco afetados pela clarificação, tendendo a se concentrar com o processamento em questão.

Portanto, é possível afirmar que, o teor de cinzas no caldo de cana sofre apenas uma pequena variação pelos processos usuais de clarificação, na faixa entre pH 5,5 e 8,5, sendo que, o único método eficaz neste caso é a utilização de resina intercambiadora de íons, cujo emprego pode ser limitado pelo possível entupimento das tubulações causado pelos sais (MEADE & CHEN, 1977; DELGADO & CESAR, 1989).

#### **1.4 Compostos que conferem cor**

A clorofila, xantofila, carotenos e antocianinas são pigmentos encontrados naturalmente no caldo. À exceção das antocianinas, que são solúveis e separadas somente por carbonatação (tratamento do caldo com ácido carbônico, adotado com pouca frequência nas usinas de açúcar de cana), os demais compostos são insolúveis e facilmente removidos pelo uso de cal e aquecimento (defecação simples), seguido de filtração criteriosa (BAYMA, 1974; KOBLITZ & MORETTI, 1999).

Já, os polifenóis (taninos, sacaretina) e os compostos amino são os não-açúcares que podem vir a desenvolver coloração. Particularmente os polifenóis são muito importantes, pois podem reagir com ferro e oxigênio formando compostos coloridos escuros (especialmente em soluções alcalinas) dificilmente removidos durante todo o processamento do caldo. Também por decomposição enzimática (polifenoxidase) dos compostos fenólicos podem ser geradas as melaninas (compostos escuros ou negros). Já, os aminocompostos de coloração marrom (melanoidinas) são formados pela reação entre aminoácidos e açúcares redutores ("reação de Maillard"). A formação de caramelo e a ocorrência de produtos de decomposição de algumas hexoses (frutose e glucose), podem também contribuir para o aumento de cor do caldo em processamento (HOING, 1973; BAYMA, 1974; DELGADO, 1975a;).

O caramelo, as melanoidinas e as melaninas formadas são substâncias de alto peso molecular que se apresentam em solução coloidal no caldo, portanto estão sujeitas à remoção por floculação de colóides (KOBLOITZ & MORETTI, 1999).

### **1.5 Outros constituintes**

O teor de pectina é estimado em 0,1%, e o de pectato de cálcio na faixa de 0,01% a 0,015%, em relação ao total dos constituintes do caldo. As pectinas são parcialmente separadas pela clarificação, e também, em condições de calagem (pH 8,0) a maioria delas pode ser removida como pectato de cálcio (HOING, 1973; BAYMA, 1974; DELGADO & CESAR, 1989).

Há probabilidade de ocorrência da enzima pectinesterase no caldo, apesar de não existir nenhum estudo realizado sobre o assunto. Sua inativação é desejada, pois ao desdobrar as pectinas em ácidos pécticos e pectínicos ocorre alteração da viscosidade e separação das fases do líquido em questão.

## 2. Processo de clarificação do caldo de cana

Devido à oxidação dos constituintes do caldo durante a extração, a bebida escurece e conseqüentemente, tem sua qualidade depreciada, sendo então rejeitada pelo consumidor. Portanto, o processamento da garapa através de clarificação parcial, poderia manter sua turbidez característica, tornando-a mais clara e com melhor aceitação ao nível de mercado consumidor.

Como a bebida apresenta sistema coloidal complexo, não é possível realizar a clarificação por simples decantação (LEME Jr. & BORGES, 1965).

A coagulação, floculação e precipitação dos colóides e substâncias corantes são as reações que promovem a clarificação do caldo, ou seja, forma-se um precipitado insolúvel que absorve e arrasta tais constituintes do caldo. A floculação pode ser obtida por uma mudança de pH do meio, utilizando-se reagentes químicos, e pelo aquecimento (STUPIELLO, 1987; KOBLITZ & MORETTI, 1999).

A defecação simples (usa apenas cal e aquecimento para obtenção de açúcar bruto), e a sulfo-defecação (antes do tratamento com cal e aquecimento, ocorre adição de  $\text{SO}_2$  ao caldo para fabricação de açúcar cristal branco) são os dois modelos de clarificação que predominam no Brasil (KOBLITZ, 1998).

Em geral, os agentes coagulantes são sais de cátions trivalentes ( $\text{Al}^{+3}$ ,  $\text{Fe}^{+3}$ ) que possuem poder complexante maior do que outros cátions. Os flocos por eles formados apresentam grande superfície de adsorção de colóides e de material em suspensão. Portanto, a coagulação resulta na complexação de moléculas (processo químico), e na adsorção e arraste de partículas (processos físicos) (KOBLITZ, 1998).

O sulfato de alumínio é um dos coagulantes mais utilizados em tratamentos de águas no Brasil, sendo muito solúvel, de fácil armazenamento e transporte, e facilmente encontrado no mercado (KOBLITZ, 1998).

No entanto, o Policloreto de Alumínio (PAC) tem sido testado como agente de coagulação, apresentando algumas vantagens em relação aos coagulantes normalmente empregados: promove floculação em qualquer faixa de pH; é mais eficiente que o sulfato de alumínio na remoção de colóides, com menor gasto de reagentes; gera menos resíduo de alumínio no produto final (KOBLITZ, 1998).

Para que a coagulação ocorra é necessário que o meio esteja alcalino, o que é conseguido pela adição de agentes alcalinizantes tais como: óxido de cálcio (cal virgem), hidróxido de cálcio (cal hidratada), hidróxido de sódio ou carbonato de sódio. Tais reagentes quando adicionados ao caldo modificam o seu pH, e aliados ao efeito da temperatura formam precipitados que removem as impurezas (KOBELITZ, 1998).

Em relação ao pH ótimo para o processo de clarificação, não se tem um nível definido, mas sabe-se que a simples aplicação de cal (num caldo fresco) até alcançar um pH entre 7,5 e 8,5 produzirá uma clarificação satisfatória (SOUZA, 1988).

Os auxiliares de clarificação são compostos utilizados objetivando buscar maior eficiência e rendimento do processo, já que tornam os flocos mais densos, facilitando sua decantação. Entre eles podemos citar: argila, sílica ativada, ácido fosfórico, bentonita, polieletrólitos e óxido de magnésio (DELGADO, 1975a; SOUZA, 1988; KOBELITZ & MORETTI, 1999;).

Os polieletrólitos são compostos orgânicos sintéticos, de alto peso molecular, e solúveis em água. Têm sido amplamente utilizados como auxiliares da clarificação, contribuindo consideravelmente para uma melhor floculação e aumento da eficiência de decantação das impurezas do caldo (DELGADO & CESAR, 1989).

É possível citar as seguintes ações dos polieletrólitos: proporcionam aumento na velocidade de sedimentação dos flóculos em decantação, aumento na densidade dos lodos, eliminação de substâncias suspensas no caldo em clarificação. Os polieletrólitos do tipo catiônico são mais efetivos que os do tipo aniônico, visto que a maioria das partículas coloidais do caldo possui carga negativa (DELGADO, 1975a; SOUZA, 1988; DELGADO & CESAR, 1989).

A qualidade e as características do polieletrólito determinam a quantidade ideal a ser adicionada. A dosagem para tratamento do caldo tem variado entre 1 e 3 ppm, sendo que, a legislação americana permite um limite máximo de 5 ppm. A adição de grande quantidade deste reagente pode provocar o efeito contrário, ou

seja, em vez de provocar a atração das partículas, estabiliza o colóide e dificulta a floculação (PAYNE, 1989; COPERSUCAR, 1994).

O aquecimento posterior do caldo de 90°C até aproximadamente 105°C tem por objetivos acelerar e facilitar a coagulação e floculação de colóides e não-açúcares protéicos, emulsificar matérias graxas e ceras, ou seja, acelerar o processo químico, aumentando a eficiência da decantação.

O processo de clarificação é seguido de decantação, etapa que visa aumentar a vida útil dos filtros, mas não é indispensável ao processo de remoção de colóides. A filtração trata-se de uma etapa fundamental para a remoção não apenas de colóides, mas também de impurezas em suspensão e deve ser promovida com o auxílio de terra diatomácea. Em geral, tal procedimento é suficiente para perfeita clarificação de xaropes (KOBLOITZ & MORETTI, 1999).

Os autores acima citados estudaram a eficiência de diferentes concentrações de policloreto de alumínio (PAC – “Panclar P-1010”) e polieletrólito negativamente carregado (“Magnafloc LT-27”), na clarificação de xaropes de açúcar, em diferentes valores de pH (7, 9 e 11). De acordo com a pesquisa, melhores resultados para remoção de colóides coloridos, e não surgimento de flocos após o processamento foram obtidos com 50ppm de PAC e 2ppm de polieletrólito em valores de pH 9 e 11.

A finalidade da clarificação do caldo de cana para consumo direto, não é obter um líquido límpido e sim turvo, porém com coloração amarelada, ou seja, diferente da cor original que é verde escuro (processo parcial de clarificação-estabilização). Para alcançar tal objetivo, a clorofila precisa ser degradada e isto é conseguido através da acidificação do produto, sendo que, quanto maior a quantidade de ácido colocada mais o produto perde a tonalidade verde tendendo então ao amarelo esverdeado.

A interação entre a clorofila e os ácidos presentes no meio resulta na perda do íon magnésio das clorofilas, o qual é então substituído por um dos prótons fornecidos pelos ácidos. No caso da garapa, esta substituição resulta na formação de uma coloração amarelo-esverdeada, enquanto que nas frutas e hortaliças há mudança da cor verde para verde-castanho (IADEROZA & DRAETTA, 1991).

### 3. Estabilidade do caldo de cana – uso de aditivos

Assim como um outro suco qualquer, a garapa pode ser conservada por pasteurização e/ou adição de preservativos. Trata-se de um produto perecível, sujeito a fatores de deterioração (luz, calor, O<sub>2</sub>, enzimas, microrganismos e insetos) durante as etapas de processamento, acondicionamento, distribuição e estocagem.

As conseqüentes mudanças ocorridas em suas características químicas (composição), físicas (turbidez, separação de fases sólido/líquido), sensoriais (aroma, sabor, cor, consistência) e nutricionais (vitaminas), irão afetar sua vida-de-prateleira (GRAUMLICH *et al.*, 1986).

Os sucos processados, refrigerados e prontos para beber apresentam grande mercado consumidor, pois a preferência atual de consumo é pelos alimentos refrigerados, já que conservam bem as suas características após serem submetidos ao processamento térmico brando (ALVES & GARCIA, 1993; CORRÊA NETO, 1998).

A qualidade dos sucos é afetada por fatores químicos, especialmente de natureza oxidativa, sendo que a oxidação ocorre com a vitamina C e com os compostos responsáveis pelo aroma e sabor do suco alterando significativamente suas características sensoriais e nutricionais. Essas reações oxidativas dependem das condições de processo (tratamento térmico), da presença de oxigênio, da embalagem, da relação tempo/temperatura de estocagem, da influência da luz e da presença de catalizadores (Fe, Cu) (TOCCHINI, 1985; GRAUMLICH, *et al.*, 1986; ALVES & GARCIA, 1993).

A presença de oxigênio exerce grande influência na qualidade e estabilidade de sucos de frutas, podendo estar presente no produto de forma dissolvida, ou mesmo no espaço livre da embalagem (oxigênio residual) ou ainda pode permear através desta. Sendo assim, a desaeração é um procedimento que contribui para a retenção do ácido ascórbico, aroma e sabor durante o processamento (GRAUMLICH *et al.*, 1986).

A luz exerce importante efeito catalítico sobre a oxidação aeróbica da vitamina C em suco de laranja pasteurizado e envasado a quente (MARTIN *et al.*, 1995).

A oxidação do ácido ascórbico implica em perdas nutricionais e também no escurecimento do suco (*browning*), já que resulta na produção de compostos com radical carbonila que reagindo com grupos amino e por polimerização, produzem pigmentos escuros (SHAW & MOSHONAS, 1991).

Outras formas de escurecimento ("browning") não enzimático podem ocorrer através da reação de Maillard ou pela oxidação de açúcares, com formação de aldeídos ativos (teoria do aldeído ativo). Também existe a perda da cor característica do produto pela oxidação de pigmentos (SIMÃO, 1985).

Portanto, os antioxidantes são aditivos essenciais para promover a estabilidade da garapa parcialmente clarificada-estabilizada, processada termicamente e refrigerada.

Por se tratar de um produto altamente perecível e sujeito portanto à deterioração microbiana por leveduras e mofos, torna-se importante também o emprego de agentes conservadores à garapa processada, de forma a garantir sua segurança em termos de saúde pública.

### **3.1 Aditivos**

O uso de aditivos na indústria de alimentos é justificada pelas seguintes razões: economia, conservação e melhoria dos produtos elaborados. Ao determinar os ingredientes que formam os alimentos procuram-se sempre os de menor custo, porém sem deixar de lado a manutenção da qualidade desejada; desta forma, o uso dos aditivos autorizados permite obter alimentos de menor custo, mantendo o seu sabor, a cor etc. (VICENTE *et al.*, 1996).

Os aditivos alimentícios podem ser definidos como substâncias intencionalmente acrescentadas aos alimentos, sem o propósito de alterar o seu valor nutritivo, com a finalidade de modificar suas características, técnicas de elaboração, conservação e/ou para melhorar sua adaptação ao uso ao qual se destina. Ou seja, os aditivos não são substâncias que possuem valor nutritivo e, portanto, não podem ser consideradas como alimentos utilizados na elaboração de alimentos. A FAO esclarece, entretanto, que em certos casos, as substâncias

químicas incluídas para melhorar a qualidade do produto, poderão elevar a sua capacidade nutritiva (EVANGELISTA, 1994; VICENTE *et al.*, 1996)

A distribuição comercial dos alimentos desde o ponto onde são produzidos até os locais onde são comercializados justifica o emprego de tecnologias que garantam sua conservação e estabilidade por diversos dias, semanas e até meses (VICENTE *et al.*, 1996).

### 3.1.1 Antioxidantes

São substâncias acrescentadas aos produtos alimentícios para impedir ou retardar as oxidações catalíticas e o ranço natural ou provocado pela ação do ar, da luz, de metais etc. (VICENTE *et al.*, 1996).

Para o produto em questão são importantes as oxidações dos carboidratos, pigmentos, e as enzimáticas.

Na maioria dos alimentos, a oxidação dos carboidratos é evidenciada pela mudança de "flavor" e de cor, tendendo freqüentemente para a tonalidade marrom, ou então ligeiramente parda/amarelada. O autor ainda cita que, outro tipo de perda de cor em alimentos ocorre devido à oxidação de pigmentos (carotenóides, principalmente), sendo que, esta reação se processa através de radicais livres (semelhante aos lipídios), é catalizada por metais (íons) e depende da temperatura (SIMÃO, 1985).

As oxidações enzimáticas (peroxidase, polifenoloxidase, catalase) geralmente terminam com uma polimerização, cujos produtos finais são escuros ou marrons. Este tipo de reação pode ser inibida pela inativação enzimática, através de processamento térmico (80 a 90°C por 2 - 3min) ou tratamento químico (dióxido de enxofre, sulfitos, ácido ascórbico) (SIMÃO, 1985).

Tecnologicamente a vitamina C, graças ao seu comportamento químico, é utilizada na preservação dos alimentos susceptíveis de oxidação, tais como: leite em pó ou "in natura", manteiga, sucos de frutas, frutas desidratadas, cervejas etc. A forma de atuação do ácido ascórbico como antioxidante se dá através de sua combinação com o oxigênio. Nutricionalmente, o ácido ascórbico é elemento de grande importância devido à sua função como substância tampão em processos

de oxi-redução, como também interfere no metabolismo do ferro e dos glicídios, sendo que sua deficiência no organismo leva ao escorbuto (ABREU & SCHMITZ, 1971).

Na indústria de alimentos o ácido ascórbico é usado visando as seguintes finalidades principais (ROCHE, s.d.):

- estabilizar alimentos e bebidas (como antioxidante);
- aumentar ou padronizar o teor de vitamina C dos alimentos e bebidas;
- melhorar farinhas para panificação;
- melhorar e acelerar o processo de cura das carnes e produtos cárnicos.

Em sucos, a adição de apenas 150-200 ppm de ácido ascórbico inibe o aparecimento do sabor característico de pasteurização e preserva o aroma da fruta. Além disso, sua presença confere um sabor mais refrescante aos sucos podendo também aumentar o valor nutritivo de bebidas que contêm pequena proporção de vitamina C. O limite máximo deste aditivo como antioxidante em sucos de frutas permitido pela legislação brasileira é de 300mg/L de produto; já o Codex Alimentarius permite para sucos de frutas preservados por meios físicos o limite máximo de adição de 400mg do reagente/L de produto (ROCHE, s.d.)

### 3.1.2 Conservadores

São definidos como substâncias que impedem ou retardam as alterações dos alimentos provocadas por microrganismos e/ou enzimas (SIMÃO, 1985).

Determinados produtos adaptam-se melhor à conservação química e, por isso, usam-se os conservadores isoladamente ou em conjunto com outros métodos de conservação para se obter um melhor controle dos microrganismos indesejáveis. Além disso, a presença de conservadores possibilita o emprego de menores valores do binômio tempo/temperatura, pois esta combinação acelera o processo de inibição microbiana, e como consequência teremos um produto com melhor qualidade organoléptica (LUCK, 1981; GAVA, 1984).

O comitê FAO/OMS ("Joint Expert Committee on Food Additives" ou JECFA) estabeleceu valores de ADI ("Acceptable Daily Intake" ou ingestão diária aceitável) para alguns conservadores como pode ser observado na TABELA 4.

TABELA 4. Valores de ADI determinados pelo JECFA.

CONSERVADOR	ADI (mg/kg corpóreo, diário)
Ácido benzóico e seus sais	0 – 5
Ácido sórbico e seus sais	0 – 25
Dióxido de enxofre e derivados	0 – 0,7
Ácido propiônico e seus sais	Sem limite
Ésteres do ácido parahidroxibenzoico	0 – 10
Nitrito de sódio ou de potássio	0 – 0,02
Nitrato de sódio ou de potássio	0 – 5

Fonte: GAVA, 1984.

Nas dosagens recomendadas tais substâncias atuam inibindo ou evitando a multiplicação microbiana (fungistáticos ou bacteriostáticos) (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1993).

A forma não-dissociada da molécula da substância conservadora é que lhe confere a característica antimicrobiana. Os valores de pKa (pH no qual 50% das moléculas se encontram na forma dissociada) da maioria dos conservadores químicos encontram-se na faixa de pH 3,0 a 5,0; com o aumento da acidez do alimento aumenta a concentração da forma não-dissociada, garantindo melhor eficiência no controle microbiano. Na faixa de pH ligeiramente alcalino (5,5 a 6,0, particularmente), os ácidos orgânicos são relativamente ineficientes; já, os parabenos, que são ésteres permanecem não-dissociados, sendo portanto efetivos inibidores (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1993).

Na forma não-dissociada as moléculas dos ácidos orgânicos penetram mais facilmente pela membrana celular dos microrganismos. Essas substâncias podem ser classificadas, segundo o seu mecanismo de ação, como as que: afetam a integridade e função da membrana celular; afetam o mecanismo genético; e ocasionam a inibição de enzimas específicas (EVANGELISTA, 1994).

Os parabenos, inicialmente empregados em cosméticos e produtos farmacêuticos, tiveram sua utilização em alimentos preconizada, principalmente pelo fato de apresentarem uma faixa de atividade em função do pH muito mais ampla que o ácido benzóico, motivo porque seu uso é recomendável nos casos em que este conservante é praticamente ineficiente (LEITÃO, 1973).

São conservadores que inibem o crescimento de fungos e leveduras, sendo pouco eficientes no controle de bactérias, especialmente Gram-negativas. A

inibição do crescimento é atribuída à interferência no transporte de nutrientes, assim como à inibição de síntese de RNA e DNA. Geralmente, são utilizados em combinação entre si e/ou com outros tipos de conservantes em vários produtos (ARAÚJO, 1993).

A molécula não-dissociada e o grupamento fenólico são os fatores responsáveis pela ação dos parabenos na destruição da membrana celular, desnaturação de proteínas e influência sobre o sistema enzimático da célula microbiana. Tais substâncias permanecem na forma não-dissociada mesmo em valores altos de pH, fato que justifica sua ampla faixa de atividade em função do pH (GAVA, 1984; FRANCO & LANDGRAF, 1996).

Entre os ésteres do ácido para-hidroxibenzóico, o metílico e o propílico são os mais comumente empregados, por possuírem menor peso molecular e por apresentarem muitas propriedades em comum com o ácido benzóico e seus sais, de modo que quando utilizados em combinações, aumentam a eficiência contra a proliferação microbiana em alimentos de baixa acidez (LEITÃO, 1973; ARAÚJO, 1993).

Tais ésteres são ativos em uma faixa ampla de pH, em razão da habilidade de permanecerem na forma não-dissociada; além de que, a ligação éster é estável à hidrólise em temperatura de esterilização (ARAÚJO, 1993).

Recomenda-se, em geral, a utilização de concentrações de 0,05% de metil e propil parabenos (relação 2:1) ou de uma concentração de 0,1% de uma mistura na relação 3:1. Normalmente não há alterações no sabor dos alimentos (LEITÃO, 1973).

Em estudos realizados por Silva *et al.* (1974) com suco de maracujá integral, os tratamentos onde houve adição de 0,1% de éster metílico do ácido p-hidroxibenzóico, 0,1% de éster propílico do ácido p-hidroxibenzóico e uma mistura 3:1 dos ésteres metílico e propílico do ácido p-hidroxibenzóico, foram eficientes no controle do crescimento de leveduras.

#### 4. Sucos de frutas ácidas

A adição de sucos ácidos ao caldo de cana tem a intenção de melhorar sensorialmente a bebida, pois confere ao produto um sabor “resfrescante” muito agradável ao paladar, já que promove uma mudança na relação Brix/Acidez (“ratio”) do mesmo. Sucos de frutas ácidas como limão Tahiti, abacaxi Havai e maracujá-amarelo têm sido utilizados com esta finalidade.

O Brasil é grande produtor e consumidor de sucos de frutas nas mais diversas formas. O surgimento de produtos que têm o suco como ingrediente secundário (sorvetes, iogurtes, alimentos infantis etc.) tem estimulado a produção industrial.

Normalmente, os sucos de frutas “in natura” possuem enzimas pécticas cuja ação é indesejável pelas características que conferem ao produto final. As enzimas que atuam sobre as substâncias pécticas podem ser divididas em dois grupos: desmetoxilantes (desdobram as pectinas em ácido péctico e metanol) e despolimerizantes (hidrolisam as ligações  $\alpha$ -1,4 dos ácidos poligalacturônicos). A mais importante é a poligalacturonase ou PG (despolimerizante), principalmente em produtos ácidos, por apresentar uma atividade ótima em pH 4,5 e por ser a mais resistente ao tratamento térmico. No entanto, a PG depende essencialmente da ação da pectinesterase ou PME (desmetoxilantes), que fornece seu principal substrato, o ácido péctico, a partir da pectina natural da fruta (IADEROZA & DRAETTA, 1991).

A PME é encontrada com muita freqüência em frutas capazes de fornecer sucos (laranja, abacaxi, maracujá) e neste caso, sua inativação é desejada porque ao desdobrar as pectinas em ácidos pécticos e pectínicos (substâncias menos solúveis) ocorre perda de viscosidade com conseqüente separação das fases do suco, além de favorecer também a ação da PG. Este é um problema comum em sucos não clarificados que contêm a enzima, pois o suco turvo pode, com o tempo de armazenamento, apresentar separação de fases pela ação da enzima sobre a pectina (IADEROZA & DRAETTA, 1991).

Caso o calor aplicado não seja suficiente para promover a inativação enzimática, é possível também adicionar ao produto final, agentes espessantes/estabilizantes, que têm a finalidade de favorecer e assegurar as

características físicas das emulsões e suspensões, sendo empregados em pequenas proporções na faixa de 0,05 a 0,5% (LORENA & FERREIRA, 1989; EVANGELISTA, 1994).

#### 4.1 Suco de limão

Atualmente, a variedade de limão mais utilizada para processamento de suco é o limão Tahiti, colhido no estágio verde. Os frutos cítricos são importantes fontes de vitamina C sendo a casca do limão, especialmente mais rica em ácido ascórbico que o seu suco (SILVA, 1993).

Em 2000, o Brasil produziu 742.606 t de limão, destacando-se como maiores produtoras as regiões Sudeste e Nordeste (AGRIANUAL, 2003).

Os valores de pH, °Brix, acidez, relação Brix/Acidez ("ratio") e vitamina C em limões Tahiti colhidos no estágio verde para comercialização, constam na TABELA 5.

TABELA 5. Valores médios de pH, °Brix, acidez e vitamina C de limões Tahiti.

Determinações	Valore médios $\pm$ desvio padrão
pH	2,22 $\pm$ 0,02
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	7,0 $\pm$ 0,18
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	5,21 $\pm$ 0,07
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	46,47 $\pm$ 0,90

Fonte: SILVA, 1993.

A versatilidade do suco de limão como ingrediente dos produtos alimentícios está no fato de preservar o sabor, retardar a decomposição, evitar a descoloração, ajustar a acidez, prolongar a vida do produto em prateleira, estabilizar emulsões, melhorar a consistência e controlar o crescimento de bactérias (GALLAGHER, 1963).

Tal produto possui um balanço natural dos quatro componentes do paladar (doce, azedo, salgado e amargo), e como resultado disto, se adequa bem a qualquer alimento para produzir o sabor de um prato agradável e bem balanceado. Adicionado a sucos de baixa acidez, elimina o que se poderia chamar de "gosto pesado" ou "exagerado". O suco de limão simples possui pH entre 2,6 e 4,35 (UBOLDI EIROA, 1989).

O suco de limão possui propriedade antioxidante até 100 vezes mais eficaz que os ácidos ascórbico e cítrico. De modo diferente dos antioxidantes fortes que tendem a produzir reações secundárias indesejáveis, tal suco preserva de maneira suave e efetiva o frescor natural de um produto durante seu processamento (GALLAGHER, 1963).

O autor ainda cita que, devido à ação anti-descolorante, o limão mesmo consegue manter a cor viva natural de vegetais, como batatas e frutas descascadas (maçãs, pêssegos), por exemplo, que estão sujeitas a se tornarem marrons devido a um efeito oxidativo após o tratamento a quente ou mesmo devido à exposição direta ao ar.

#### **4.2 Suco de abacaxi**

O abacaxi é uma fruta muito apreciada nas principais regiões do mundo devido às suas características exóticas e alto valor nutritivo. Grande parte da produção mundial (cerca de 70%) se destina à industrialização na forma de compotas, sucos e outros produtos (MONTENEGRO & CANTARELLI, 1990).

A produção brasileira até agosto de 2002 chegou a 3,03 milhões de toneladas, sendo o Sudeste e o Nordeste as regiões produtoras mais importantes (AGRIANUAL, 2003).

A principal utilização nacional do abacaxi tem sido na forma de sucos, compotas e geléias, sendo que 90% de sua industrialização no país estão concentrados na produção de sucos e compotas por grandes empresas como Maguary, Cica, Etti e Vega (SAVITCI *et al.*, 1995).

Apenas duas variedades de abacaxi apresentam valor comercial e são cultivadas extensivamente em todo território nacional: Smooth Cayenne ou Havai, e Pérola ou Pernambuco ou Branco de Pernambuco (MONTENEGRO & CANTARELLI, 1990). A variedade Pérola produz frutos doces e é a preferida nacionalmente para a produção de sucos, sendo cultivada no Nordeste (Ceará e Paraíba), Minas Gerais e Bahia.

A variedade Smooth Cayenne ou Havai é a mais utilizada e tem a preferência para processamento no mercado internacional, por apresentar melhor formato

(cilíndrico), o que facilita a produção de rodela para enlatado, além de melhor cor (amarelo-pálido) e acidez. Devido à elevada acidez é a mais utilizada para misturas com outros sucos como a garapa, por exemplo, proporcionando melhor relação Brix/Acidez ("ratio") (TOCCHINI *et al.*, 1995).

As formas de comercialização do suco de abacaxi são: suco concentrado congelado (adoçado ou não), suco integral conservado quimicamente ou pasteurizado e néctares (TOCCHINI *et al.*, 1995).

A TABELA 6 apresenta os valores de °Brix, acidez e relação Brix/Acidez ("ratio") de frutos de abacaxi. A composição química de alguns tipos de suco de abacaxi pode ser observada na TABELA 7. O menor teor de ácido ascórbico encontrado no suco pasteurizado pode ser facilmente explicado pelo tratamento térmico.

TABELA 6. Valores médios de °Brix, acidez e relação Brix/Acidez ("ratio") de frutos de abacaxi amadurecidos no verão e no inverno (variedade não definida pela fonte bibliográfica).

Determinações	Frutos amadurecidos	Frutos amadurecidos no
	no verão	inverno
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	18,7	13,1
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,75	1,75
Relação Brix/Acidez ("ratio")	26,3	7,50

Fonte: MONTENEGRO & CANTARELLI, 1990.

TABELA 7. Análises físico-químicas do suco de abacaxi natural (A), pasteurizado embalado assepticamente (B) e preservado quimicamente (C), obtidas no tempo zero de armazenamento.

Determinações	A	B	C
pH	3,60	3,60	3,60
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	13,50	13,20	13,50
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,60	0,58	0,60
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	10,0	8,70	10,0

Fonte: TOCCHINI *et al.*, 1995.

#### 4.3 Suco de maracujá

O valor dos frutos de maracujá está relacionado as suas qualidades sensoriais (sabor e aroma intensos e elevada acidez), constituindo uma fruta interessante para a fabricação de bebidas à base de sucos de frutas. As principais espécies comerciais são boas fontes de niacina, riboflavina e vitaminas A e C (MEDINA *et al.*, 1980; GARRUTI, 1989).

O Brasil produziu em 2000, 968.942 t de maracujá, sendo as regiões Nordeste e Sudeste as maiores produtoras (AGRIANUAL, 2003).

As características que tornam o maracujá muito apreciado para o processamento de bebidas mistas são a elevada acidez e sabor concentrados; por outro lado, tais características fazem com que a fruta não seja consumida "in natura".

A comercialização do suco ocorre como refresco pronto para consumo (diluído e adicionado de açúcar) ou como suco integral concentrado, congelado ou ao natural. O suco integral pode ser consumido puro ou em misturas de outros sucos de frutas, néctar, na preparação de glacês, sorvetes, iogurtes, produtos de confeitaria etc. No Brasil a preferência de consumo é como suco puro, sendo que nos EUA utiliza-se mais em misturas com outros sucos (MEDINA *et al.*, 1980; GARRUTI, 1989).

Esse suco tropical é muito utilizado em todos os mercados consumidores, porque em pequenas proporções já é capaz de conferir, a diferentes produtos preparados, o seu aroma e sabor intensos. Isto é muito vantajoso, pois no caso de outros sucos, seriam necessárias maiores quantidades dos mesmos para realçarem seu sabor (SOUZA & SANDI, 2001).

A TABELA 8 apresenta a composição físico-química do suco de maracujá-amarelo.

TABELA 8. Composição físico-química do suco de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) em duas diferentes regiões.

Determinações	Havaí	Índia
pH	-----	2,82
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	15,06	18,5
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	-----	6,0
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	20	12,6
Teor de vitamina A (µg/100ml)	2410	-----

Fonte: MEDINA *et al.*, 1980.

Medina *et al.* (1980) afirmam que os frutos do maracujazeiro são climatéricos e de difícil conservação, o que justifica o processamento imediato dos mesmos após a colheita. O suco extraído recebe um tratamento térmico que visa inativar enzimas e eliminar os microrganismos causadores de deterioração (leveduras, bolores e bactérias). O suco de maracujá é considerado um meio muito seletivo

por possuir teor razoável de açúcar (7 a 13%), Recomenda-se aplicar nesta operação temperaturas superiores a 85°C.

## 5. Análise Sensorial

Análise Sensorial é a disciplina usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição” (ABNT, 1993).

O homem tem habilidade natural para comparar, diferenciar e quantificar os atributos sensoriais e a Análise Sensorial utiliza-se dessa habilidade para avaliar alimentos e bebidas, empregando metodologia apropriada aos objetivos do estudo e tratamento estatístico dos dados obtidos. As avaliações sensoriais têm cada vez mais importância dentro dos centros produtores e vendedores de alimentos e outros produtos não-alimentícios (FERREIRA *et al.*, 2000).

O objetivo final de todo trabalho realizado nas áreas de desenvolvimento, produção e “marketing” é o consumidor, e sua avaliação estará embasada principalmente na aceitabilidade dos produtos. O que pode acabar com uma indústria não é a recessão e sim o consumidor por não adquirir ou esquecer a marca dos produtos (FERREIRA *et al.*, 2000).

Quando pessoas são usadas como instrumento de medida, é necessário controlar cada uma das condições e métodos de avaliação, para reduzir erros, podendo-se considerar como erro toda influência estranha que prejudique o bom resultado do teste sensorial (TEIXEIRA, 1995).

Apesar de estarem surgindo novas técnicas instrumentais de medida das características organolépticas dos produtos alimentícios, a análise sensorial ainda é o principal método de determinação da qualidade e aceitação dos alimentos e bebidas.

## 6. Embalagens

Embalagem é todo acondicionante que exerce funções de proteção e preservação do alimento “in natura”, da matéria-prima alimentar ou do produto

alimentício, de forma temporária ou permanente, no decorrer de suas fases de obtenção, elaboração e armazenamento (EVANGELISTA, 1994).

A garapa necessita ser pasteurizada, resfriada e, então refrigerada. Desta forma, não há grande preocupação no que diz respeito à resistência térmica da embalagem, sendo viável a utilização, por exemplo, de PEBD (polietileno de baixa densidade), PET (polietileno tereftalato), PVC (policloreto de vinila), e PPbo (polipropileno biorientado). É muito comum o uso de embalagens cartonadas com ou sem alumínio na estrutura (ALVES & GARCIA, 1993).

Obviamente a estabilidade do produto não seria garantida sem o uso de uma boa embalagem, e para o produto em questão, a sugestão de uso foi a garrafa plástica do tipo PET, fato que será justificado a seguir.

O uso das garrafas plásticas para o envasamento de produtos líquidos tem crescido bastante, pois quando comparadas com outros materiais convencionais apresentam as seguintes vantagens: reduzido peso; característica "one way", ou seja, descartável; menos frágeis à quebra; resistência à corrosão; fácil enchimento; oferecem boas condições de transporte; comodidade de manuseio; a fabricação requer menores investimentos em máquinas e instalações; não despertam ruídos nas linhas de produção, nos recintos de enchimento e durante o transporte. Já, a desvantagem das garrafas de material plástico é a pequena resistência a temperaturas altas (EVANGELISTA, 1994).

As matérias-primas comumente utilizadas na fabricação desses recipientes são: PEBD (polietileno de baixa densidade), PVC (policloreto de vinila), PP (polipropileno), PE (polietileno), PS (poliestireno) e PET (polietileno tereftalato); cada tipo apresenta suas características peculiares que devem ser analisadas em conjunto com as características comportamentais do produto e processo a ser utilizado, para se definir o melhor tipo de acondicionamento. Os materiais mais empregados para bebidas são PVC, PET, PEBD e PC (policarbonato).

O crescente uso da garrafa PET no mercado é justificado pelas seguintes características:

- a) baixa permeabilidade aos gases;
- b) material inerte;

- c) resistência ao impacto, fadiga e estiramento;
- d) fácil reciclagem;
- e) permite a fabricação em diversos formatos, tamanhos e cores;
- f) a garrafa que está sendo utilizada pode ser fechada novamente;
- g) transparência e brilho;
- h) baixo peso;
- i) aprovada pela legislação para contato direto com alimentos.

Estudos realizados recentemente concluíram que a garrafa PET constitui uma alternativa viável para o mercado de suco de laranja pasteurizado, viabilizando uma vida-de-prateleira similar à obtida com outros tipos de embalagens já disponíveis, mas que não oferecem a qualidade de apresentação do produto como o PET. No acondicionamento em PET, a vida-de-prateleira do produto armazenado a 4°C, é considerada satisfatória, não havendo comprometimento de suas características organolépticas, físicas e químicas (CORRÊA NETO, 1998).

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **Análise sensorial dos alimentos e bebidas** – terminologia – NBR 12806. São Paulo: ABNT, 1993.
- 2) ABREU, L.E.V.; SCHMITZ, C.M. Teor de ácido ascórbico em alimentos de origem vegetal. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.1, n.4, p.69-71, 1971.
- 3) AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Argos/FNP Consultoria e comércio, 2003.
- 4) ALVES, R.M.V.; GARCIA, E.E.C. Embalagem para sucos de frutas. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. v.23, n.2, p.105-122, jul./dez. 1993.
- 5) ARAÚJO, J.M.A. **Conservadores Químicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 16p. (Manual Técnico, n.269)
- 6) BAYMA, C. **Tecnologia do Açúcar**: da matéria-prima à evaporação. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1974. 292p. (Manual técnico – Coleção Canavieira, n.13).
- 7) COPERSUCAR. **Clarificação**. São Paulo: Centro de tecnologia Copersucar, 1994. 58p.
- 8) CORRÊA NETO, R.S. *Processamento de suco de laranja pasteurizado em garrafas de polietileno tereftalato (PET)*. Campinas, 1998. 93p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP.
- 9) DELGADO, A.A. *A clarificação do caldo de canas despalhadas manualmente e a fogo, em função do tempo de espera para a industrialização*. 1975. 148p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 1975a.
- 10) DELGADO, A.A. **Tecnologia dos Produtos Agropecuários I**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1975b. p.7-14.
- 11) DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. **Elementos de Tecnologia e Engenharia do Açúcar de Cana**. v.2. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1989. 752p.

- 12) EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1994. 652p.
- 13) FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A. de; PETTINELLI, M.L.C.V. *et al.* **Análise Sensorial Testes Discriminativos e Afetivos**. 1.ed. Campinas: SBCTA, 2000. 127p. (Manual – Série Qualidade)
- 14) FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.
- 15) GALLAGHER, L.C. Lemon juice improves foods. **Food Engineering**, v.35, n.5, p.94-95, May 1963.
- 16) GARRUTI, D.S. *Contribuição ao estudo da estabilização física do suco de maracujá integral (Passiflora edulis f. flavicarpa)*. 1989. 198p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1989.
- 17) GAVA, A.J. Emprego de conservadores químicos em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.13, n.3, p.183-194, jul./set. 1984.
- 18) GRAUMLICH, T.R.; MARCY, J.E.; ADAMS, J.P. Aseptically packaged orange juice and concentrate: a review of the influence of processing and packaging conditions on quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.34, n.3, p. 402-405, 1986.
- 19) HOING, P. **Principles of Sugar Technology**. New York: Elsevier Publishing Company, 1973. 767p.
- 20) IADEROZA, M.; DRAETTA, I.S. *Enzimas e Pigmentos – influências e alterações durante o processamento*. In: SOLER, M.P. *et al.* **Industrialização de frutas**. 2.ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991. cap.2, p.17-31. (Manual Técnico, 8).
- 21) JENKINS, G.H. **Introduction to cane sugar technology**. New York: Elsevier Publishing Company, 1966. 478p.
- 22) KOBLITZ, M.G.B. *Estudo de método para remoção de polissacarídeos que precipitam em cachaça*. 1998. 85p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1998.

- 23) KOBLITZ, M.G.B.; MORETTI, R.H. Polysaccharide removal from refined sugar syrup. **Internacional Sugar Journal**, v.101, n.1206, p.323-325, 1999.
- 24) LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de sucos e produtos ácidos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n.33, p.9-42, mar 1973.
- 25) LEME Jr., J.; BORGES, J.M. **Açúcar de cana**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1965. 328p.
- 26) LORENA, W.; FERREIRA, A.F.S. O uso de gomas e espessantes em alimentos. **Alimentos e Bebidas**, v.4, p.11-16, junh./jul. 1989.
- 27) LUCK, E. **Conservacion Quimica de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1981. 243p.
- 28) MADOM, P. O teor de sais das diversas variedades de cana e sua influência na fabricação de açúcar e no esgotamento das terras. **Brasil açucareiro**, v.20, n.2, p.89-92, 1942.
- 29) MARTIN, J.J.; SOLANES, E.; BOTA, E.; SANCHO, J. Evolucion quimica y organoleptica del zumo de naranja pasterizado. **Alimentaria**, p.59-63, abr 1995.
- 30) MARTUCCI, E.T. **Tecnologia do Açúcar de Cana**. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1983. 163p.
- 31) MEADE, G.P.; CHEN, J.C.P. **Cane Sugar Handbook**. New York: Wiley-Interscience Publication, 1977. 947p.
- 32) MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; LARA, J.C.; TOCCHINI, R.P.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; CANTO, W.L. **Maracujá – da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL/Governo do Estado de São Paulo, 1980. 207p. (Manual Técnico - Série Frutas Tropicais, n.9)
- 33) MONTENEGRO, H.W.S.; CANTARELLI, P.R. **Abacaxi – produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. Piracicaba: FEALQ/Governo do Estado de São Paulo, 1990. 48p. (Manual Técnico - Série Extensão Agroindustrial, n.1)
- 34) PAYNE, J.H. **Operações Unitárias na Produção de Açúcar de Cana**. São Paulo: Nobel, 1989. 245p.
- 35) ROCHE. **O emprego do ácido ascórbico (vitamina C) na indústria de alimentos**. Roche/Serviço de informação, s.d. 19p. (encontrado no CIAL/ITAL)

- 36) SAVITCI, L.A.; GASPARINO FILHO, J.; MORETTI, V.A. Perfil industrial e mercado para suco de abacaxi. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.153-168, jul./dez. 1995.
- 37) SHAW, P.E.; MOSHONAS, M.G. Ascorbic acid retention in orange juice stored under simulated consumer home conditions. **Journal of Food Science**, v.56, n.3, p.867-868, 1991.
- 38) SILVA, C.A.B.; GAVA, A.J.; ROBBS, P.G. Estudo preliminar da conservação de suco de maracujá integral por meios químicos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.29, p.39-41, set. 1974.
- 39) SILVA, S.M. *Conservação pós-colheita do limão Tahiti (Citrus latifolia Tanaka): uso de choque frio, atmosfera modificada e refrigeração – aplicação de modelagem matemática*. 1993. 125p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1993.
- 40) SIMÃO, A.M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 274p.
- 41) SOUZA, A.C.G.; SANDI, D. Industrialização. In: BRUCKNER, C.H.; PICANÇO, M.C. **Maracujá – tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. cap.12, p.305-343.
- 42) SOUZA, J. *Estudo da eficiência de alguns polieletrólitos utilizados na clarificação do caldo de cana*. 1988. 101p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 1988.
- 43) STUPIELLO, J.P. **Cana de açúcar: cultivo e utilização**. Campinas: Fundação Cargil, 1987. v.II., p.761-804: A cana-de-açúcar como matéria-prima.
- 44) TEIXEIRA, E. **Apostila de análise físico-sensorial**. Florianópolis, 1995. 105p.
- 45) TOCCHINI, R.P. *Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na qualidade do suco concentrado de laranja pasteurizado embalado assepticamente em Tetra-Brik*. 1985. 51p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 1985.

- 46) TOCCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C.; MARTIN, Z.J. *Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas*. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995. 85p. (Manual Técnico).
- 47) UBOLDI EIROA, M.N. Microrganismos deteriorantes de sucos de frutas e medidas de controle. *Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos*, v.23, n.3/4, p.141-160, jul./dez. 1989.
- 48) VICENTE, A.M.; CENZANO, I.; VICENTE, J.M. *Manual das indústrias dos alimentos*. São Paulo: Varela, 1996. cap.2, p.43-69: os aditivos na preparação e conservação dos alimentos.
- 49) YOKOYA, F. *Fabricação da Aguardente de Cana*. Campinas: Fundação tropical de pesquisas e tecnologia "André Tosello", 1995. 92p. (Manual técnico – série fermentações industriais, n.2)

**CAPÍTULO 1**

***CARACTERIZAÇÃO MICROBIOLÓGICA, FÍSICO-QUÍMICA E COMPOSIÇÃO  
CENTESIMAL DO CALDO DE CANA***

## RESUMO

O Brasil é considerado o maior produtor mundial de cana-de-açúcar, e as regiões Nordeste e Sudeste são as maiores produtoras nacionais. A pesquisa objetivou determinar os principais constituintes do caldo de cana tais como água, sacarose, açúcares redutores, proteína, polissacarídeos totais, dextrana, cinzas e minerais (fósforo, potássio, cálcio e magnésio), além de analisá-lo físico-quimicamente (pH, acidez, sólidos solúveis, relação Brix/Acidez ("ratio"), teor de ácido ascórbico e atividade da pectinesterase), com a finalidade de conhecer a matéria-prima para posteriormente desenvolver um processo de estabilização da bebida a ser consumida. Também, foram realizadas análises microbiológicas (Contagem Padrão, Coliformes Totais e Fecais, Contagem de Bolores e Leveduras), para então determinar a qualidade do caldo de cana sob esse ponto de vista. As determinações revelaram que o caldo de cana é uma bebida altamente rica em açúcares, fato que aliado ao pH torna-o muito susceptível à deterioração microbiana. Como os constituintes do caldo encontraram-se em teores baixos, não haverá problemas maiores na sua clarificação. A garapa não pode ser considerada como boa fonte de vitamina C. As condições microbiológicas da bebida "in natura" foram consideradas boas.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, composição, análises, microbiologia.

## SUMMARY

Brazil is considered to be the major world producer of sugar cane, and the South-Eastern and North-Eastern regions of Brazil are the main national producers. The aim of this study was to determine the principal constituents of sugar cane juice as water, saccharose, reductant sugars, protein, total polisaccharides, dextran, ash and minerals (phosphorus, potassium, calcium and magnesium) and carry out physical-chemical determinations (pH, acidity, soluble solids, ascorbic acid content and pectinesterase activity), in order to obtain greater knowledge of the raw material and thus develop a process for the stabilization of the beverage. For the same reason, the following microbiological analyses were carried out: standard total count, total and fecal coliforms, mold and yeast count. The constituents determined were: water, sucrose, reducing sugars, protein, total polysaccharides, dextran, ash and minerals such as phosphorus, potassium, calcium and magnesium. The determinations showed that sugar cane juice is a beverage extremely rich in sugars, which together with its pH, make it a highly perishable product, that needs a conservation process. Since the constituents of the juice are all present in low concentrations, clarification should not be a problem. The sugar cane juice isn't a good source of ascorbic acid. The microbiological conditions of natural beverage were considered good.

**Keywords:** sugarcane, composition, analysis, microbiology.

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil, como maior produtor mundial de cana-de-açúcar, apresentou até agosto de 2002 uma produção de aproximadamente 360 milhões de toneladas. O Sudeste e o Nordeste são as regiões brasileiras que possuem maior potencial produtivo; nelas, os estados que se destacam são Alagoas e São Paulo (AGRIANUAL, 2003).

Os cinco maiores estados produtores nacionais de cana-de-açúcar podem ser observados no QUADRO 1.

QUADRO 1. Maiores produtores de cana-de-açúcar no Brasil (até agosto de 2002).

Estado	Produção em milhões de toneladas
São Paulo	206,33
Paraná	29,14
Alagoas	26,88
Minas Gerais	18,34
Pernambuco	17,64

Fonte: AGRIANUAL, 2003.

O caldo de cana é constituído basicamente por água e sólidos totais dissolvidos. A TABELA 9 mostra a composição centesimal do caldo de cana-de-açúcar.

TABELA 9. Composição do caldo de uma cana sadia e normal, para as condições do Brasil.

Constituinte	Teor (%)
1. Água	75-82 (média 78)
2. Sólidos totais dissolvidos	18-25 (média 22)
2.1 Açúcares	15-24 (média 20)
Sacarose	14,5-23,5 (média 20)
Glucose	0,2-1,0 (média 0,4)
Frutose	0,0-0,5 (média 0,1)
2.2 Não-açúcares	1,0-2,5
Orgânicos	0,8-1,5 (média 1,2)
Inorgânicos (cinzas)	0,2-0,7 (média 0,3)

Fonte: DELGADO, 1975b.

Os não-açúcares orgânicos são: matéria nitrogenada (proteínas, amidas, aminoácidos), gorduras e ceras, pectina, ácidos, matérias corantes (clorofila, antocianina e sacaretina); os inorgânicos são os minerais como sílica e K (principalmente) além de P, Ca, Na, Mg, S, Fe, Al e Cl (DELGADO, 1975b).

Esta bebida é caracterizada como um líquido opaco, viscoso, de cor parda ao verde escuro, cuja composição varia dentro de largos limites de acordo com a variedade, idade e sanidade da cana, meio ambiente (solo e condições climáticas tais como temperatura e precipitação pluviométrica), planejamento agrícola (maturação, colheita, manuseio, transporte e armazenamento), pragas e doenças (DELGADO, 1975b; YOKOYA, 1995).

Apresenta uma proporção de sólidos solúveis, compreendida entre 15 e 25°Brix, o que ocorre em função de fatores ambientais, época de colheita etc., como já citado anteriormente (LEME Jr. & BORGES, 1965; MARTUCCI, 1983).

O pH do caldo é pouco ácido, variando entre 5 e 6, sendo mais comum o intervalo 5,2 - 5,4. Estes valores de pH associados à presença de altas concentrações de açúcares, torna a garapa um produto altamente perecível em termos microbiológicos.

Tal produto se constitui num sistema coloidal muito complexo, no qual o meio de dispersão é a água; a TABELA 10 ilustra a classificação dos materiais dispersos no caldo.

TABELA 10. Classificação das partículas dispersas no caldo.

DISPERSÕES	DIÂMETRO D ( $\mu$ )	% PESO	ESPÉCIES
Grosseiras	D > 1	2-5	Bagacilho, areia, terra, gravetos
Coloidais	0,001 < D < 1	0,05-0,3	Cera, gordura, proteínas, gomas, corantes, dextranas, amido
Moleculares e iônicas	D < 0,001	8-21	Açúcares, sais minerais, ácidos orgânicos

Fonte: COPERSUCAR, 1994.

Neste sistema alguns constituintes como os açúcares, as amidas e os aminoácidos, estão em dispersão molecular de difícil separação; os ácidos orgânicos e os sais minerais apresentam-se dissociados; as matérias corantes, sílica, gomas, pectinas, proteínas e partículas de cera estão em estado de dispersão coloidal. Também, pode-se encontrar em suspensão, partículas de bagaço e outras impurezas (LEME Jr. & BORGES, 1965; BAYMA, 1974; DELGADO & CESAR, 1977; COPERSUCAR, 1994).

A maioria dos colóides transporta cargas elétricas que são devidas à adsorção de íons à sua superfície. Geralmente, nas soluções coloidais naturais, por

exemplo, o caldo de cana, as partículas coloidais estão carregadas negativamente, o que é vantajoso para a clarificação do produto, pois os colóides mais facilmente complexados são os negativamente carregados (COPERSUCAR, 1994; KOBLITZ & MORETTI, 1999).

Do ponto de vista da clarificação, os constituintes mais importantes são aqueles responsáveis pela opacidade e cor do caldo: proteínas (albumina), colóides (polissacarídeos como dextrana), sais (cinzas), pigmentos naturais (clorofila), pectina e compostos resultantes de reações químicas no caldo (sacaretina) (JENKINS, 1966).

A maioria desses elementos pode ser removida do caldo durante o processo de clarificação, com exceção dos colóides e alguns minerais como o potássio (HOING, 1973; BAYMA, 1974; DELGADO, 1975a; KOBLITZ & MORETTI, 1999).

### 1.1 Constituintes nitrogenados

O nitrogênio é encontrado no caldo de cana, principalmente na forma de aminoácidos e amidas (TABELA 11), existindo relativamente menores quantidades de proteínas e outros compostos, como nitratos (DELGADO, 1975a).

TABELA 11. Distribuição dos compostos nitrogenados constituintes do caldo de cana-de-açúcar.

Elemento	% do caldo	% do total de nitrogênio
Nitrogênio em albumina	0,0039	9,5
Nitrogênio em corpos nucleicos	0,0025	6,3
Nitrogênio em albuminoses	0,0021	5,3
Nitrogênio em amino-ácidos	0,0122	30,5
Nitrogênio em amidas	0,0098	24,1
Nitrogênio em amônia	0,0024	6,2
Nitrogênio em nitrato	0,0071	17,8

Fonte: HOING, 1973.

Dentre as proteínas destacam-se: albumina (em maiores proporções), nucleínas, albuminoses e peptoses. Os aminoácidos que podem ser encontrados em maiores proporções são: ácido aspártico, ácido glutâmico, alanina, valina, lisina, glicina e leucina. As principais amidas são asparagina e glutamina, decompostas nos tratamentos de aquecimento e acidificação do caldo (HOING, 1973; MEADE & CHEN, 1977).

O comportamento destes componentes na clarificação é evidenciado por uma eliminação quase que total das proteínas e, praticamente, nenhuma dos aminoácidos livres e das amidas (DELGADO, 1975a).

Do ponto de vista da clarificação, as albuminas constituem os compostos nitrogenados do caldo mais facilmente eliminados, pois pela ação simples do calor podem ser desnaturadas e então precipitadas; além disso, seu comportamento químico é influenciado pelo pH sendo que coagulam em  $\text{pH} = 5,5$  (ponto isoelétrico) (DELGADO & CESAR, 1989).

A permanência das proteínas no caldo, após a alcalinização é prejudicial, pois tais compostos atuam como protetores dos colóides e tendem a estabilizar a matéria orgânica em suspensão (DELGADO, 1975a).

Por outro lado, os aminoácidos e as amidas não são removidos pela clarificação; conseqüentemente, durante o processamento do caldo pode ocorrer reação dos aminoácidos (particularmente glicina) com açúcares redutores (“reação de Maillard”) resultando em escurecimento do produto (DELGADO, 1975a).

## 1.2 Colóides no caldo de cana

O teor de colóides (gomas/polissacarídeos) presente no caldo é bastante dependente da quantidade e tipo de ternos de moagem, pressão hidráulica e quantidade de água de embebição; é estimado em 0,02-0,29%. Sua permanência no caldo retarda a sedimentação de impurezas, dificultando a clarificação (DELGADO, 1975a).

As gomas existentes são compostas por açúcares como: arabinose, xilose, galactose, glucose, manose e ramnose, com predominância da arabinose e galactose; há também as pentosanas, que estão presentes no caldo na faixa de 0,02-0,05% do total dos constituintes. A dextrana também entra no grupo das gomas, sendo produzida pela bactéria *Leuconostoc mesenteroides* (HOING, 1973).

A maior parte destes componentes permanece no caldo clarificado na forma de colóides de proteção, contribuindo assim, para o aumento da viscosidade do xarope, das massas cozidas e dos méis (DELGADO, 1975a).

O caldo, como sai das moendas, possui colóides com pontos isoelétricos diferentes, o que dificulta sua precipitação; à temperatura ambiente a maior parte flocula em pH 7,0-7,2, e a deposição do floculado elimina, por arraste, a maior parte das impurezas não dissolvidas (MARTUCCI, 1983).

### 1.3 Minerais

A cana é uma gramínea que absorve pouca substância mineral do solo, fato que pode ser observado pelo conteúdo total de cinzas. Os constituintes inorgânicos consistem de água e elementos dissolvidos nela, sendo que, o potássio e a sílica são os minerais mais abundantes no suco, como pode ser observado na TABELA 12 a seguir, segundo Bayma (1974).

TABELA 12. Concentrações (%) dos minerais presentes no caldo da cana-de-açúcar.

Constituinte	Teor (%)
Sílica (SiO <sub>2</sub> )	0,351
Potássio (K <sub>2</sub> O)	0,158
Ácido fosfórico	0,098
Cálcio (CaO)	0,018
Ácido sulfúrico	0,016
Magnésio (MgO)	0,014
Sódio (Na <sub>2</sub> O)	0,010
Óxido de ferro (Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub> )	0,003
Cloro (Cl)	0,002
<b>TOTAL</b>	<b>0,665</b>

Fonte: BAYMA, 1974.

As cinzas são muito importantes durante o processo de clarificação, e mais especificamente durante a sulfitação do caldo, pois quanto maior a proporção de cinzas no mesmo, maior será o consumo de enxofre, para se conseguir uma purificação eficiente, rápida e perfeita. Assim sendo, quanto menor for o teor de cinzas de um caldo de cana, tanto melhor e mais rápida será a sua clarificação (MADOM, 1942; DELGADO, 1975a).

Os fosfatos, a sílica, o magnésio e o cálcio são parcialmente removidos pela clarificação. O magnésio, por exemplo, pode ser removido em grandes proporções em valores de pH 8,5-9,0, ou seja, acima do que é normalmente empregado no processo (MEADE & CHEN, 1977). Já, o cálcio pode em parte ser removido na forma de fosfatos e sulfitos, ou então precipitado como silicatos, oxalatos etc.; a sílica em suspensão tende a ser removida em grande parte pela clarificação, no

entanto na forma coloidal e dissolvida tal fato só ocorre pelo processo de carbonatação (DELGADO & CESAR, 1989).

O potássio, o cloreto, o sódio e baixas concentrações de sulfato são pouco afetados pela clarificação, tendendo a se concentrar com o processamento em questão.

É possível então, generalizar o fato de que o teor de cinzas no caldo de cana sofre apenas uma pequena variação pelos processos usuais de clarificação, na faixa entre pH 5,5 e 8,5, sendo que, o único método eficaz neste caso é a utilização de resina intercambiadora de íons, cujo emprego pode ser limitado pelo possível entupimento das tubulações causado pelos sais (MEADE & CHEN, 1977; DELGADO & CESAR, 1989).

#### **1.4 Compostos que conferem cor ao caldo de cana**

Os não-açúcares coloridos encontrados naturalmente no caldo são: clorofila, xantofila, carotenos e antocianinas. À exceção das antocianinas, que são solúveis e separadas somente por carbonatação (tratamento do caldo com ácido carbônico, adotado com pouca frequência nas usinas de açúcar de cana), os demais compostos são insolúveis e facilmente removidos pela defecação seguida de filtração criteriosa (BAYMA, 1974; KOBLITZ & MORETTI, 1999).

Já, os não-açúcares que podem vir a desenvolver coloração no caldo são: os polifenóis (taninos, sacaretina) e os compostos amino, sendo que os primeiros são muito importantes, pois podem reagir com ferro e oxigênio formando compostos coloridos escuros (especialmente em soluções alcalinas) dificilmente removidos durante todo o processamento do caldo. Também por decomposição enzimática (polifenoloxidase) dos compostos fenólicos podem ser geradas as melaninas (compostos escuros ou negros). Já, os aminocompostos de coloração marrom (melanoidinas) são formados pela reação entre aminoácidos e açúcares redutores ("reação de Maillard"). A formação de caramelo e a ocorrência de produtos de decomposição de algumas hexoses (frutose e glucose), podem também contribuir para o aumento de cor do caldo em processamento (HOING, 1973; BAYMA, 1974; DELGADO, 1975a).

Durante a clarificação do caldo é possível reduzir a concentração de compostos coloridos e prevenir a degradação de açúcares através da utilização de  $\text{SO}_2$  que inibe a ação da polifenoloxidase e se liga a intermediários da degradação impedindo a formação de compostos coloridos. Entretanto o uso de sulfito tem sido evitado devido aos efeitos tóxicos de sua ingestão freqüente (KOBELITZ & MORETTI, 1999).

O caramelo, as melanoidinas e as melaninas formadas são substâncias de alto peso molecular que se apresentam em solução coloidal no caldo, portanto estão sujeitas à remoção por floculação de colóides (KOBELITZ & MORETTI, 1999).

### **1.5 Outros constituintes**

O teor de pectina é estimado em 0,1%, e o de pectato de cálcio na faixa de 0,01% a 0,015%, em relação ao total dos constituintes do caldo. As pectinas são parcialmente separadas pela clarificação, e também, em condições de calagem (pH 8,0) a maioria delas pode ser removida como pectato de cálcio (HOING, 1973; BAYMA, 1974; DELGADO & CESAR, 1989).

Há probabilidade de ocorrência da enzima pectinesterase no caldo, apesar de não existir nenhum estudo realizado sobre o assunto. Sua inativação é desejada, pois ao desdobrar as pectinas em ácidos pécticos e pectínicos ocorre alteração da viscosidade e conseqüente separação das fases do líquido em questão.

O objetivo deste estudo foi quantificar alguns dos principais constituintes do caldo de cana e caracterizá-lo físico-quimicamente, de forma que conhecendo a matéria-prima seja possível desenvolver posteriormente um processo de estabilização para a bebida a ser consumida. Também realizaram-se análises microbiológicas com a finalidade de determinar a qualidade do caldo de cana sob esse ponto de vista.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAL

Como matéria-prima utilizou-se caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) da variedade RB72-454, comercializada para obtenção de garapa na região de Piracicaba. A extração foi feita em moenda elétrica (Modelo STN-30/270rpm), na Planta Piloto do Setor de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP.

### 2.2 MÉTODOS

Previamente à extração, os colmos tiveram sua casca removida manualmente com faca, e depois foram sanitizados com solução contendo 10ppm de Cloro Ativo; após 10 minutos de contato com a solução sanitificante, o material foi enxaguado em água corrente potável. Da mesma forma procedeu-se a sanitização da moenda empregada nesta operação.

A garapa foi submetida à determinação da composição centesimal, além das análises físicas, químicas e microbiológicas, descritas a seguir.

#### 2.2.1 Composição centesimal

Como já citado, o caldo de cana é constituído basicamente de água, açúcares e não-açúcares. Então, foram determinadas as proporções de água, sacarose, açúcares redutores e os não-açúcares (por diferença); dentre os não-açúcares foram determinados os teores de alguns dos principais componentes responsáveis pela opacidade do caldo: proteína, polissacarídeos totais, dextrana, cinzas e minerais como fósforo, potássio, cálcio e magnésio. As metodologias empregadas em cada análise foram:

- a) teor de água: obtido pela diferença  $100 - ST$  (sólidos totais ou resíduo seco); o resíduo seco foi determinado segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.12, 1997), em estufa a vácuo à temperatura de 70 °C;
- b) teor de açúcares redutores (AR): pelo Método de Eynon e Lane descrito por

Zago *et al.* (1996);

c) teor de sacarose: foi determinado pela diferença entre ART (açúcares redutores totais) e AR; ART foi determinado também pelo Método de Eynon e Layne descrito por Zago *et al.* (1996);

d) teor de proteínas: pelo método de Kjeldahl para determinação de nitrogênio total, descrito por Caldas (1998);

e) teor de cinzas: pela metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.18, 1997);

f) teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio: foram determinados segundo metodologias descritas por Sarruge & Haag (1974).

### **2.2.2 Análises físico-químicas**

a) pH: segundo metodologia da A.O.A.C. (n.42.1.04, 1997);

b) teor de sólidos solúveis (°Brix): segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.15, 1997);

c) acidez total titulável ou ATT (% ácido cítrico): segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.37, 1997);

d) relação Brix/Acidez ("ratio"): obtida dividindo-se o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) pelo valor da acidez total titulável (%);

e) teor de ácido ascórbico: segundo metodologia da A.O.A.C. (1984) n.43046, modificada por Benassi (1990);

f) atividade da pectinesterase: segundo metodologia descrita por Kimball (1991);

g) teor de polissacarídeos totais: a técnica de separação dos polissacarídeos foi realizada por diálise em membrana semi-permeável conforme descrito por Koblitz (1998), sendo o teor então determinado pela metodologia usando solução de Antrona de acordo com Dreywood (1946);

h) teor de dextrana: pelo método fenol-sulfúrico descrito por Roberts (1982).

**2.2.3 Análises microbiológicas:** Contagem de Bolors e Leveduras, Contagem Padrão, e NMP para Coliformes Totais e Fecais, conforme metodologia indicada pela APHA (VANDERSANT & SPLITSTOESSER, 1992).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Composição centesimal

Através da TABELA 13 é possível observar a composição centesimal da garapa em termos de umidade, açúcares redutores, sacarose, proteína, cinzas e teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio.

TABELA 13. Composição centesimal da garapa "in natura" \*.

Constituinte	Teores (%)
Umidade	72,0 ± 1,53
Teor de açúcares redutores	0,8 ± 0,0158
Teor de sacarose	23,0 ± 0,21
Proteína	0,19 ± 0,01
Cinzas	0,2 ± 0,015
Fósforo	0,005 ± 0,0002
Potássio	0,1 ± 0,005
Cálcio	0,015 ± 0,003
Magnésio	0,012 ± 0,004

\* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

Os teores de umidade, açúcares redutores (glucose + frutose), sacarose e cinzas estão bem próximos dos limites citados por Delgado (1975b), sendo estes, respectivamente: 75-82%, 0,2-1,5%, 14,5-23,5% e 0,2-0,7%.

Sharma & Johary (1984) citam que os teores médios de proteína no caldo variam de 0,1 a 0,4%, portanto o valor encontrado na pesquisa está dentro da faixa citada pelos autores.

Delgado & Cesar (1989), encontraram os seguintes resultados para os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, respectivamente: 0,007%, 0,08%, 0,008% e 0,01%. Já Bayma (1974) cita que os valores de potássio, cálcio e magnésio são, respectivamente: 0,158%, 0,018% e 0,014%. Portanto os teores encontrados na pesquisa estão bem próximos àqueles citados na literatura.

Para as demais determinações não foram encontrados dados em referências bibliográficas.

Portanto, os conteúdos de proteínas e cinzas do caldo de cana não prejudicarão o processo de clarificação do mesmo, já que se encontram em níveis baixos.

### 3.2 Caracterização físico-química

A TABELA 14 mostra os resultados das determinações de pH, teor de sólidos solúveis, acidez total titulável, relação Brix/Acidez ("ratio"), teor de vitamina C e atividade de pectinesterase nas matérias-primas.

TABELA 14. Determinações físico-químicas da matéria-prima\*.

Composição	Resultados
pH	5,46 ± 0,02
Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) à 20°C	24,50 ± 0,1
Acidez Total titulável (% ácido cítrico)	0,047 ± 0,001
Relação Brix/Acidez ("ratio")	585,11 ± 10,32
Teor de Ácido Ascórbico (mg/100ml)	3,19 ± 0,01
Atividade de Pectinesterase (PEU)	Ausente
Polissacarídeos Totais (µg/ml)	54,4 ± 1,32
Teor de Dextrana (µg/ml)	21,1 ± 1,07

\* média de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

Os valores de pH e sólidos solúveis determinados estão de acordo com a literatura consultada (DELGADO, 1975b). Não foram encontrados na bibliografia, dados referentes às demais determinações.

O teor de colóides em termos de polissacarídeos (54,4 µg/ml ou 0,005%), é bem menor do que aqueles citados por Delgado (1975a), a saber, 0,02 – 0,29%. Portanto, já que os teores de polissacarídeos totais e dextrana encontram-se baixos, os mesmos também não prejudicarão o processo de clarificação do caldo.

### 3.3 Análises microbiológicas

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas da garapa "in natura" seguem na TABELA 15.

TABELA 15. Resultados das análises microbiológicas da garapa "in natura".

Análises	Valores encontrados
Contagem Padrão	3,6x10 <sup>5</sup> UFC/ml
Contagem de Bolores e Leveduras	1,4x10 <sup>5</sup> UFC/ml
Coliformes Totais	> 110 NMP/ml
Coliformes Fecais	9,3 NMP/ml

A Contagem Padrão e de Bolores e Leveduras apresentaram resultados da mesma ordem de grandeza. Quanto aos coliformes, a carga de totais excedeu o limite determinado no procedimento, mas com baixa carga de coliformes fecais

considerando-se que o produto é “in natura”.

A resolução RDC nº 12 (BRASIL, 2001) especifica padrão microbiológico para garapa “in natura” e refere-se apenas à presença de Coliformes Fecais e estabelece para refrescos, sucos “in natura”, incluindo caldo-de-cana isolado ou em misturas, um máximo de  $10^2$  NMP/ml; portanto a bebida encontra-se dentro do padrão recomendado.

Soares (1999) realizou um estudo de Contagem de Coliformes Totais e Fecais em amostras de caldo de cana coletadas em comerciantes ambulantes da cidade de Belém. Em 53,4% e 50% das amostras foi detectada a presença de coliformes totais e fecais, respectivamente, em número superior a  $10^5$  NMP/ml; em nenhuma das amostras foi detectado número inferior a  $10^2$  NMP/ml, em tais determinações. Sendo assim, todas as amostras apresentaram condições higiênico-sanitárias insatisfatórias, pois os padrões microbiológicos exigidos pela legislação vigente, não foram atendidos.

A contaminação do caldo-de-cana ocorre devido a uma série de falhas nas etapas de obtenção do produto, como: má manipulação e estocagem dos colmos; duvidosa potabilidade da água usada na limpeza da cana, dos utensílios e da moenda; acondicionamento do caldo por longo período de tempo em recipientes de limpeza duvidosa, os quais na maioria das vezes são tampados com pedaços do próprio colmo de cana (SOARES, 1999).

Para as demais determinações não existe legislação vigente, mas é possível considerar que se a Contagem Padrão encontra-se abaixo de  $10^6$  UFC/ml, o produto não apresenta alteração de suas características organolépticas, ou seja, não está deteriorado.

#### 4. CONCLUSÕES

Os constituintes da garapa (proteínas, cinzas, polissacarídeos totais e dextrana) não afetarão negativamente sua clarificação, pois se encontram em níveis bem abaixo daqueles citados na literatura.

O caldo de cana, por ser uma bebida rica em açúcares e de baixa acidez, torna-se muito susceptível à deterioração principalmente por leveduras, o que resultaria em fermentação. Assim sendo, como o produto será consumido, se faz necessário o desenvolvimento de processo que permita sua conservação por mais tempo.

A garapa não pode ser considerada como boa fonte de vitamina C, sendo possível a adição deste nutriente de forma a enriquecer o produto, tornando-o mais atraente ao consumidor.

A determinação de Coliformes Fecais encontrou-se dentro do limite estabelecido pela legislação. Já, as Contagens Padrão e de Bolores e Leveduras embora estivessem na ordem de  $10^5$  não foram consideradas extremamente elevadas já que se trata de um produto "in natura".

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Argos/FNP Consultoria e Comércio, 2003.
- 2) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 12.ed. Washington, 1984. p.844-845.
- 3) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 16ed. v. II, cap.37, 1997: Fruits and fruit products.
- 4) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 16ed. v. II, cap.42, 1997: Vegetable products, processed.
- 5) BAYMA, C. **Tecnologia do Açúcar: da matéria-prima à evaporação**. Rio de Janeiro: Instituto do Açúcar e do Alcool, 1974. 292p. (Manual técnico – Coleção Canaveira, n.13).
- 6) BENASSI, M.T. . **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 159p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1990.
- 7) BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, 2 jan. 2001. **Diário Oficial**, Brasília, 2001. Seção I, alínea 17h.
- 8) CALDAS, C. **Manual de análises selecionadas para indústrias sucroalcooleiras**. Maceió: Sindicato da Indústria do Açúcar e do Alcool no Estado de Alagoas, 1998. 423p.
- 9) COPERSUCAR. **Clarificação**. São Paulo: Centro de Tecnologia Copersucar, 1994. 58p.
- 10) DELGADO, A.A. **A clarificação do caldo de canas despalhadas manualmente e a fogo, em função do tempo de espera para a industrialização**. 1975. 148p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 1975a.

- 11) DELGADO, A.A. **Tecnologia dos Produtos Agropecuários I**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1975b. p.7-14.
- 12) DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. **Elementos de Tecnologia e Engenharia do Açúcar de Cana**. v.1. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1977. 1061p.
- 13) DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. **Elementos de Tecnologia e Engenharia do Açúcar de Cana**. v.2. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1989. 752p.
- 14) DREYWOOD, R. Qualitative test for carbohydrate material. **Industry and Engineering Chemistry Analytical**, v.18, p.499, 1946.
- 15) HOING, P. **Principles of Sugar Technology**. New York: Elsevier Publishing Company, 1973. 767p.
- 16) JENKINS, G.H. **Introduction to cane sugar technology**. New York: Elsevier Publishing Company, 1966. 478p.
- 17) KIMBALL, D.A. **Citrus Processing: quality control and technology**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 473p.
- 18) KOBLITZ, M.G.B. **Estudo de método para remoção de polissacarídeos que precipitam em cachaça**. 1998. 85p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1998.
- 19) KOBLITZ, M.G.B.; MORETTI, R.H. Polysaccharide removal from refined sugar syrup. **Internacional Sugar Journal**, v.101, n.1206, p.323-325, 1999.
- 20) LEME Jr., J.; BORGES, J.M. **Açúcar de cana**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1965. 328p.
- 21) MADOM, P. O teor de sais das diversas variedades de cana e sua influência na fabricação de açúcar e no esgotamento das terras. **Brasil açucareiro**, v.20, n.2, p.89-92, 1942.
- 22) MARTUCCI, E.T. **Tecnologia do Açúcar de Cana**. Fundação Tropical de Pesquisas e Tecnologia, 1983. 163p.
- 23) MEADE, G.P.; CHEN, J.C.P. **Cane Sugar Handbook**. New York: Wiley-Interscience Publication, 1977. 947p.

- 24) ROBERTS, E.J. **Dextran analysis in sugar process liquors and juices: a comparative study of methods.** In: Conference on Sugar Processing Research – Proceedings. p.298-307. 1982.
- 25) SARRUGE, J.R. HAAG, H.P. **Análises Químicas em Plantas.** Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.
- 26) SHARMA, S.C.; JOHARY, P.C. Amino-acid removal during cane juice clarification. **Internacional Sugar Journal**, v.86, n.1021, p.7-11, 1984.
- 27) SOARES, M.S. **Estudo comparativo de métodos para enumeração de coliformes em alimentos.** 1999. 52p. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Pará, Belém, 1999.
- 28) VANDERSANT, C.; SPLITSTOESSER, F.O. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods.** 3<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: American Health Association (APHA), 1992. 1219p.
- 29) YOKOYA, F. **Fabricação da Aguardente de Cana.** Campinas: Fundação tropical de pesquisas e tecnologia “André Tosello”, 1995. 92p. (Manual técnico – série fermentações industriais, n.2)
- 30) ZAGO, E.A.; SILVA, L.F.L.F.; BERNARDINO, C.D.; AMORIM, H.V. **Métodos Analíticos para o Controle da Produção de Álcool e Açúcar.** 2.ed. Piracicaba: Fermentec/FEALQ, 1996. 194p.

## CAPÍTULO 2

### ***DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO PARCIAL DE CLARIFICAÇÃO- ESTABILIZAÇÃO DE CALDO DE CANA PARA CONSUMO***

**ARTIGO SUBMETIDO À PUBLICAÇÃO NA REVISTA:  
"JOURNAL SCIENCE OF FOOD AND AGRICULTURE"**

## RESUMO

A garapa ou caldo de cana, após sua extração, escurece em razão da oxidação de seus constituintes. Este fato prejudica a comercialização da bebida que então deve ser consumida rapidamente. O presente trabalho teve como objetivo desenvolver um processo brando de clarificação do caldo-de-cana de forma a obter uma garapa turva e de coloração amarelo-esverdeada. Para alcançar este objetivo associou-se: aquecimento a 65°C/50min; mudança de pH do meio (valores de pH 7,0; 7,5 e 8,0); adição de floculante (0, 30 e 60ppm de Policloreto de Alumínio ou PAC – “Panclar P-1010”) e auxiliar de clarificação (0, 2 e 4ppm de polieletrólito negativamente carregado – “Magnafloc LT-27”). O tempo de decantação foi de 45 minutos e o líquido sobrenadante foi removido com auxílio de bomba de vácuo. Os tratamentos foram definidos através de Planejamento Experimental Fatorial, e submetidos a análises físico-químicas de turbidez (%), teor de polissacarídeos totais (µg/ml), teor de dextrana (µg/ml), e análise sensorial (Teste de Aceitação) para os atributos cor, aparência e turbidez. Concluiu-se que, o melhor tratamento (altas notas para os atributos cor, aparência e turbidez, teor mediano de polissacarídeos e aproximadamente 90% de turbidez) foi aquele no qual utilizou-se 60ppm de PAC, pH 8,0 e 0ppm de polieletrólito.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, clarificação, análise sensorial.

## SUMMARY

Sugar cane juice or *garapa* darkens quickly after extraction due to the oxidation of some of its constituents, prejudicing its commercialization, thus requiring rapid consumption. The objective of this study was to develop a mild process for sugar cane clarification, obtaining a cloudy, greenish-yellow beverage. The following processes were combined, with this objective: heat treatment at 65°C/50min; change of pH (to 7,0; 7,5 and 8,0); addition of flocculant (0, 30 and 60ppm aluminum polychloride or APC – “Panclar P-1010”) and clarifier aid (0, 2 or 4 ppm of positively charged polyelectrolyte – “Magnafloc LT-27”). The decantation time was 45 minutes and the supernatant liquid removed with a vacuum pump. The treatments were defined using Response Surface Methodology, and submitted to physical-chemical analyses for turbidity (%), total polysaccharide content ( $\mu\text{g/ml}$ ), dextran content ( $\mu\text{g/ml}$ ) and a sensory analysis (acceptance test) for the attributes of color, appearance and turbidity. It was concluded that the addition of 60ppm APC, pH 8,0 and 0ppm polyelectrolyte represented the best treatment to obtain high scores for color, appearance and turbidity, a medium polysaccharide content and 90% turbidity.

**Keywords:** sugarcane, liquids - clarification, sensory evaluation.

## 1. INTRODUÇÃO

A garapa, se estocada, necessita ser clarificada, pois minutos após a sua extração adquire coloração bastante escura devido à oxidação de seus componentes (especialmente, clorofila e polifenóis). Tal fato pode influenciar negativamente o consumidor na aquisição desta bebida. Segundo Leme Jr. & Borges (1965), a clarificação deve ser realizada logo após a moagem para evitar ação de fermentos e enzimas.

Os autores ainda afirmam que a clarificação por simples decantação do caldo é impossível, pois tal produto constitui-se num sistema coloidal complexo, no qual os colóides apresentam diferentes pontos isoelétricos.

A clarificação do caldo de cana ocorre através da coagulação, floculação e precipitação dos colóides e substâncias corantes, eliminadas por posterior decantação e filtração, ou seja, forma-se um precipitado insolúvel que absorve e arrasta tais constituintes do caldo. A floculação pode ser obtida por uma mudança de pH do meio, utilizando-se reagentes químicos, e pelo aquecimento (STUPIELLO, 1987; KOBLITZ & MORETTI, 1999).

No Brasil predominam dois modelos de clarificação: defecação simples (usa apenas cal e aquecimento para obtenção de açúcar bruto), e sulfo-defecação (antes do tratamento com cal e aquecimento, ocorre adição de SO<sub>2</sub> ao caldo para fabricação de açúcar cristal branco). Algumas usinas utilizam também a adição de fosfatos que proporciona caldos mais claros, maior eliminação de colóides e decantação mais rápida (KOBLITZ, 1998).

Os agentes coagulantes, em geral, são sais de cátions trivalentes (Al<sup>+3</sup>, Fe<sup>+3</sup>) cujo poder complexante é muitas vezes maior que o de cátions bi e monovalentes. Os flocos por eles formados apresentam grande superfície de adsorção de colóides e de material em suspensão. Portanto, a coagulação pode resultar na complexação de moléculas (processo químico), e também, na adsorção e arraste de partículas (processos físicos) (KOBLITZ, 1998).

Entre os coagulantes mais utilizados em tratamentos de águas, o mais comum no Brasil é o sulfato de alumínio, produto muito solúvel, de fácil armazenamento e

transporte, e facilmente encontrado no mercado (KOBLOITZ, 1998).

Atualmente as estações de tratamento de água do Estado de São Paulo estão testando um novo coagulante desenvolvido no Japão. Trata-se do Policloreto de Alumínio (PAC), que apresenta algumas vantagens em relação aos coagulantes normalmente empregados: promove floculação em qualquer faixa de pH; é mais eficiente que o sulfato de alumínio na remoção de colóides, com menor gasto de reagentes; gera menos resíduo de alumínio no produto final (KOBLOITZ, 1998). O fabricante recomenda 1000ppm como dosagem máxima a ser adicionada.

Para que a coagulação ocorra é necessário que o meio esteja alcalino, o que é conseguido pela adição de agentes alcalinizantes tais como: óxido de cálcio (cal virgem), hidróxido de cálcio (cal hidratada), hidróxido de sódio ou carbonato de sódio. Tais reagentes quando adicionados ao caldo modificam o seu pH, e aliados ao efeito da temperatura formam precipitados que removem as impurezas (KOBLOITZ, 1998).

É difícil estabelecer um pH ótimo para o processo de clarificação, porém, sabe-se que a simples aplicação de cal (num caldo fresco) até alcançar um pH entre 7,5 e 8,5 produzirá uma clarificação satisfatória (SOUZA, 1988).

Objetivando buscar maior eficiência e rendimento da clarificação, atualmente são usados os chamados auxiliares de clarificação/floculação, ou seja, produtos que aplicados ao caldo podem contribuir significativamente na eliminação de suas impurezas, já que têm como principal finalidade tornar os flocos mais densos, facilitando sua decantação. Entre eles podemos citar: argila, sílica ativada, ácido fosfórico, bentonita, polieletrólitos e óxido de magnésio (DELGADO, 1975; SOUZA, 1988; KOBLOITZ & MORETTI, 1999).

Os polieletrólitos são compostos orgânicos sintéticos, de alto peso molecular, e solúveis em água. Têm sido amplamente utilizados como auxiliares da clarificação, contribuindo consideravelmente para uma melhor floculação e aumento da eficiência de decantação das impurezas do caldo. São agentes floculantes e não coagulantes, portanto promovem a aglutinação das partículas previamente coaguladas, sendo que os flóculos formados envolvem e aprisionam outras impurezas grosseiras (DELGADO & CESAR, 1989).

Dentre suas ações podemos especificar que: proporcionam aumento na velocidade de sedimentação dos flocos em decantação, aumento na densidade dos lodos, eliminação de substâncias suspensas no caldo em clarificação. Os polieletrólitos do tipo catiônico são mais efetivos que os do tipo aniônico, visto que a maioria das partículas coloidais do caldo possui carga negativa (DELGADO, 1975; SOUZA, 1988; DELGADO & CESAR, 1989).

A quantidade ideal de polieletrólito a ser adicionada depende da sua qualidade e das características do polímero disponível. De um modo geral, a dosagem para tratamento do caldo tem variado entre 1 e 3ppm, sendo que, a legislação americana permite um limite máximo de 5ppm. A adição de grande quantidade deste reagente pode provocar o efeito contrário, ou seja, em vez de provocar a atração das partículas, estabiliza o colóide e dificulta a floculação (PAYNE, 1989; COPERSUCAR, 1994).

O aquecimento posterior do caldo de 90°C até aproximadamente 105°C tem por objetivos acelerar e facilitar a coagulação e floculação de colóides e elementos protéicos, emulsificar matérias graxas e ceras, ou seja, acelerar o processo de clarificação, aumentando a eficiência da decantação.

A decantação é a etapa posterior que visa aumentar a vida útil dos filtros, mas não é indispensável ao processo de remoção de colóides. Já, a filtração é uma etapa fundamental para a remoção não apenas de colóides, mas também de impurezas em suspensão e deve ser promovida com o auxílio de terra diatomácea. Em geral, tal procedimento é suficiente para perfeita clarificação de xaropes (KOBBLITZ & MORETTI, 1999).

Os autores acima citados estudaram a eficiência de diferentes concentrações de policloreto de alumínio (PAC – “Panclar P-1010”) e polieletrólito negativamente carregado (“Magnafloc LT-27”), na clarificação de xaropes de açúcar, em diferentes valores de pH (7, 9 e 11). De acordo com a pesquisa, melhores resultados para remoção de colóides coloridos, e não surgimento de flocos após o processamento foram obtidos com 50ppm de PAC e 2ppm de polieletrólito em valores de pH 9 e 11.

Como já citado anteriormente, a finalidade da clarificação do caldo de cana

para consumo direto, não é obter um líquido límpido e sim turvo, porém com coloração amarelada, ou seja, diferente da cor original que é verde escuro. Para alcançar tal objetivo, a clorofila precisa ser degradada e isto é conseguido através da acidificação do produto, sendo que, quanto maior a quantidade de ácido colocada mais o produto perde a tonalidade verde tendendo então ao amarelo esverdeado.

Essa mudança baseia-se no fato de que a interação entre a clorofila e os ácidos presentes no meio resulta na perda do íon magnésio das clorofilas, o qual é então substituído por um dos prótons fornecidos pelos ácidos. No caso da garapa, esta substituição resulta na formação de uma coloração amarelo-esverdeada, enquanto que nas frutas e hortaliças há mudança da cor verde para verde-castanho (IADEROZA & DRAETTA, 1991).

A pesquisa teve como objetivo desenvolver um processo brando de clarificação do caldo de cana associando o aquecimento e a mudança de pH do meio, à adição de floculantes e auxiliares de clarificação, no caso, Policloreto de Alumínio e polieletrólito negativamente carregado, respectivamente, através da utilização do Planejamento Experimental Fatorial.

Para o produto em questão, a clarificação não visou tomar o produto totalmente límpido; o objetivo foi obter uma garapa turva e de coloração amarelo-esverdeada para não descaracterizá-la totalmente.

A análise sensorial foi um dos métodos usados para definir o melhor tratamento de clarificação a ser empregado, podendo-se atribuir a seguinte definição a esta metodologia: "Análise Sensorial é a disciplina usada para evocar, medir, analisar e interpretar reações às características dos alimentos e materiais como são percebidas pelos sentidos da visão, olfato, gosto, tato e audição" (ABNT, 1993).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAL

A matéria-prima utilizada foi o caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) da variedade RB72-454, empregada para comercialização de garapa na região de Piracicaba. A extração do caldo foi realizada em moenda elétrica (Modelo STN-30 / 270 rpm) na Planta Piloto do Setor de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP.

Para o processo parcial de clarificação-estabilização foram usados agentes de clarificação tais como o policloreto de alumínio (PAC) do tipo "Panclar P-1010" e o polieletrólito negativamente carregado do tipo "Magnafloc LT-27".

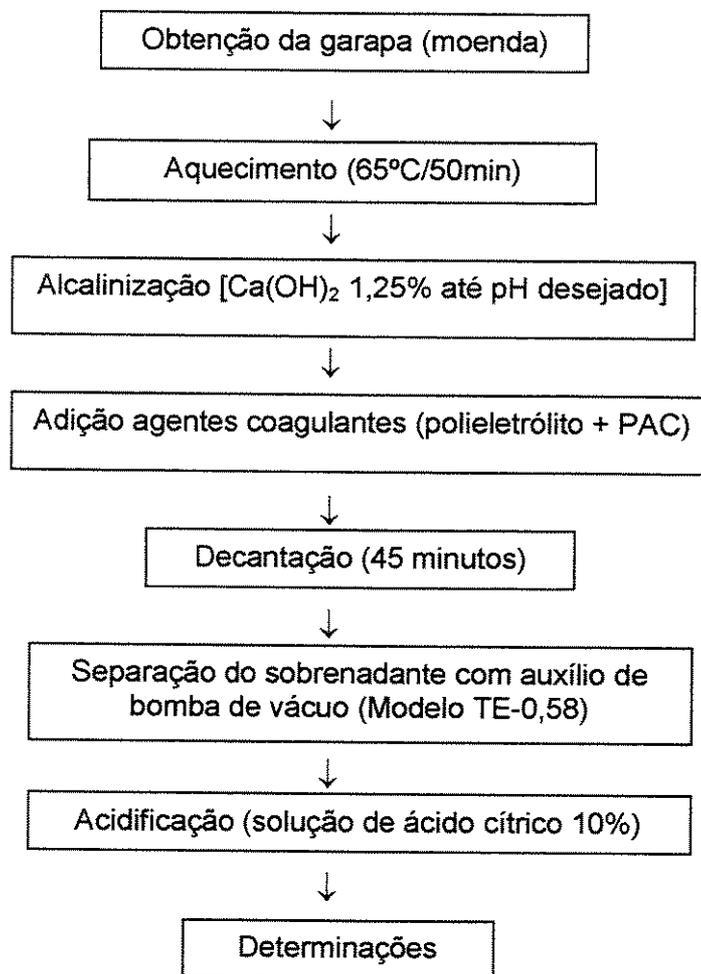
### 2.2 MÉTODOS

#### 2.2.1 Extração e processamento do caldo de cana

Previamente à extração, os colmos tiveram sua casca removida manualmente com faca, sendo posteriormente sanitizados com solução contendo 10ppm de Cloro Ativo; após 10 minutos de contato com a solução sanitizante, o material foi enxaguado em água corrente potável. Da mesma forma procedeu-se a sanitização da moenda empregada nesta operação.

A garapa recém extraída sofreu um pré-condicionamento, decantação e acidificação conforme processamento descrito no Fluxograma 1. O processo parcial de clarificação ocorreu em clarificador do tipo banho-maria.

Após a decantação, o produto foi novamente acidificado com solução de ácido cítrico 10%, reduzindo-se o pH para valores menores ou iguais a 4 procurando desta forma, inibir o crescimento de microrganismos patogênicos. Este procedimento contribuiu também para a clarificação do caldo.



FLUXOGRAMA 1. Etapas da obtenção de caldo de cana parcialmente clarificado-estabilizado.

### 2.2.2 Planejamento Experimental

A influência da mudança de pH do meio, emprego de produtos químicos (agentes de clarificação), associados ao aquecimento, na clarificação do caldo de cana, foi avaliada através de um Planejamento Experimental Fatorial constituído de 2<sup>3</sup> experimentos.

A escolha dos níveis de variação do pH, PAC e polieletrólito foi baseada na pesquisa de Koblitz & Moretti (1999), que consideraram as faixas constantes na TABELA 16, como boas para se obter clarificação eficiente. Considerou-se para este sistema a influência das três variáveis independentes:

\_ concentração de PAC;

\_ concentração de polieletrólito;

\_ pH do meio.

TABELA 16. Variáveis independentes do Planejamento Experimental 2<sup>3</sup>.

Variáveis	Níveis		
	-1	0	+1
PAC (ppm)	0	30	60
Polieletrólito (ppm)	0,0	2,0	4,0
pH	7,0	7,5	8,0

De acordo com as variáveis e níveis descritos para o Planejamento Experimental, foram definidos os 11 ensaios apresentados na TABELA 17.

TABELA 17. Planejamento Experimental Fatorial 2<sup>3</sup>.

Ensaio	Níveis codificados			Níveis reais		
	PAC	Polieletrólito	pH	PAC*	Polieletrólito**	pH***
1	-1	-1	-1	0	0	7,0
2	1	-1	-1	60	0	7,0
3	-1	-1	1	0	0	8,0
4	1	-1	1	60	0	8,0
5	-1	1	-1	0	4	7,0
6	1	1	-1	60	4	7,0
7	-1	1	1	0	4	8,0
8	1	1	1	60	4	8,0
9	0	0	0	30	2	7,5
10	0	0	0	30	2	7,5
11	0	0	0	30	2	7,5

\*PAC: concentração de PAC (ppm)

\*\*polieletrólito: concentração de polieletrólito (ppm)

\*\*\*pH: valor de pH

### 2.2.3 Efeito do processo de clarificação nas características sensoriais do caldo de cana

Aplicou-se o Teste de Aceitação usando escala hedônica não estruturada de 9 pontos (método afetivo). Os atributos avaliados foram: cor, turbidez e aparência (MEILGAARD *et al.*, 1987; STONE & SIDEL, 1993).

A equipe sensorial foi composta por 30 provadores não treinados. As amostras (11 ensaios) codificadas foram servidas em cálices de vidro transparente, em volume padronizado de 150ml, em ambiente claro (mesa branca) e na forma de blocos completos casualizados, aplicando-se a ficha de avaliação apropriada para cada amostra (FIGURA 1).

<b>Teste de aceitação</b>	
NOME: _____	DATA: _____
<p>Por favor, observe cada uma das amostras codificadas de garapa parcialmente clarificada-estabilizada, e assinale na escala correspondente a cada atributo o quanto você gostou ou desgostou de cada amostra.</p>	
Amostra nº _____	
Em relação à cor	
Em relação à turbidez	
Em relação à aparência global	
Comentários: _____	

FIGURA 1. Ficha de Avaliação Sensorial para o Teste de Aceitação da garapa parcialmente clarificada-estabilizada.

#### 2.2.4 Efeito do processamento de clarificação no caldo de cana

Para avaliar a eficiência da clarificação foram realizadas as seguintes análises:

- a) obtenção da turbidez (3 repetições/amostra): em espectrofotômetro para cor, modelo COLORQUEST II, marca Hunterlab. O aparelho foi calibrado para medição de Transmitância (TTRAN), no sistema de cor CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), com iluminante  $D_{65}$  e ângulo de  $10^\circ$ , utilizando-se cubeta de 10mm de caminho ótico nas leituras;
- b) teor de polissacarídeos totais: a técnica de separação dos polissacarídeos foi realizada por diálise em membrana semi-permeável conforme descrito por Koblitz (1998), sendo o teor então determinado pela metodologia usando solução de Antrona de acordo com Dreywood (1946);
- c) teor de dextrana: pelo método fenol-sulfúrico descrito por Roberts (1982).

#### 2.2.5 Análise dos Resultados

A análise estatística foi realizada pelo Programa "Statistica for Windows 5.0" (1995) aplicado à Metodologia de Superfície de Resposta (NETO *et al.*, 1995).

Através desta metodologia estatística estudaram-se os efeitos das variáveis

independentes sobre as variáveis dependentes. Os valores dos efeitos estimados mostram o quanto cada fator (variável independente) influi nos vários parâmetros (variáveis dependentes).

Foram geradas as superfícies de contorno para os modelos preditivos mais significativos, sendo que a validade desses modelos foi analisada através dos respectivos coeficientes de regressão e falta de ajuste, obtidos pela Análise de Variância (ANOVA).

Pela análise conjunta dos resultados das determinações físico-químicas e do Teste de Aceitação foi definido qual o melhor tratamento para clarificar o produto, de tal modo que o mesmo tivesse sua turbidez estabilizada.

### **2.2.6 Outras determinações**

Posteriormente às análises físico-químicas e sensoriais procedeu-se à determinação da cor instrumental do produto em cada ensaio apenas para caracterizá-lo quanto à cor obtida. Utilizou-se espectrofotômetro para cor, modelo COLORQUEST II, marca Hunterlab, através do sistema de cor CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), iluminante  $D_{65}$ , ângulo do observador de  $10^\circ$  e cubeta com 10mm de caminho ótico. As leituras foram realizadas em 3 repetições/amostra.

Também se determinou a velocidade de decantação do lodo com a finalidade de definir o tempo de decantação do processo. Para a realização deste estudo, colocou-se 500ml de caldo tratado em proveta de 5cm de diâmetro e com capacidade de 500ml. De tempos em tempos, mediu-se a “altura” do lodo formado até completa sedimentação das partículas, convertendo este valor para volume e então porcentagem de lodo sedimentado.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análise sensorial

Na TABELA 18 constam as notas atribuídas pelos provadores aos tratamentos.

TABELA 18. Médias das notas atribuídas aos atributos cor, turbidez e aparência global aos tratamentos (ensaios).

ENSAIO	COR	TURBIDEZ	APARÊNCIA
1	6,22	6,09	5,91
2	6,31	6,30	5,99
3	6,10	6,26	6,27
4	6,97	6,51	6,61
5	6,42	6,52	6,18
6	6,15	6,17	5,79
7	5,87	6,21	6,00
8	6,24	6,06	5,74
9	6,16	6,23	5,95
10	6,14	6,17	5,92
11	6,11	6,36	5,99

A princípio, observa-se a preferência pela amostra 4, que recebeu as maiores notas em todos os atributos.

##### 3.1.1 Atributo Turbidez

Através da análise dos efeitos e coeficientes de regressão dos fatores PAC, pH e polieletrólito (lineares e das interações entre eles), para o atributo turbidez, foi possível concluir que apenas os efeitos das interações [PAC\*polieletrólito] e [pH\*polieletrólito] foram significativos sobre a resposta, ao nível de 75% de significância (TABELA 19).

Eliminado os fatores não significativos, verificou-se na análise de variância (ANOVA), através do teste F, a significância da regressão e da falta de ajuste a  $p \leq 0,25$  (TABELA 20). O modelo ajustado (Equação 1) foi considerado preditivo, pois apresentou regressão significativa, ao nível de 75% de confiança ( $F_{\text{calc. regressão}} = 22,18 > F_{\text{tab}, 0,25; 2; 8} = 1,66$ ) e falta de ajuste não significativa no mesmo nível ( $F_{\text{calc. faltaajuste}} = 0,61 < F_{\text{tab}, 0,25; 6; 8} = 1,65$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,85$ ) indica que o modelo explicou 85% da variação dos dados observados.

TABELA 19. Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para o atributo turbidez.

Fatores	Efeito estimado	Significância estatística (p)	Coeficiente de regressão
Média geral	<b>6,261818</b>	<b>2,19E-05</b>	<b>6,261818</b>
(1) PAC	-0,01	0,897582	-0,005
(2) pH	-0,01	0,897582	-0,005
(3) polieletrólito	-0,05	0,542291	-0,025
1*2	0,06	0,474439	0,03
1*3	<b>-0,24</b>	<b>0,07303</b>	<b>-0,12</b>
2*3	<b>-0,2</b>	<b>0,100461</b>	<b>-0,1</b>

OBS: valores em negrito são significativos a  $p \leq 0,25$ .

TABELA 20. ANOVA do modelo ajustado para atributo turbidez ( $R^2=0,85$ ).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	Fcalc.	Ftab.
Regressão	0,1952	2	0,0976	22,18*	1,66
Resíduo	0,035	8	0,0044		
Falta de ajuste	0,0161	6	0,0027	0,61n.s.	1,65
Erro Puro	0,0189	2	0,0094		
Total	0,2302	10			

$$T = 6,2618 - 0,24(\text{PAC} \times \text{poli}) - 0,2(\text{pH} \times \text{poli}) \quad [\text{Eq. 1}]$$

Onde: T = nota do atributo turbidez;

PAC = teor de policloreto de alumínio em ppm;

poli = teor de polieletrólito em ppm;

pH = valor do pH.

As FIGURAS 2 e 3 ilustram os efeitos das interações que foram significativos sobre a resposta “nota do atributo turbidez”. A FIGURA 2 mostra que maiores notas para “turbidez” foram obtidas quando PAC = 60ppm e polieletrólito = 0ppm ou então PAC = 0ppm e polieletrólito = 4,0ppm. Já, através da FIGURA 3 observa-se que a mesma resposta foi obtida quando pH = 8,0 e polieletrólito = 0ppm ou então pH = 7,0 e polieletrólito = 4,0ppm.

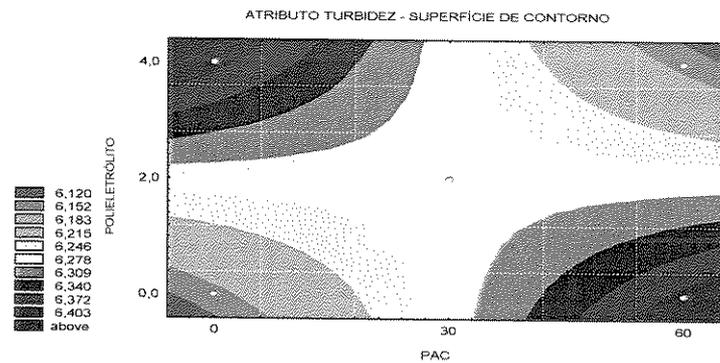


FIGURA 2. Superfície de contorno dos fatores PAC e polieletrólito para o atributo turbidez.

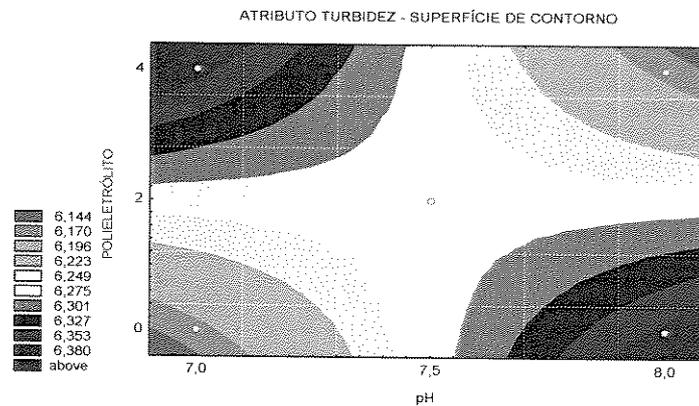


FIGURA 3. Superfície de contorno dos fatores pH e polieletrólito para o atributo turbidez.

### 3.1.2 Atributo Aparência

Através da análise dos efeitos e coeficientes de regressão dos fatores PAC, pH e polieletrólito (lineares e das interações entre eles), para o atributo aparência global, foi possível concluir que todos os efeitos dos fatores foram significativos sobre a resposta, ao nível de 75% de significância (TABELA 21).

Verificou-se pela análise de variância (ANOVA), através do teste F, a significância da regressão e da falta de ajuste a  $p \leq 0,25$  (TABELA 22). O modelo ajustado (Equação 2) foi considerado preditivo, pois apresentou regressão significativa, ao nível de 75% de confiança ( $F_{\text{calc. regressão}} = 12,56 > F_{\text{tab}; 0,25; 6; 4} = 2,08$ ), e falta de ajuste não significativa no mesmo nível ( $F_{\text{calc. faltaajuste}} = 1,83 <$

$F_{\text{tab};0,25;2;4}=2,00$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2=0,95$ ) indica que o modelo explicou 95% da variação dos dados observados.

TABELA 21. Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para o atributo aparência.

Fatores	Efeito estimado	Significância estatística (p)	Coeficiente de regressão
Média geral	<b>6,031818</b>	<b>3,08E-06</b>	<b>6,031818</b>
(1) PAC	<b>-0,0575</b>	<b>0,146586</b>	<b>-0,02875</b>
(2) pH	<b>0,1875</b>	<b>0,017092</b>	<b>0,09375</b>
(3) polieletrólito	<b>-0,2675</b>	<b>0,008508</b>	<b>-0,13375</b>
1*2	<b>0,0975</b>	<b>0,059171</b>	<b>0,04875</b>
1*3	<b>-0,2675</b>	<b>0,008508</b>	<b>-0,13375</b>
2*3	<b>-0,3025</b>	<b>0,006672</b>	<b>-0,15125</b>

OBS: valores em negrito são significativos a  $p \leq 0,25$ .

TABELA 22. ANOVA do modelo ajustado para atributo aparência ( $R^2=0,95$ ).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	Fcalc.	Ftab.
Regressão	0,5652	6	0,0942	12,56*	2,08
Resíduo	0,03	4	0,0075		
Falta de ajuste	0,0275	2	0,0137	1,83n.s.	2,00
Erro Puro	0,0025	2	0,0012		
Total	0,5952	10			

$$A = 6,0318 - 0,0575(\text{PAC}) + 0,1875(\text{pH}) - 0,2675(\text{poli}) + 0,0975(\text{PACxpH}) - 0,2675(\text{PACxpoli}) - 0,3025(\text{pHxpoli}) \quad [\text{Eq. 2}]$$

Onde: A = nota do atributo aparência;

PAC = teor de policloreto de alumínio em ppm;

poli = teor de polieletrólito em ppm;

pH = valor do pH.

As FIGURAS 4 e 5 ilustram as interações significativas sobre a resposta “nota do atributo aparência”. Conclui-se que maiores notas para o atributo “aparência” foram encontradas para PAC = 60ppm, pH = 8,0 e polieletrólito = 0ppm.

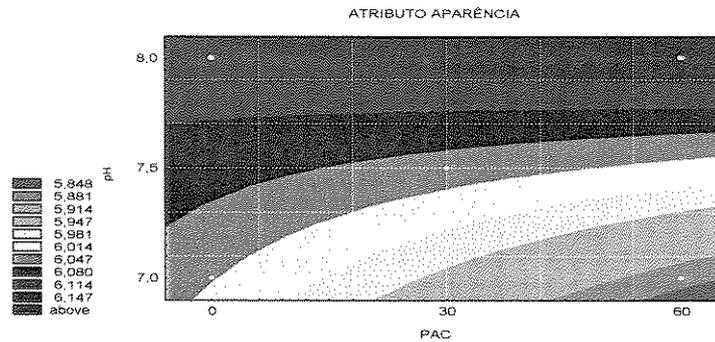


FIGURA 4. Superfície de contorno dos fatores PAC e pH para o atributo aparência.

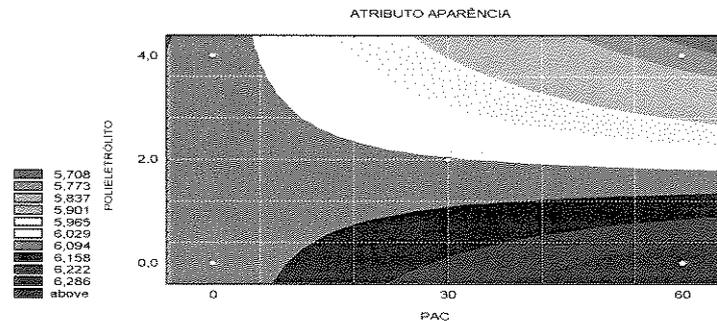


FIGURA 5. Superfície de contorno dos fatores PAC e polieletrólito para o atributo aparência.

### 3.1.3 Atributo Cor

Para o atributo cor, pela análise dos efeitos e coeficientes de regressão dos fatores PAC, pH e polieletrólito (lineares e das interações entre eles), concluiu-se que apenas o efeito de pH não foi significativo sobre a resposta, ao nível de 75% de significância (TABELA 23).

Eliminado o fator não significativo, verificou-se na análise de variância (ANOVA), através do teste F, a significância da regressão e da falta de ajuste a  $p \leq 0,25$  (TABELA 24). O modelo ajustado (Equação 3) foi considerado preditivo, pois apresentou regressão significativa, ao nível de 75% de confiança ( $F_{\text{calc. regressão}} = 13,64 > F_{\text{tab}, 0,25; 5; 5} = 1,89$ ), e falta de ajuste não significativa no mesmo nível ( $F_{\text{calc. faltaajuste}} = 1,63 < F_{\text{tab}, 0,25; 3; 5} = 1,88$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2 = 0,93$ ) indica que o modelo explicou 93% da variação dos dados observados.

TABELA 23. Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para o atributo cor.

Fatores	Efeito estimado	Significância estatística (p)	Coeficiente de regressão
Média geral	<b>6,244545</b>	<b>1,48E-06</b>	<b>6,244545</b>
(1) PAC	<b>0,265</b>	<b>0,004479</b>	<b>0,1325</b>
(2) pH	0,02	0,377829	0,01
(3) polieletrólito	<b>-0,23</b>	<b>0,005933</b>	<b>-0,115</b>
1*2	<b>0,355</b>	<b>0,002503</b>	<b>0,1775</b>
1*3	<b>-0,215</b>	<b>0,006781</b>	<b>-0,1075</b>
2*3	<b>-0,25</b>	<b>0,005028</b>	<b>-0,125</b>

OBS: valores em negrito são significativos a  $p \leq 0,25$ .

TABELA 24. ANOVA do modelo ajustado para atributo cor ( $R^2=0,93$ ).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	Fcalc.	Ftab.
Regressão	0,7158	5	0,1432	13,64*	1,89
Resíduo	0,0525	5	0,0105		
Falta de ajuste	0,0512	3	0,0171	1,63n.s.	1,88
Erro Puro	0,0013	2	0,0006		
Total	0,7683	10			

$$C = 6,2445 - 0,265(\text{PAC}) - 0,23(\text{poli}) + 0,355(\text{PACxpH}) - 0,215(\text{PACxpoli}) - 0,25(\text{pHxpoli}) \quad [\text{Eq. 3}]$$

Onde: C = nota do atributo cor;

PAC = teor de policloreto de alumínio em ppm;

poli = teor de polieletrólito em ppm;

pH = valor do pH.

As FIGURAS 6 e 7 ilustram as interações significativas sobre a resposta "nota do atributo cor". Observa-se que as maiores notas para "cor" foram obtidas com PAC = 60ppm, pH = 8,0 e polieletrólito = 0ppm.

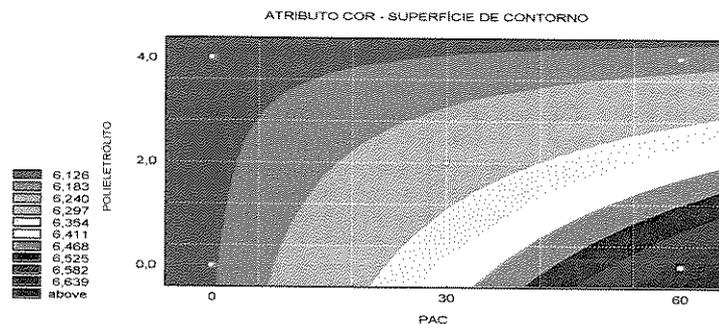


FIGURA 6. Superfície de contorno dos fatores PAC e polieletrólito para o atributo cor.

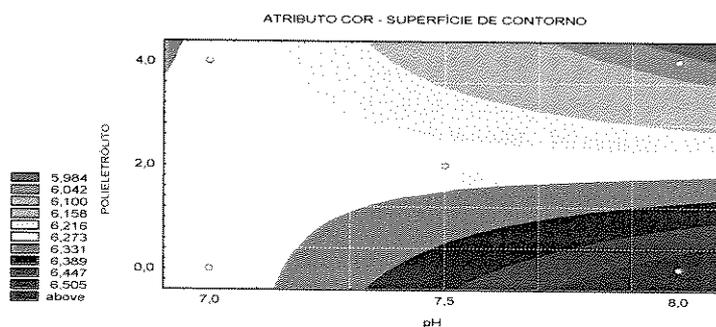


FIGURA 7. Superfície de contorno dos fatores pH e polieletrólito para o atributo cor.

### 3.2 Análises físico-químicas

Os valores das determinações de dextrana, polissacarídeos totais e turbidez podem ser observados na TABELA 25.

TABELA 25. Resultados das determinações de turbidez, teores de polissacarídeos e dextrana em cada tratamento de clarificação da garapa.

Treatamento (ensaio)	Teor de dextrana ( $\mu\text{g/ml}$ )	Teor de polissacarídeos totais ( $\mu\text{g/ml}$ )	Turbidez (%)
1	7,58	22,96	93,33
2	2,49	26,21	91,95
3	10,84	79,51	76,94
4	15,75	29,22	92,39
5	8,47	64,41	91,55
6	14,02	27,36	93,22
7	6,18	66,18	53,09
8	13,09	32,46	70,34
9	11,46	35,34	93,18
10	13,47	67,26	91,63
11	8,59	48,07	91,70
Garapa "in natura"	21,15	54,4	88,21

### 3.2.1 Teor de dextrana

Para o teor de dextrana na garapa, a análise da superfície de resposta mostrou que nenhuma das variáveis (PAC, pH e polieletrólito) surtiu efeito significativo sobre a resposta a  $p \leq 0,05$ , dentro das faixas de concentração que foram empregadas. Portanto, não há modelo preditivo para esta análise.

### 3.2.2 Teor de Polissacarídeos Totais

Pela análise dos efeitos e coeficientes de regressão dos fatores PAC, pH e polieletrólito (lineares e das interações entre eles), para o teor de polissacarídeos totais, conclui-se que apenas o efeito de PAC foi significativo sobre a resposta ao nível de 95% de confiança (TABELA 26).

TABELA 26. Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para o teor de polissacarídeos totais.

Fatores	Efeito estimado	Significância estatística (p)	Coefficiente de regressão
Média geral	<b>42,44727</b>	<b>0,002744</b>	<b>42,44727</b>
(1) PAC	<b>-29,4525</b>	<b>0,030069</b>	<b>-14,7263</b>
(2) pH	16,6075	0,086379	8,30375
(3) polieletrólito	8,1275	0,260141	4,06375
1*2	-12,5525	0,138264	-6,27625
1*3	-5,9325	0,374008	-2,96625
2*3	-13,1725	0,127884	-6,58625

OBS: valores em negrito são significativos a  $p \leq 0,05$ .

Eliminado os fatores não significativos, verificou-se na análise de variância (ANOVA), através do teste F, a significância da regressão e da falta de ajuste a  $p \leq 0,05$  (TABELA 27). O modelo ajustado (Equação 4) foi considerado preditivo, pois apresentou regressão significativa ao nível de 95% de confiança ( $F_{\text{calc. regressão}}=7,95 > F_{\text{tab};0,05;1;9}=5,12$ ), e falta de ajuste não significativa no mesmo nível ( $F_{\text{calc. faltaajuste}}=1,21 < F_{\text{tab};0,05;7;9}=3,29$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2=0,45$ ) indica que o modelo explicou 45% da variação dos dados observados.

TABELA 27. ANOVA do modelo ajustado para o teor de polissacarídeos totais ( $R^2=0,45$ ).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	Fcalc.	Ftab.
Regressão	1734,8995	1	1734,8995	7,95*	5,12
Resíduo	1964,7365	9	218,3040		
Falta de ajuste	1855,50	7	265,0714	1,21n.s.	3,29
Erro Puro	109,2365	2	54,6182		
Total	3699,636	10			

$$PT = 42,4472 - 29,4525(PAC) \quad [Eq. 4]$$

Onde, PT = teor de polissacarídeos totais em ppm;

PAC = teor de policloreto de alumínio em ppm;

poli = teor de polieletrólito em ppm;

pH = valor do pH.

As FIGURAS 8 e 9 mostram como os fatores pH e polieletrólito não têm efeito significativo sobre a resposta “teor de polissacarídeos”, ou seja, fixando-se, por exemplo, o valor de PAC em 0ppm tem-se que em qualquer valor de pH ou polieletrólito não ocorre variação na resposta. Os gráficos também ilustram que menores valores de polissacarídeos foram encontrados nos tratamentos onde utilizou-se 60ppm de PAC.

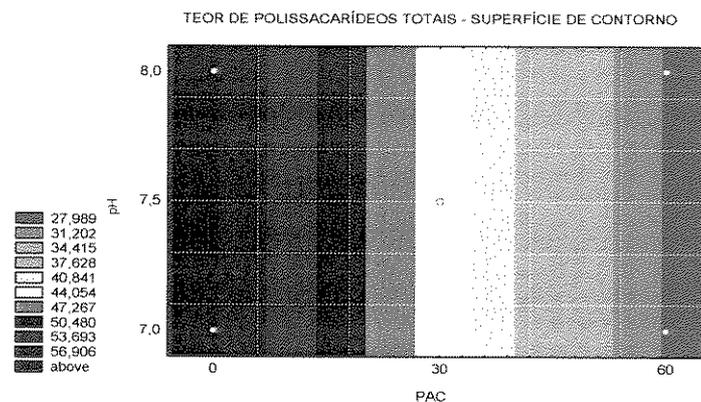


FIGURA 8. Superfície de contorno dos fatores PAC e pH para teor de polissacarídeos.

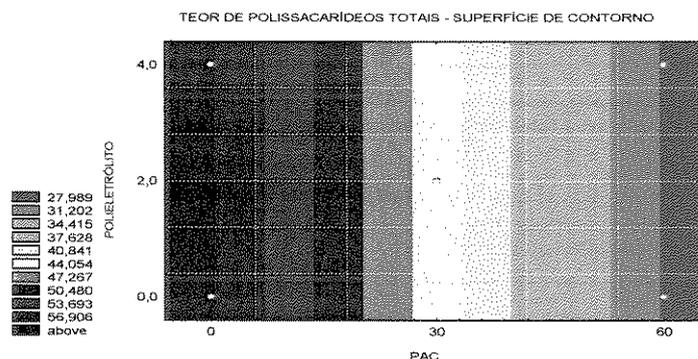


FIGURA 9. Superfície de contorno dos fatores PAC e polieletrólito para teor de polissacarídeos.

### 3.2.3 Intensidade da Turbidez

Pela análise dos efeitos e coeficientes de regressão dos fatores PAC, pH e polieletrólito (lineares e das interações entre eles), para turbidez, concluiu-se que apenas o efeito da interação [PAC\*polieletrólito] não foi significativo sobre a resposta, ao nível de 95% de significância (TABELA 28).

Eliminado o fator não significativo, verificou-se na análise de variância (ANOVA), através do teste F, a significância da regressão e da falta de ajuste a  $p \leq 0,05$  (TABELA 29). O modelo ajustado (Equação 5) foi considerado preditivo, pois apresentou regressão significativa, ao nível de 95% de confiança ( $F_{\text{calc.regressão}}=7,94 > F_{\text{tab},0,05;5;5}=5,05$ ), e falta de ajuste não significativa no mesmo nível ( $F_{\text{calc.faltaajuste}}=1,65 < F_{\text{tab},0,05;3;5}=5,41$ ). O coeficiente de determinação ( $R^2=0,89$ ) indica que o modelo explicou 89% da variação dos dados observados.

TABELA 28. Efeito estimado, significância estatística e coeficiente de regressão dos fatores, para turbidez.

Fatores	Efeito estimado	Significância estatística (p)	Coefficiente de regressão
Média geral	<b>85,39273</b>	<b>9,55E-06</b>	<b>85,39273</b>
(1) PAC	<b>8,2475</b>	<b>0,005586</b>	<b>4,12375</b>
(2) pH	<b>-19,3225</b>	<b>0,001025</b>	<b>-9,66125</b>
(3) polieletrólito	<b>-11,6025</b>	<b>0,002834</b>	<b>-5,80125</b>
1*2	<b>8,1025</b>	<b>0,005786</b>	<b>4,05125</b>
1*3	1,2125	0,189223	0,60625
2*3	<b>-11,3475</b>	<b>0,002962</b>	<b>-5,67375</b>

OBS: valores em negrito são significativos a  $p \leq 0,05$ .

TABELA 29. ANOVA do modelo ajustado para turbidez ( $R^2=0,89$ ).

Fonte de variação	SQ	GL	MQ	Fcalc.	Ftab.
Regressão	1734,8995	1	1734,8995	7,95*	5,12
Resíduo	1964,7365	9	218,3040		
Falta de ajuste	1855,50	7	265,0714	1,21n.s.	3,29
Erro Puro	109,2365	2	54,6182		
Total	3699,636	10			

$$Tu = 85,3927 + 8,2475(PAC) - 19,3225(pH) - 11,6025(poli) + 8,1025(PAC \times pH) - 11,3475(pH \times poli) \quad [Eq. 5]$$

Onde, Tu = valor da turbidez medida em %;

PAC = teor de policloreto de alumínio em ppm;

poli = teor de polieletrólito em ppm;

pH = valor do pH.

As FIGURAS 10 e 11 ilustram os efeitos das interações que foram significativos sobre a resposta “turbidez”. Em função da preferência inicial dos consumidores pela amostra 4 (TABELA 18), utilizou-se a sua turbidez de aproximadamente 90% (TABELA 25) como parâmetro para o processo. Pelos gráficos a seguir, observa-se que tais valores aproximados de turbidez foram obtidos quando utilizou-se PAC = 60ppm, pH = 7,5 e polieletrólito = 0ppm.

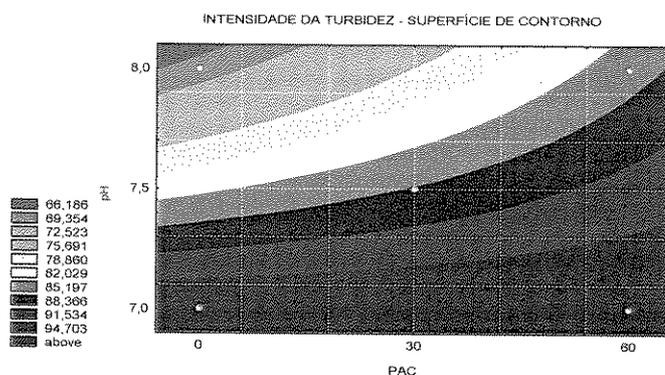


FIGURA 10. Superfície de contorno dos fatores PAC e pH para turbidez.

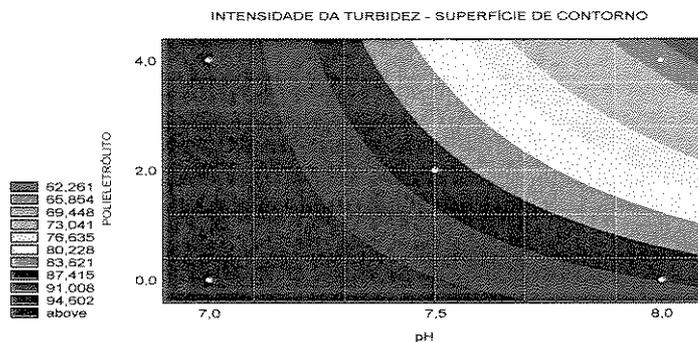


FIGURA 11. Superfície de contorno dos fatores pH e polieletrólito para turbidez.

### 3.3 Outras determinações

As determinações de cor e da velocidade de decantação do “lodo” em cada tratamento podem ser observadas na TABELA 30.

TABELA 30. Velocidade de decantação do processo e valores médios de  $\underline{L}$ ,  $\underline{a}$  e  $\underline{b}$  para cor.

Tratamento (ensaio)	$\underline{L}$	$\underline{a}$	$\underline{b}$	Velocidade de decantação (mm/min)
1	62,03	7,38	42,73	Não decantou
2	61,81	7,51	42,71	Não decantou
3	81,00	2,62	35,89	0,5
4	71,77	4,95	39,45	0,3
5	67,85	7,08	41,65	Não decantou
6	67,77	6,96	41,43	Não decantou
7	89,80	-0,17	22,57	1
8	89,00	-1,37	21,05	0,7
9	67,95	5,63	42,65	Não decantou
10	68,55	5,62	42,72	Não decantou
11	66,72	6,80	42,40	Não decantou
12 (“in natura”)	67,80	4,75	41,04	-----

#### 3.3.1 Cor

A luminosidade ou claridade da amostra é expressa pelo valor  $\underline{L}$ , que varia de 0 a 100. Quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra e quanto mais distante, mais escura. Em relação aos valores de  $\underline{a}$ , se mais positivos a cor tende ao vermelho e se mais negativos, ao verde. Valores de  $\underline{b}$  mais positivos indicam maior intensidade de amarelo e mais negativos, maior intensidade de azul. A FIGURA 12 ilustra, a partir dos dados da Tabela 15, onde a cor de cada amostra se localiza em termos de  $\underline{a}$  e  $\underline{b}$ , e sua luminosidade em termos de  $\underline{L}$ .

É possível observar que, com exceção das amostras 7 e 8, todas as outras localizaram-se praticamente na mesma tonalidade de amarelo. Quanto à luminosidade, todas as amostras são claras e também estão bem próximas, sendo 7 a mais clara e 2 a mais escura.

A FIGURA 13 ilustra a diferença, em termos de  $L$ ,  $a$  e  $b$ , de cada amostra comparada com o padrão – amostra 12 (garapa “in natura”).

As amostras 1, 2 e 11 são um pouco menos claras que o padrão (amostra 12), sendo 7 e 8 bem mais claras que o mesmo; essas últimas duas amostras foram aquelas que se apresentaram bem menos vermelhas que o padrão, sendo 1, 2, 5, 6 e 11 moderadamente mais vermelhas que o mesmo; a maioria das amostras mostraram-se ligeiramente mais amarelas que o padrão, sendo 7 e 8 bem menos amarelas que o mesmo.

Portanto, em relação à cor e luminosidade, conclui-se que as amostras 7 e 8 foram as mais diferentes do padrão, principalmente em relação à luminosidade.

Há forte indício, de que esta ocorrência esteja relacionada com o tratamento de clarificação a que foram submetidas as amostras. Através dos valores de  $L$ ,  $a$  e  $b$  constantes na Tabela 30, observa-se que os resultados encontrados para as amostras 7 e 8 se encontram próximos aos valores de 3 e 4, e que tais amostras possuem em comum valores de pH igual a 8,0. Portanto, a alcalinidade do meio pode ter contribuído significativamente para a intensa clarificação das amostras 7 e 8 (maiores valores de  $L$ , e menores de  $a$  e  $b$ ).

Observa-se também que a decantação possivelmente está relacionada com a alcalinidade do meio, já que ocorreu somente nos tratamentos que tiveram maiores valores de pH.

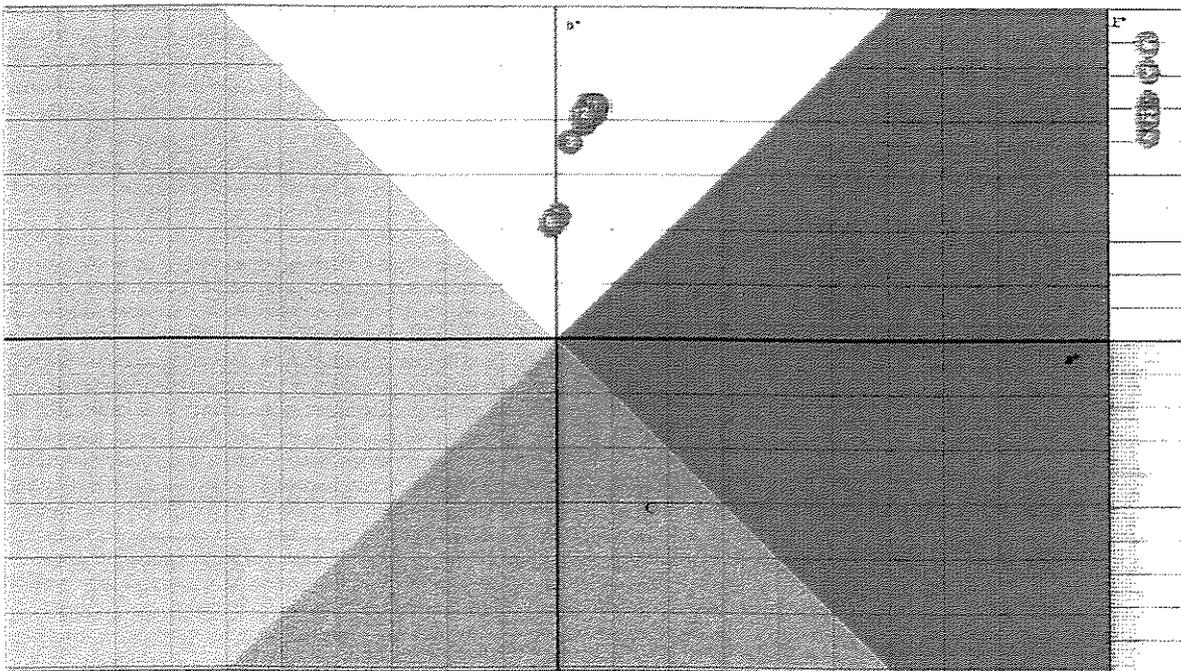


FIGURA 12. Luminosidade (L) e cor das amostras em termos de a e b.

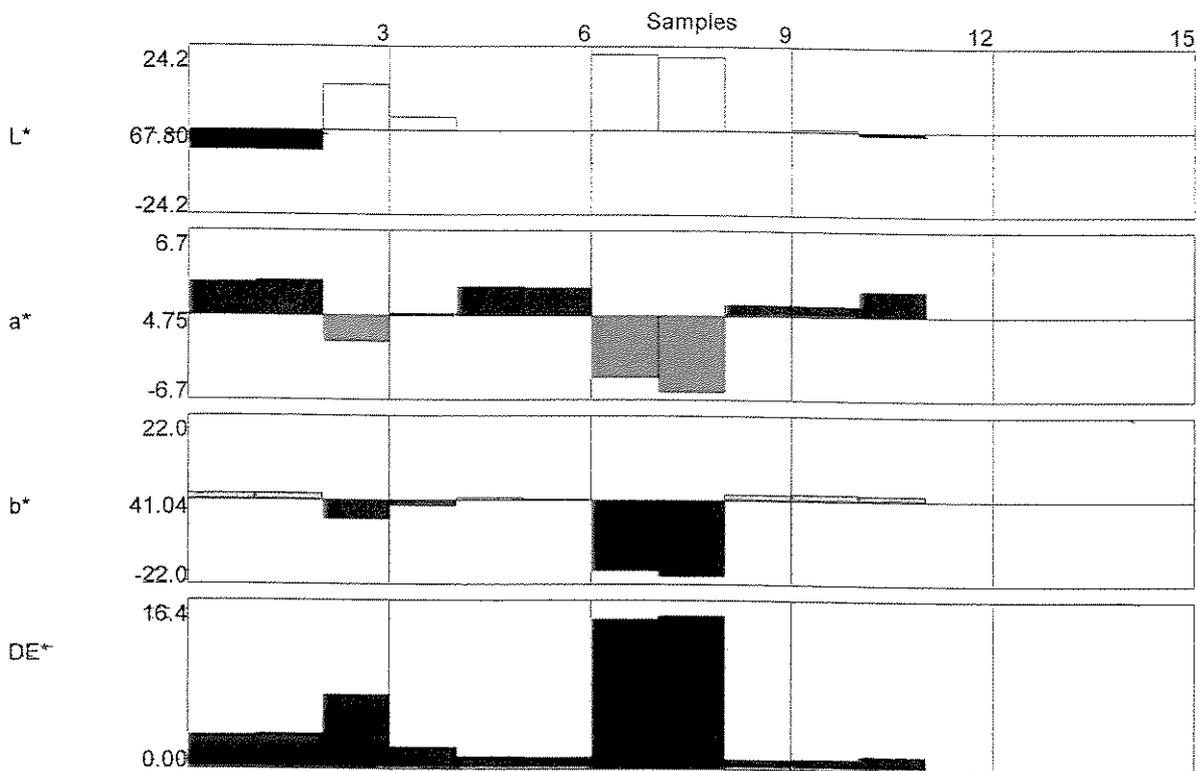


FIGURA 13. Diferença de cada amostra em relação ao padrão, em termos L, a e b.

### 3.3.2 Determinação do tempo de decantação

Após a escolha do melhor tratamento parcial de clarificação-estabilização do caldo (tratamento 4) estabeleceu-se a curva que caracteriza o processo de decantação deste tratamento (FIGURA 14).

O processo de decantação praticamente estabiliza aos 45 minutos, o que significa que após este período de tempo já é possível efetuar a retirada do sobrenadante, com a finalidade de se proceder aos tratamentos posteriores do mesmo.

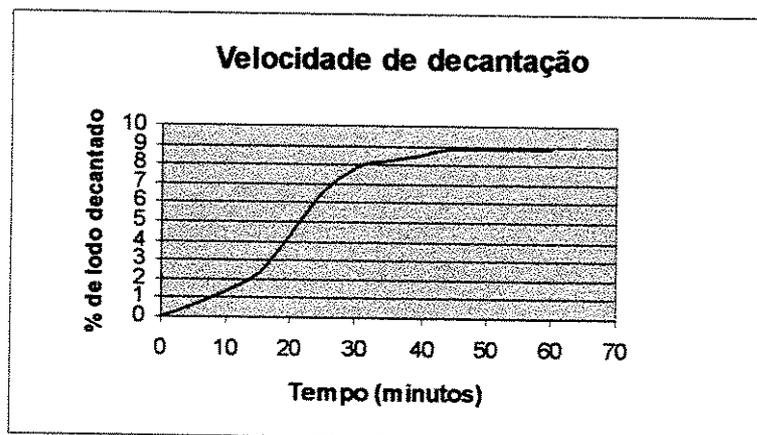


FIGURA 14. Gráfico da velocidade de decantação do lodo na garapa submetida ao tratamento 4.

#### 4. CONCLUSÕES

A indicação do melhor processo parcial de clarificação-estabilização da garapa para consumo levou em consideração os seguintes resultados:

- Para o atributo Turbidez, maiores notas foram obtidas nas seguintes situações: PAC = 60ppm / pH = 8,0 / polieletrólito = 0ppm, ou, PAC = 0ppm / pH = 7,0 / polieletrólito = 4ppm (FIGURAS 2 e 3);
- Para o atributo Aparência, maiores notas foram atribuídas ao tratamento PAC = 60ppm / pH = 8,0 / polieletrólito = 0ppm (FIGURAS 4 e 5);
- Para o atributo Cor, maiores notas foram obtidas no tratamento PAC = 60ppm / pH = 8,0 / polieletrólito = 0ppm (FIGURAS 6 e 7);
- Considerando o teor de polissacarídeos totais, valores medianos foram obtidos para PAC = 60ppm / pH = 7 a 8 / polieletrólito = 0 a 4ppm (FIGURAS 8 e 9);
- Para a garapa considerou-se boa turbidez em torno de 90%; este valor foi encontrado para PAC = 60ppm / pH = 7,5 / polieletrólito = 0ppm (FIGURAS 10 e 11).

Portanto, o tratamento 4 (PAC = 60ppm / pH = 8,0 / polieletrólito = 0ppm) foi considerado como o melhor tratamento por obter altas notas quanto aos atributos cor, aparência e turbidez, aproximadamente 90% de turbidez e teores medianos de polissacarídeos.

Também concluiu-se que o tempo de decantação do processo foi de 45 minutos, e que as amostras referentes aos tratamentos 7 e 8 foram aquelas que mais diferiram do padrão (garapa "in natura") quanto à cor e luminosidade.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **Análise sensorial dos alimentos e bebidas – terminologia – NBR 12806**. São Paulo: ABNT, 1993.
- 2) COPERSUCAR. **Clarificação**. São Paulo: Centro de tecnologia Copersucar, 1994. 58p.
- 3) DELGADO, A.A. **A clarificação do caldo de canas despalhadas manualmente e a fogo, em função do tempo de espera para a industrialização**. 1975. 148p. Tese (Livre Docência) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 1975.
- 4) DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. **Elementos de Tecnologia e Engenharia do Açúcar de Cana**. v.2. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, 1989. 752p.
- 5) DREYWOOD, R. Qualitative test for carbohydrate material. **Industry and Engineering Chemistry Analytical**, v.18, p.499, 1946.
- 6) IADEROZA, M.; DRAETTA, I.S. **Enzimas e Pigmentos – influências e alterações durante o processamento**. In: SOLER, M.P. *et al.* **Industrialização de frutas**. 2.ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991. cap.2, p.17-31. (Manual Técnico, 8).
- 7) KOBLITZ, M.G.B. **Estudo de método para remoção de polissacarídeos que precipitam em cachaça**. 1998. 85p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1998.
- 8) KOBLITZ, M.G.B.; MORETTI, R.H. Polysaccharide removal from refined sugar syrup. **Internacional Sugar Journal**, v.101, n.1206, p.323-325, 1999.
- 9) LEME Jr., J.; BORGES, J.M. **Açúcar de Cana**. Viçosa: Imprensa Universitária, 1965. 328p.
- 10) MEILGAARD, M.; CIVILLE, P.R.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. New York: CRC Press, 1987. 281p.
- 11) NETO, B.B.; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. 2.ed. Campinas: UNICAMP, 1995. 299p.

- 12) PAYNE, J.H. **Operações Unitárias na Produção de Açúcar de Cana.** São Paulo: Nobel, 1989. 245p.
- 13) ROBERTS, E.J. **Dextran analysis in sugar process liquors and juices: a comparative study of methods.** In: Conference on Sugar Processing Research – Proceedings. p.298-307. 1982.
- 14) SOUZA, J. **Estudo da eficiência de alguns polieletrólitos utilizados na clarificação do caldo de cana.** 1988. 101p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 1988.
- 15) STATISTICA FOR WINDOWS. Copyright® StaSoft. Inc., Tulsa. Version 5.0. 1995.
- 16) STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices.** New York: Academic Press, 1993. 338p.
- 17) STUPIELLO, J.P. **Cana de Açúcar: cultivo e utilização.** Campinas: Fundação Cargil, 1987. v.II., p.761-804: A cana-de-açúcar como matéria-prima.

## CAPÍTULO 3

***ESTUDO DA INTERFERÊNCIA DE TRÊS DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE  
ÁCIDO ASCÓRBICO NA QUALIDADE FÍSICA, QUÍMICA E SENSORIAL DE  
GARAPA PARCIALMENTE CLARIFICADA-ESTABILIZADA ESTOCADA SOB  
REFRIGERAÇÃO***

**ARTIGO SUBMETIDO A PUBLICAÇÃO NA REVISTA:  
BOLETIM DO CENTRO DE PESQUISA E PROCESSAMENTO DE ALIMENTOS  
(CEPPA)**

## RESUMO

O caldo de cana, assim como os sucos de frutas, está sujeito à ação de fatores químicos que afetam sua qualidade. Normalmente, tais interferentes são de natureza oxidativa: oxidação de açúcares, de pigmentos e dos compostos responsáveis pelo aroma e sabor dos sucos alterando significativamente suas características sensoriais e nutricionais. Sendo assim, torna-se muito importante o uso de antioxidantes (como o ácido ascórbico, por exemplo), na preservação da qualidade sensorial dos produtos pasteurizados e armazenados sob refrigeração. A pesquisa objetivou testar o efeito de três distintas concentrações de ácido ascórbico (50ppm - amostra 1; 125ppm - amostra 2; 200ppm - amostra 3) sobre a qualidade sensorial da garapa parcialmente clarificada-estabilizada que foi submetida à posterior acidificação, sendo então adicionada de conservante antes da pasteurização (75°C/15seg). Após o tratamento térmico a bebida foi resfriada, embalada em garrafas PET e armazenada sob refrigeração (4-6°C) pelo período de um mês. Este tempo de estocagem foi definido através de estudo prévio do comportamento microbiológico da bebida. Além das análises sensoriais em cada tempo de armazenamento, também foram realizadas análises físico-químicas como pH, sólidos solúveis, acidez, relação Brix/Acidez ("ratio"), teor de ácido ascórbico, turbidez e cor. A determinação dos teores de vitamina C durante o armazenamento mostrou que este constituinte teve o mesmo comportamento nas três amostras, ou seja, diminuiu com o tempo de armazenamento. Apesar disso, os resultados do Teste Sensorial de Aceitação indicaram que as três amostras mantiveram sua qualidade sensorial durante o período de estocagem. Mesmo assim, concluiu-se que a amostra 2 foi a melhor pois apresentou um nível intermediário de ácido ascórbico tornando o produto menos dispendioso que a amostra 3, além de melhor qualidade sensorial que o produto 1.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, oxidação, ácido ascórbico, análise sensorial, armazenamento.

## SUMMARY

Sugar cane juice, like fruit juices, is subject to chemical reactions which affect its quality. These are normally of an oxidative nature: oxidation of sugars, pigments and of compounds responsible for the juice flavor and aroma, significantly altering its sensory and nutritional characteristics. Thus the use of anti-oxidants (for example ascorbic acid) becomes very important in the preservation of the sensory quality of pasteurized products stored under refrigeration. The objective of this research was to test three distinct concentrations of ascorbic acid (50ppm – sample 1; 125ppm – sample 2; 200ppm – sample 3) on the sensory quality of partially clarified-stabilized sugar cane juice, subsequently acidified and the preservative added before pasteurization (75°C/15sec). After heat treatment the beverage was cooled, bottled in PET and stored under refrigeration (4-6°C) for one month. The storage time was defined based on an earlier study of the microbiological behavior of the beverage. In addition to the sensory analyses, physical-chemical analyses such as pH, °Brix, acidity, “ratio”, ascorbic acid content, turbidity and color were carried out at each storage time. The vitamin C determinations showed that this constituent decreased with the storage time. The sensory acceptance test showed that the three samples maintained their sensory quality during the storage period. Thus sample 2 was chosen as the best product since an intermediate concentration of ascorbic acid was added to this sample, being therefore less costly than sample 3, yonder better sensory quality than 1.

**Key words:** sugar cane, oxidation, ascorbic acid, sensory evaluation, storage.

## 1. INTRODUÇÃO

O caldo de cana ou garapa é considerado um produto de sabor agradável, barato e refrescante; no Recife, é o "refrigerante" preferido da população, sendo o consumo diário muito grande. É comercializado na rua por vendedores ambulantes que utilizam moendas para a extração, porém não possuem instalações compatíveis, assim como instrução adequada que permita a obtenção do produto em condições higiênico-sanitárias apropriadas (SOCCOL *et al.*, 1990).

Yusof *et al.* (2000) citam que na Malásia, a garapa também é muito popular sendo considerada como uma bebida doce muito agradável ao paladar e que sacia a sede; sua comercialização no país se estende desde restaurantes simples de beira de estrada até restaurantes de hotéis de alta classe, fato que revela ser a produção de suco de cana um negócio lucrativo.

Considerando-se tal importância tem-se procurado desenvolver processos que possam conservar a qualidade do produto fresco durante a estocagem do mesmo.

A garapa pode ser considerada como um suco de cana. A qualidade dos sucos é influenciada por fatores que comprometem suas características químicas (composição), físicas (turbidez, separação de fases sólido/líquido), sensoriais (aroma, sabor, cor, consistência) e nutricionais (vitaminas). Tais fatores juntamente com as alterações que ocorrem durante o acondicionamento, distribuição e estocagem irão influenciar sua vida-de-prateleira (GRAUMLICH *et al.*, 1986).

Os processos de conservação são baseados na eliminação total ou parcial dos agentes que alteram os produtos, na modificação ou na supressão de um ou mais fatores essenciais à manifestação desses agentes.

Como regra geral, os melhores métodos são aqueles que, garantindo uma satisfatória conservação, alteram menos as características naturais dos produtos. Após os tratamentos, a conservação é assegurada pelo uso de uma embalagem apropriada (FENNEMA, 1975; EVANGELISTA, 1994).

Os sucos prontos para beber, pasteurizados e comercializados sob refrigeração, constituem um segmento que desperta grande interesse dos

fabricantes de sucos, que acreditam ser este um mercado promissor devido à tendência do consumidor moderno em preferir o alimento refrigerado.

Os alimentos refrigerados são submetidos a processamentos térmicos mais brandos, e, portanto suas características organolépticas ficam bem próximas às do produto fresco, uma vez que o mercado brasileiro é altamente exigente quanto ao sabor/odor natural dos sucos, geralmente detectando alterações devido a tratamentos térmicos intensos (ALVES & GARCIA, 1993; CORRÊA NETO, 1998).

Os fatores químicos que afetam a qualidade dos sucos normalmente são de natureza oxidativa, sendo que a oxidação ocorre com a vitamina C (ácido ascórbico) e com os compostos responsáveis pelo aroma e sabor do suco alterando significativamente suas características sensoriais e nutricionais. Essas reações oxidativas dependem das condições de processo (tratamento térmico), da presença de oxigênio, da embalagem, da relação tempo/temperatura de estocagem, da influência da luz e da presença de catalizadores (Fe, Cu) (TOCCHINI, 1985; GRAUMLICH *et al.*, 1986; ALVES & GARCIA, 1993).

A presença de oxigênio exerce grande influência na qualidade e estabilidade de sucos de frutas, podendo estar presente no produto de forma dissolvida, ou mesmo no espaço livre da embalagem (oxigênio residual) ou ainda pode permear através desta. Sendo assim, a desaeração é um procedimento que contribui para a retenção do ácido ascórbico, aroma e sabor durante o processamento (GRAUMLICH *et al.*, 1986).

A oxidação do ácido ascórbico implica em perdas nutricionais e também no escurecimento do suco (*browning*), já que resulta na produção de compostos com radical carbonila que reagindo com grupos amino e por polimerização, produzem pigmentos escuros (SHAW & MOSHONAS, 1991).

A luz também exerce importante efeito sobre a destruição da vitamina C em suco de laranja pasteurizado e envasado a quente, o que demonstra o efeito catalítico da luz sobre a oxidação aeróbica do ácido ascórbico (MARTIN *et al.*, 1995).

Outras formas de escurecimento (“*browning*”) não enzimático podem ocorrer através da reação de Maillard ou pela oxidação de açúcares, com formação de

(semelhante aos lipídios), é catalizada por metais (íons) e depende da temperatura (SIMÃO, 1985).

As oxidações enzimáticas (peroxidase, polifenoloxidase, catalase) geralmente terminam com uma polimerização, cujos produtos finais são escuros ou marrons. Este tipo de reação pode ser inibida pela inativação enzimática, através de processamento térmico (80 a 90°C por 2 - 3min) ou tratamento químico (dióxido de enxofre, sulfitos, ácido ascórbico) (SIMÃO, 1985).

A oxidação de proteínas por si não é considerada como fator de mudança de "flavor" em alimentos. Tais componentes são hidrolisados por enzimas proteolíticas e desnaturados por aquecimento e reações enzimáticas (SIMÃO, 1985).

Existe ainda a oxidação lipídica que é importante em alimentos contendo gordura, uma vez que, a oxidação deste constituinte forma compostos responsáveis pelo ranço (oxidativo ou hidrolítico).

No entanto, para o caso da garapa são importantes as oxidações dos carboidratos, pigmentos, e as enzimáticas.

O teor de ácido ascórbico nos alimentos de origem vegetal está condicionado a diversos fatores: condições ambientais, variedade, maturação, composição química, sanidade, genética e eventuais manipulações tecnológicas.

Nutricionalmente o ácido ascórbico é elemento de grande importância devido à sua função como substância tampão em processos de oxi-redução, como também interfere no metabolismo do ferro e dos glicídios, sendo que sua deficiência no organismo leva ao escorbuto. Já, tecnologicamente a vitamina C, graças ao seu comportamento químico, é utilizada na preservação dos alimentos susceptíveis de oxidação, tais como: leite em pó ou "in natura", manteiga, sucos de frutas, frutas desidratadas, cervejas etc. A forma de atuação do ácido ascórbico como antioxidante se dá através de sua combinação com o oxigênio (ABREU & SCHMITZ, 1971).

Na indústria de alimentos o ácido ascórbico é usado visando as seguintes finalidades principais (ROCHE, s.d.):

- estabilizar alimentos e bebidas (como antioxidante);

- aumentar ou padronizar o teor de vitamina C dos alimentos e bebidas;
- melhorar farinhas para panificação;
- melhorar e acelerar o processo de cura das carnes e produtos cárnicos.

Deve ser lembrado que o ácido ascórbico adicionado como antioxidante é rapidamente oxidado não tendo então mais nenhuma atividade vitamínica; portanto, a quantidade de vitamina C que o produto terminado deverá conter, será adicionada além da quantidade usada como antioxidante (ROCHE, s.d.).

O emprego do ácido ascórbico é justificado pelo fato de que em sucos, a adição de apenas 150-200ppm do aditivo inibe o aparecimento do sabor característico de pasteurização e preserva o aroma da fruta. Além disso, sua presença confere um sabor mais refrescante aos sucos podendo também aumentar o valor nutritivo de bebidas que contêm pequena proporção de vitamina C. O limite máximo deste aditivo como antioxidante em sucos de frutas permitido pela legislação brasileira é de 300mg/L de produto; já o Codex Alimentarius permite para sucos de frutas preservados por meios físicos o limite máximo de adição de 400mg do reagente/L de produto.

### 1.1.2 Conservadores

São definidos como substâncias que impedem ou retardam as alterações dos alimentos provocadas por microrganismos e/ou enzimas (SIMÃO, 1985).

Com o crescimento da indústria química, identificaram-se muitas substâncias químicas que possuíam atividade antimicrobiana, e, atualmente a legislação brasileira permite sua adição em determinados alimentos numa concentração limitada (GAVA, 1984).

Determinados produtos adaptam-se melhor à conservação química e, por isso, usam-se os conservadores isoladamente ou em conjunto com outros métodos de conservação para se obter um melhor controle dos microrganismos indesejáveis. Além disso, a presença de conservadores possibilita o emprego de menores valores do binômio tempo/temperatura, pois esta combinação acelera o processo de inibição microbiana, e como consequência teremos um produto com melhor qualidade organoléptica (LUCK, 1981, GAVA, 1984).

O comitê FAO/OMS (“Joint Expert Committee on Food Additives” ou JECFA) estabeleceu valores de ADI (“Acceptable Daily Intake” ou ingestão diária aceitável) para alguns conservadores como pode ser observado na TABELA 31.

TABELA 31. Valores de ADI determinados pelo JECFA.

CONSERVADOR	ADI (mg/kg corpóreo, diário)
Ácido benzóico e seus sais	0 – 5
Ácido sórbico e seus sais	0 – 25
Dióxido de enxofre e derivados	0 – 0,7
Ácido propiônico e seus sais	Sem limite
Ésteres do ácido parahidroxibenzoico	0 – 10
Nitrito de sódio ou de potássio	0 – 0,02
Nitrato de sódio ou de potássio	0 – 5

Fonte: GAVA, 1984.

Nas dosagens recomendadas tais substâncias atuam inibindo ou evitando a multiplicação microbiana (fungistáticos ou bacteriostáticos) (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1993).

O controle microbiano está relacionado com o pH do meio, uma vez que, a forma não-dissociada da molécula da substância conservadora é que confere a ela a característica antimicrobiana. Os valores de pKa (pH no qual 50% das moléculas se encontram na forma dissociada) da maioria dos conservadores químicos encontram-se na faixa de pH 3,0 a 5,0; com o aumento da acidez do alimento aumenta a concentração da forma não-dissociada, garantindo melhor eficiência no controle microbiano. Na faixa de pH alto (5,5 a 6,0, particularmente), os ácidos orgânicos são relativamente ineficientes; já, os parabenos, que são ésteres permanecem não-dissociados, sendo portanto efetivos inibidores (GAVA, 1984; ARAÚJO, 1993).

Na forma não-dissociada as moléculas dos ácidos orgânicos penetram mais facilmente pela membrana celular dos microrganismos; essas substâncias podem ser classificadas, segundo o seu mecanismo de ação, como as que: afetam a integridade e função da membrana celular; afetam o mecanismo genético; e ocasionam a inibição de enzimas específicas.

Cada conservante atua sobre diferentes microrganismos: o ácido benzóico e seus sais atuam sobre leveduras e bactérias; o ácido propiônico e seus sais atuam

sobre fungos e bactérias; o ácido sórbico e seus sais, assim como o anidrido sulfuroso, atuam sobre fungos e leveduras (EVANGELISTA, 1994).

Os parabenos (compostos químicos sintéticos) compreendem um grupo de agentes antimicrobianos largamente utilizados em cosméticos e produtos farmacêuticos. Sua utilização em alimentos foi posteriormente preconizada, principalmente pelo fato de apresentarem uma faixa de atividade em função do pH muito mais ampla que o ácido benzóico, motivo porque seu uso é recomendável nos casos em que este conservante é praticamente ineficiente (LEITÃO, 1973).

Em alimentos, inibem o crescimento de fungos e leveduras e são pouco eficientes no controle de bactérias, especialmente Gram-negativas. A inibição do crescimento é atribuída à interferência no transporte de nutrientes, assim como à inibição de síntese de RNA e DNA. Geralmente, são utilizados em combinação entre si e/ou com outros tipos de conservantes em vários produtos (ARAÚJO, 1993).

A ação dos parabenos é devida à molécula não-dissociada e ao grupamento fenólico, envolvendo destruição da membrana celular, desnaturação de proteínas e efeito sobre o sistema enzimático da célula microbiana. Tais substâncias permanecem na forma não-dissociada mesmo em valores altos de pH, fato que justifica sua ampla faixa de atividade em função do pH (GAVA, 1984; FRANCO & LANDGRAF, 1996).

A legislação brasileira permite para cerveja o limite máximo de 70ppm e para picles a dosagem máxima permitida é de 1000ppm (ABIA, 2001).

Entre os ésteres do ácido para-hidroxibenzóico, o metílico e o propílico são os mais comumente empregados, por possuírem menor peso molecular, ou seja, por serem os mais solúveis; apresentam muitas propriedades em comum com o ácido benzóico e seus sais, de modo que quando utilizados em combinações, aumentam a eficiência contra a proliferação microbiana em alimentos de baixa acidez (LEITÃO, 1973; ARAÚJO, 1993).

Em comparação com os outros agentes antimicrobianos, estes ésteres são ativos em uma faixa ampla de pH, em razão da habilidade de permanecerem na

forma não-dissociada; além de que, a ligação éster é estável à hidrólise em temperatura de esterilização (ARAÚJO, 1993).

Recomenda-se, em geral, a utilização de concentrações de 0,05% de metil e propil parabenos (relação 2:1) ou de uma concentração de 0,1% de uma mistura na relação 3:1. Normalmente não há alterações no sabor dos alimentos (LEITÃO, 1973).

Em estudos realizados por Silva *et al.* (1974) com suco de maracujá integral, os tratamentos onde houve adição de 0,1% de éster metílico do ácido p-hidroxibenzóico, 0,1% de éster propílico do ácido p-hidroxibenzóico e uma mistura 3:1 dos ésteres metílico e propílico do ácido p-hidroxibenzóico, foram eficientes no controle do crescimento de leveduras.

## 1.2 Embalagens

Embalagem é todo acondicionante que exerce funções de proteção e preservação do alimento “in natura”, da matéria-prima alimentar ou do produto alimentício, de forma temporária ou permanente, no decorrer de suas fases de obtenção, elaboração e armazenamento (EVANGELISTA, 1994).

A garrafa necessita ser pasteurizada, resfriada e, então refrigerada. Desta forma, não há grande preocupação no que diz respeito à resistência térmica da embalagem, sendo viável a utilização, por exemplo, de PEBD (polietileno de baixa densidade), PET (polietileno tereftalato), PVC (policloreto de vinila), e PPbo (polipropileno biorientado). É muito comum o uso de embalagens cartonadas com ou sem alumínio na estrutura (ALVES & GARCIA, 1993).

Obviamente a estabilidade do produto não seria garantida sem o uso de uma boa embalagem, e para o produto em questão, a sugestão de uso foi a garrafa plástica do tipo PET, fato que será justificado a seguir.

O uso das garrafas plásticas para o envasamento de produtos líquidos tem crescido bastante, pois quando comparadas com outros materiais convencionais apresentam as seguintes vantagens: reduzido peso; característica “one way”, ou seja, descartável; menos frágeis à quebra; resistência à corrosão; fácil enchimento; oferecem boas condições de transporte; comodidade de manuseio; a

fabricação requer menores investimentos em máquinas e instalações; não despertam ruídos nas linhas de produção, nos recintos de enchimento e durante o transporte. Já, a desvantagem das garrafas de material plástico é a pequena resistência a temperaturas altas (EVANGELISTA, 1994).

As matérias-primas comumente utilizadas na fabricação desses recipientes são: PEBD (polietileno de baixa densidade), PVC (cloreto de polivinila), PP (polipropileno), PE (polietileno), PS (poliestireno) e PET (polietileno tereftalato); cada tipo apresenta suas características peculiares que devem ser analisadas em conjunto com as características comportamentais do produto e processo a ser utilizado, para se definir o melhor tipo de acondicionamento. Os materiais mais empregados para bebidas são PVC, PET, PEBD e PC (policarbonato).

O crescente uso da garrafa PET no mercado é justificado pelas seguintes características:

- a) baixa permeabilidade aos gases;
- b) material inerte;
- c) resistência ao impacto, fadiga e estiramento;
- d) fácil reciclagem;
- e) permite a fabricação em diversos formatos, tamanhos e cores;
- f) a garrafa que está sendo utilizada pode ser fechada novamente;
- g) transparência e brilho;
- h) baixo peso;
- i) aprovada pela legislação para contato direto com alimentos.

Estudos realizados recentemente concluíram que a garrafa PET constitui uma alternativa viável para o mercado de suco de laranja pasteurizado, viabilizando uma vida-de-prateleira similar à obtida com outros tipos de embalagens já disponíveis, mas que não oferecem a qualidade de apresentação do produto como o PET. No acondicionamento em PET, a vida-de-prateleira do produto armazenado a 4°C, é considerada satisfatória, não havendo comprometimento de suas características organolépticas, físicas e químicas (CORRÊA NETO, 1998).

### **1.3 Análise Sensorial**

O homem tem habilidade natural para comparar, diferenciar e quantificar os atributos sensoriais e a Análise Sensorial utiliza-se dessa habilidade para avaliar alimentos e bebidas, empregando metodologia apropriada aos objetivos do estudo e tratamento estatístico dos dados obtidos (FERREIRA *et al.*, 2000).

As avaliações sensoriais têm cada vez mais importância dentro dos centros produtores e vendedores de alimentos e outros produtos não-alimentícios (FERREIRA *et al.*, 2000).

O objetivo final de todo trabalho realizado nas áreas de desenvolvimento, produção e “marketing” é o consumidor, e sua avaliação estará embasada principalmente na aceitabilidade dos produtos. O que pode acabar com uma indústria não é a recessão e sim o consumidor por não adquirir ou esquecer a marca dos produtos (FERREIRA *et al.*, 2000).

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAL**

#### **2.1.1 Matéria-prima**

Foi utilizado caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) da variedade RB72-454, disponível para comercialização de garapa na região de Piracicaba. Realizou-se a extração do caldo em moenda elétrica (Modelo STN-30 / 270 rpm) na Planta Piloto do Setor de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP.

### **2.1.2 Outros materiais**

No processo parcial de clarificação-estabilização utilizou-se somente o policloreto de alumínio (PAC) do tipo "Panclar P-1010" como agente químico de clarificação, na concentração de 60ppm.

Como antioxidante empregou-se o ácido ascórbico já que se trata de um produto naturalmente encontrado na natureza e como conservador foi empregado o parabeno pelas vantagens já citadas anteriormente e em concentração previamente estabelecida (40ppm).

As embalagens utilizadas foram do tipo PET (polietileno tereftalato) de capacidade de 500ml, incolores e transparentes, fornecidas gentilmente pela empresa Braspet localizada no município de Louveira, região de Campinas.

## **2.2 MÉTODOS**

### **2.2.1 Matéria-prima**

Previamente à extração, os colmos tiveram a casca removida manualmente com faca, sendo então sanitizados com solução contendo 10ppm de Cloro Ativo; após 10 minutos de contato com a solução sanitizante, o material foi enxaguado em água corrente potável. Da mesma forma procedeu-se a sanitização da moenda empregada nesta operação.

O caldo extraído foi submetido a um processo parcial de clarificação-estabilização de acordo com procedimento descrito por Prati & Moretti (2002): aquecimento em banho-maria (65°C/50min), alcalinização com  $\text{Ca(OH)}_2$  até pH 8,0, adição de 60ppm de policloreto de alumínio, decantação por 45 minutos e separação do sobrenadante pelo uso de bomba de vácuo (Modelo TE-058).

### **2.2.2 Estudo microbiológico preliminar**

Preliminarmente foram realizados ensaios microbiológicos para se determinar o tempo de duração do produto, ou seja, sua vida-de-prateleira considerando os aspectos microbiológicos.

O produto foi submetido a processamento conforme descrito no Fluxograma 1, porém o ácido ascórbico não foi adicionado nesta etapa, pois sua função é somente de antioxidante na bebida em questão.

As análises microbiológicas realizadas foram: Contagem de Bolores e Leveduras, Contagem Padrão, e NMP para Coliformes Totais e Fecais, conforme a metodologia indicada pela APHA (VANDERSANT & SPLITSTOESSER, 1992).

Essas determinações foram realizadas semanalmente até que o tempo de armazenamento chegasse aos dois meses, que foi o período previamente estabelecido como vida-de-prateleira do produto pasteurizado e refrigerado.

### **2.2.3 Produto processado**

A garapa parcialmente clarificada-estabilizada foi processada conforme ilustra o Fluxograma 2.

As seguintes concentrações de ácido ascórbico foram testadas: 50ppm (amostra 1), 125ppm (amostra 2) e 200ppm (amostra 3). A principal análise efetuada para avaliar a melhor concentração de antioxidante a ser adicionada foi a análise sensorial das amostras, realizada conforme descrito a seguir.

#### **2.2.3.1 Análise Sensorial**

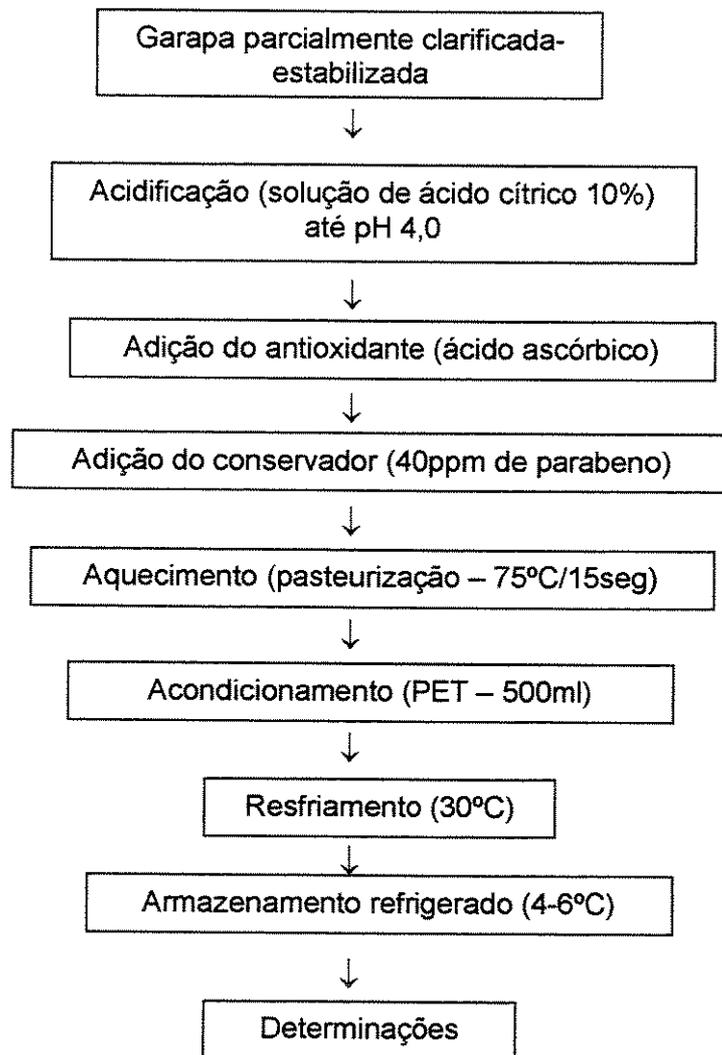
Aplicou-se o Teste de Aceitação usando escala hedônica não estruturada de 9 pontos (Método Afetivo) nos tempos 0, 15 e 30 dias de armazenamento.

Os atributos avaliados foram: aparência, cor, aroma, sabor e impressão global do produto, com o objetivo de saber a aceitação do produto junto ao mercado consumidor (MEILGAARD *et al.*, 1987; STONE & SIDEL, 1993).

A equipe sensorial foi composta por 31 provadores não treinados. As amostras (3) codificadas foram servidas em copos plásticos descartáveis, em volume padronizado de 50ml, em ambiente claro (mesa branca) e na forma de blocos completos casualizados, acompanhadas de biscoito água (sem sal) e um copo d'água, aplicando-se a ficha de avaliação apropriada (FIGURA 15).

A análise sensorial permitiu estudar o efeito do tempo de armazenamento sobre a qualidade das amostras através da Análise de Regressão dos resultados,

e possibilitando obter a diferença estatística existente entre elas, submetendo-se os resultados a Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Média de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) (SAS, 1993).



FLUXOGRAMA 2. Etapas da obtenção de caldo de cana parcialmente clarificado-estabilizado, adicionado de conservante e antioxidante.

<b>Teste de aceitação</b>	
NOME: _____	DATA: _____
<p>Você está recebendo uma amostra de garapa parcialmente clarificada-estabilizada. Por favor, OBSERVE, ASPIRE E PROVE a amostra codificada, e assinale na escala correspondente a cada atributo o quanto você gostou ou desgostou da mesma.</p>	
Amostra nº _____	
Em relação à aparência	
Em relação à cor	
Em relação ao aroma	
Em relação ao sabor	
Em relação à impressão global	
Comentários: _____	

FIGURA 15. Ficha de Avaliação Sensorial para o Teste de Aceitação da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de ácido ascórbico.

### 2.2.3.2 Determinações físico-químicas

Concomitantemente às análises sensoriais, para as três amostras determinaram-se também:

- pH: segundo metodologia da A.O.A.C. (n.42.1.04, 1997);
- teor de sólidos solúveis (°Brix): segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.15, 1997);
- acidez total titulável ou ATT (% ácido cítrico): segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.37, 1997);
- relação Brix/Acidez ("ratio"): obtida dividindo-se o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) pelo valor da acidez total titulável (%);
- turbidez e cor instrumental (3 repetições/amostra): em espectrofotômetro para cor, modelo COLORQUEST II, marca Hunterlab. O aparelho foi calibrado para medição de Transmitância (TTRAN), no sistema de cor CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), iluminante  $D_{65}$  e ângulo do observador de  $10^\circ$ , empregando-se nas leituras cubeta com 10 mm de caminho ótico;

f) teor de ácido ascórbico: segundo metodologia da A.O.A.C. (1984) n.43046, modificada por Benassi (1990).

Tais resultados também foram submetidos a ANOVA e teste de média de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando-se o pacote "Statistica for Windows 5.0" (1995).

Posteriormente elaborou-se um gráfico com os dados dos teores de ácido ascórbico, ilustrando qual foi o comportamento desse componente no produto, com o decorrer do período de armazenamento.

Pela análise dos resultados do teste de aceitação foi definida para o antioxidante em questão, qual das concentrações testadas seria a mais adequada à bebida.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Estudo microbiológico preliminar

Os resultados obtidos nas análises microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sem antioxidante seguem na TABELA 32. A FIGURA 16 ilustra a curva de regressão dos resultados (em termos de log) da Contagem Padrão (Total) e Contagem de Bolores e Leveduras.

TABELA 32. Resultados das determinações microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sem antioxidante.

Tempo (dias)	Contagem Total (UFC/ml)	Coliformes Totais (NMP/ml)*	Contagem de Bolores e Leveduras (UFC/ml)
0	$4,3 \times 10^3$	< 0,03	$3,6 \times 10^2$
7	$1,5 \times 10^3$	< 0,03	$4,3 \times 10^2$
15	$3,5 \times 10^3$	< 0,03	$8,0 \times 10^4$
21	$5,1 \times 10^4$	< 0,03	$9,3 \times 10^5$
30	$6,8 \times 10^3$	< 0,03	$1,9 \times 10^6$
37	$2,4 \times 10^4$	< 0,03	$2,0 \times 10^7$
45	$4,7 \times 10^4$	< 0,03	$8,7 \times 10^6$
52	$4,5 \times 10^4$	< 0,03	$8,6 \times 10^6$
60	$2,14 \times 10^6$	< 0,03	$1,04 \times 10^7$

\* Ausência de Coliformes Fecais.



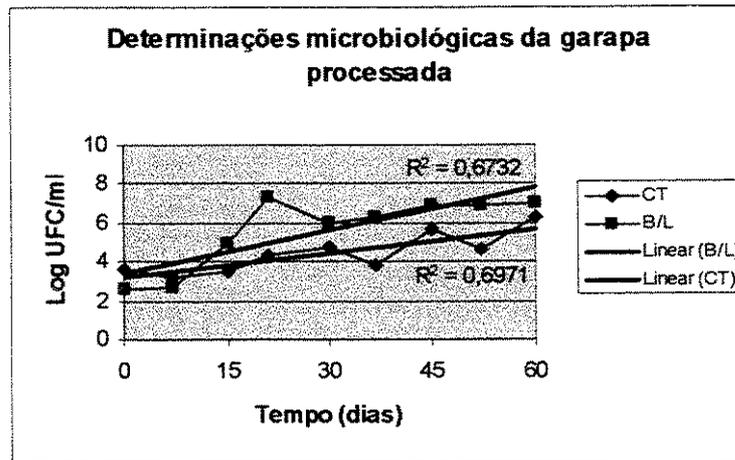


FIGURA 16. Log da Contagem Padrão e Contagem de Bolors e Leveduras em função do tempo de estocagem da garapa parcialmente clarificada-estabilizada.

A determinação de Coliformes Totais na garapa parcialmente clarificada-estabilizada indicou números menores que 0,03 NMP/ml de produto, resultado que se encontra dentro do padrão estabelecido pela resolução RDC nº 12 (BRASIL, 2001) para caldo de cana “in natura”, isolado ou em mistura, estabelecido como máximo de  $10^2$  NMP/ml de produto.

Já, as Contagens Padrão e de Bolors e Leveduras apresentaram carga máxima de microrganismos na ordem de  $10^6$  e  $10^7$  UFC/ml de produto, respectivamente, ao longo de 60 dias de armazenamento refrigerado, como pode ser observado na TABELA 32.

Considerando que a maior carga microbiana ocorreu para bolors e leveduras, este grupo de microrganismos foi usado como referência para definir o tempo de armazenamento para o produto em teste, usando como limite carga máxima de  $10^6$  UFC/ml de produto, atingido após 30 dias de armazenamento.

Nas contagens de bolors e leveduras observou-se predominância de colônias gomosas, grandes, de cor rosada, que foram isoladas por esgotamento no mesmo meio e identificadas como *Rhodotorula mucilaginosa*.

Esse microrganismo tem características de crescimento na faixa de 0,5 a 35°C, e como toda levedura é exigente em presença de altos níveis de açúcar

para se desenvolver, condições essas oferecidas pelo produto em teste tanto no aspecto refrigeração (4-6°C) quanto no teor de açúcar da garapa (cerca de 22°Brix) (PITT & HOCKING, 1999).

Já, a Contagem Padrão foi menor provavelmente pela composição do meio de cultura com baixo teor de açúcar o que dificultou o crescimento da *R. mucilaginosa* no ágar padrão, considerando que o microrganismo predominante foi a levedura. Outro aspecto que interferiu no crescimento deste microrganismo no ágar padrão foi a temperatura uma vez que a Contagem Padrão tem incubação a 35°C por 48h e a levedura em questão apresenta temperatura ótima para crescimento abaixo deste valor e provavelmente por um tempo maior de incubação.

### 3.2 Análise Sensorial

Os atributos cor, sabor e impressão global das amostras foram considerados os mais relevantes para a pesquisa, portanto consideraram-se apenas os seus resultados quanto à Análise de Regressão, durante o tempo de armazenamento, e Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

As FIGURAS 17 a 25, que ilustram a Análise de Regressão dos atributos cor, sabor e impressão global das três amostras analisadas, indicam que não houve correlação linear significativa a  $p \leq 0,05$  entre o tempo de armazenamento e os atributos sensoriais em questão, ou seja, não houve alteração da qualidade sensorial das três amostras durante 30 dias de estocagem refrigerada.

Essas afirmações estão de acordo com os resultados da análise estatística (Teste de Tukey) constantes nas TABELAS 33 a 35.

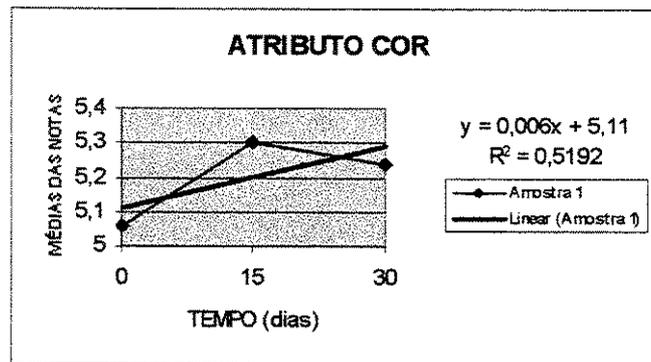


FIGURA 17. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 1 (50ppm) – Atributo Cor.

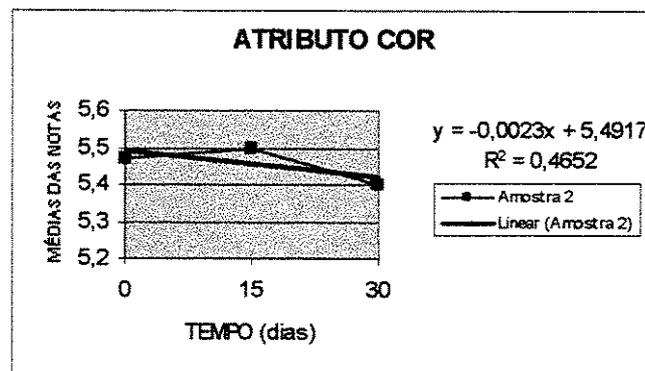


FIGURA 18. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 2 (125ppm) – Atributo Cor.

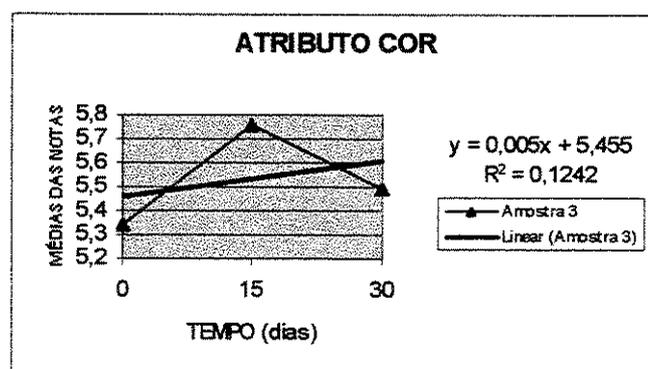


FIGURA 19. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 3 (200ppm) – Atributo Cor.

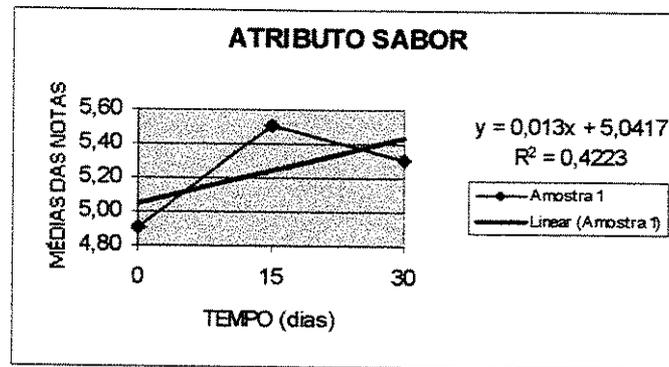


FIGURA 20. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 1 (50ppm) – Atributo Sabor.

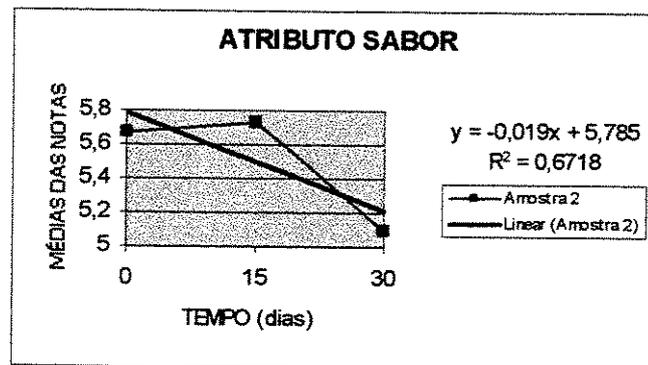


FIGURA 21. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 2 (125ppm) – Atributo Sabor.

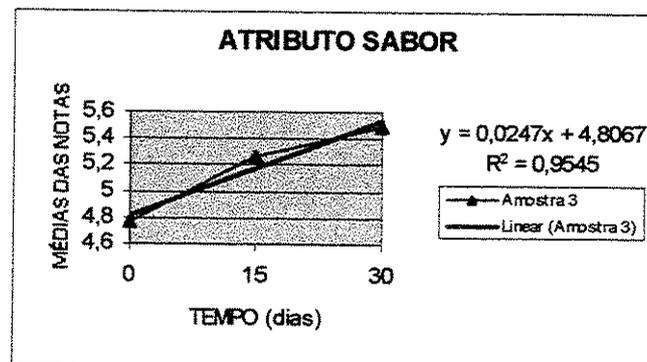


FIGURA 22. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 3 (200ppm) – Atributo Sabor.

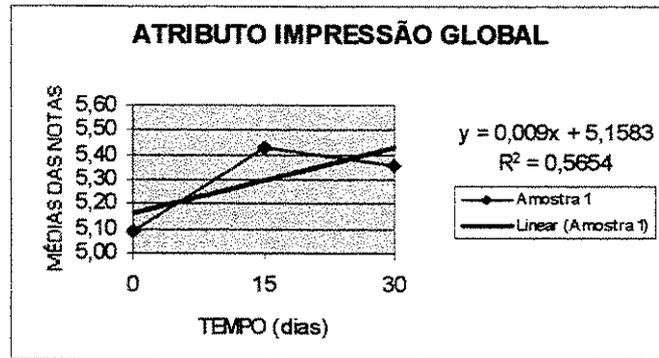


FIGURA 23. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 1 (50ppm) – Atributo Impressão Global.

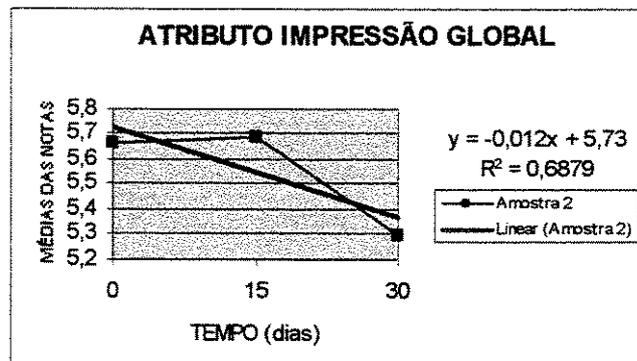


FIGURA 24. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 2 (125ppm) – Atributo Impressão Global.

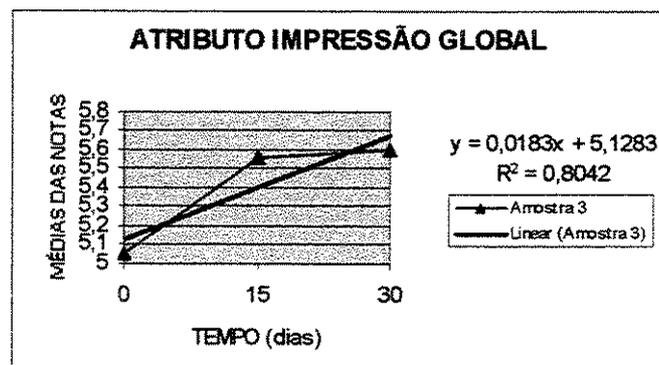


FIGURA 25. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 3 (200ppm) – Atributo Impressão Global.

### 3.2.1 Cor

A TABELA 33 mostra as médias das notas do atributo cor e a diferença estatística entre elas em cada tempo de estocagem. As amostras não diferiram entre si quanto ao atributo cor nos diferentes tempos de estocagem.

TABELA 33. Diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre as médias das notas das amostras quanto ao atributo cor nos diferentes tempos de armazenamento.

TEMPO (dias)	AMOSTRA	MÉDIA
0	2	5.47 <sup>a</sup>
	3	5.34 <sup>a</sup>
	1	5.06 <sup>a</sup>
15	3	5.76 <sup>a</sup>
	2	5.53 <sup>a</sup>
	1	5.30 <sup>a</sup>
30	3	5.49 <sup>a</sup>
	2	5.38 <sup>a</sup>
	1	5.24 <sup>a</sup>

OBS: Médias seguidas de mesma letra (em cada tempo de armazenamento), não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

### 3.2.2 Sabor

A TABELA 34 contém as médias das notas do atributo sabor e a diferença estatística entre elas nos diferentes tempos de estocagem. A diferença observada no tempo 0 é justificada pela equipe de provadores não treinados. Esta diferença não é relevante já que a Análise de Regressão indica que não há correlação linear significativa a  $p \leq 0,05$  entre os tempos e o sabor das amostras. Portanto as amostras não diferiram entre si quanto ao atributo sabor nos diferentes tempos de estocagem.

TABELA 34. Diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre as médias das notas das amostras quanto ao atributo sabor nos diferentes tempos de armazenamento.

TEMPO (dias)	AMOSTRA	MÉDIA
0	2	5.67 <sup>a</sup>
	1	4.91 <sup>b</sup>
	3	4.76 <sup>b</sup>
15	2	5.73 <sup>a</sup>
	1	5.49 <sup>a</sup>
	3	5.27 <sup>a</sup>
30	3	5.54 <sup>a</sup>
	1	5.26 <sup>a</sup>
	2	5.11 <sup>a</sup>

OBS: Médias seguidas de mesma letra (em cada tempo de armazenamento), não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

### 3.2.3 Impressão global

As médias das notas do atributo impressão global e a diferença estatística entre elas nos diferentes tempos de estocagem, constam na TABELA 35. Tais resultados também indicam que as amostras não diferiram entre si quanto ao atributo impressão global nos diferentes tempos de estocagem.

TABELA 35. Diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre as médias das notas das amostras quanto ao atributo impressão global nos diferentes tempos de armazenamento.

TEMPO (dias)	AMOSTRA	MÉDIA
0	2	5.66 <sup>a</sup>
	1	5.09 <sup>a</sup>
	3	5.05 <sup>a</sup>
15	2	5.69 <sup>a</sup>
	3	5.56 <sup>a</sup>
	1	5.43 <sup>a</sup>
30	3	5.58 <sup>a</sup>
	1	5.36 <sup>a</sup>
	2	5.30 <sup>a</sup>

OBS: Médias seguidas de mesma letra (em cada tempo de armazenamento), não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

### 3.3 Determinações físico-químicas

As TABELAS 36 a 44 ilustram os resultados encontrados nas determinações físico-químicas da garapa nos diferentes tempos de armazenamento e nas diferentes concentrações do antioxidante.

#### 3.3.1 pH

Os valores de pH entre as amostras não diferiram entre si em todos os tempos de armazenamento, com exceção feita ao tempo 30 (observar letras minúsculas em cada linha da TABELA 36). Isso revela que aos 30 dias de armazenamento as amostras sofreram uma mudança significativa em seu pH.

Avaliando-se os resultados de cada amostra individualmente, houve diferença significativa durante o tempo de armazenamento (observar letras maiúsculas dentro de cada coluna da mesma tabela), ou seja, os valores de pH para todas as amostras aumentaram até o final do período de estocagem, provavelmente devido à redução nos teores de ácido ascórbico (TABELA 44).

TABELA 36. Médias do pH (3 repetições) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.

TEMPO / TRATAMENTO (dias)	5,0mg/100ml (50ppm)	12,5mg/100ml (125ppm)	20,0mg/100ml (200ppm)
0	3,97 ± 0 <sup>aB</sup>	3,93 ± 0 <sup>aC</sup>	3,93 ± 0 <sup>aB</sup>
15	3,96 ± 0 <sup>aB</sup>	3,96 ± 0 <sup>aB</sup>	3,94 ± 0,006 <sup>bB</sup>
30	4,02 ± 0,006 <sup>aA</sup>	4,00 ± 0 <sup>bA</sup>	3,97 ± 0,006 <sup>cA</sup>

\* médias seguidas de mesma letra **minúscula**, dentro de cada **linha**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

\*\* médias seguidas de mesma letra **MAIÚSCULA**, dentro de cada **COLUNA**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

### 3.3.2 Teor de sólidos solúveis

Os teores de sólidos solúveis nas amostras não diferiram entre si em cada tempo de estocagem (observar letras minúsculas dentro de cada linha da TABELA 37). No entanto, analisando-se cada amostra individualmente, os valores diferiram entre si durante o tempo de armazenamento (observar letras maiúsculas dentro de cada coluna da referida tabela), e isto talvez tenha ocorrido pela falta de padronização do teor de sólidos solúveis da matéria-prima (caldo de cana).

TABELA 37. Médias do teor de sólidos solúveis (°Brix à 20°C) (3 repetições) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.

TEMPO / TRATAMENTO (dias)	5,0mg/100ml (50ppm)	12,5mg/100ml (125ppm)	20,0mg/100ml (200ppm)
0	23,0 ± 0,06 <sup>aA</sup>	23,0 ± 0,06 <sup>aC</sup>	23,0 ± 0,06 <sup>aA</sup>
15	23,2 ± 0,15 <sup>aB</sup>	23,2 ± 0,06 <sup>aB</sup>	22,8 ± 0,06 <sup>bB</sup>
30	23,3 ± 0 <sup>aB</sup>	23,5 ± 0 <sup>aA</sup>	23,1 ± 0 <sup>aA</sup>

\* médias seguidas de mesma letra **minúscula**, dentro de cada **linha**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

\*\* médias seguidas de mesma letra **MAIÚSCULA**, dentro de cada **COLUNA**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

### 3.3.3 Acidez Total Titulável

Os valores da acidez apresentaram certa variação entre as amostras (observar letras minúsculas dentro de cada linha da TABELA 38), o que poderia ser explicado pela falta de padronização da etapa de acidificação das mesmas.

Analisando-se cada amostra individualmente, ocorreram diferenças significativas entre os tempos de armazenamento (observar letras maiúsculas dentro de cada coluna da mesma tabela), ou seja, houve queda da acidez devido

à degradação do ácido ascórbico que é uns dos ácidos responsáveis pela acidez do produto. Este fato poderia ser esperado e confirmado pelo aumento nos valores do pH.

TABELA 38. Médias da acidez total titulável (%ácido cítrico) (3 repetições) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.

TEMPO / TRATAMENTO (dias)	5,0mg/100ml (50ppm)	12,5mg/100ml (125ppm)	20,0mg/100ml (200ppm)
0	0,230 ± 0 <sup>aA</sup>	0,218 ± 0,004 <sup>bA</sup>	0,230 ± 0 <sup>aA</sup>
15	0,237 ± 0,006 <sup>aA</sup>	0,218 ± 0,004 <sup>bA</sup>	0,211 ± 0,004 <sup>bB</sup>
30	0,186 ± 0 <sup>aB</sup>	0,205 ± 0 <sup>aB</sup>	0,198 ± 0 <sup>aB</sup>

\* médias seguidas de mesma letra **minúscula**, dentro de cada **linha**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

\*\* médias seguidas de mesma letra **MAIÚSCULA**, dentro de cada **COLUNA**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

### 3.3.4 Relação Brix/Acidez (“ratio”)

A relação Brix/acidez, isto é, o “ratio” não diferiu entre as amostras (observar letras minúsculas dentro de cada linha da TABELA 39), porém houve diferença entre os tempos de estocagem analisando-se cada amostra individualmente (observar letras maiúsculas dentro de cada coluna), ou seja, houve aumento do “ratio” do tempo 0 para o tempo 30, devido à queda na acidez, como conseqüência da redução no teor de ácido ascórbico.

TABELA 39. Médias da relação Brix/Acidez (“ratio”) (3 repetições) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.

TEMPO / TRATAMENTO (dias)	5,0mg/100ml (50ppm)	12,5mg/100ml (125ppm)	20,0mg/100ml (200ppm)
0	100,00 ± 0,25 <sup>aC</sup>	105,50 ± 2,16 <sup>aC</sup>	100,00 ± 0,25 <sup>aC</sup>
15	97,89 ± 2,3 <sup>bB</sup>	106,42 ± 2,18 <sup>bB</sup>	106,33 ± 1,88 <sup>aB</sup>
30	125,27 ± 0 <sup>aA</sup>	114,63 ± 0 <sup>aA</sup>	116,67 ± 0 <sup>aA</sup>

\* médias seguidas de mesma letra **minúscula**, dentro de cada **linha**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

\*\* médias seguidas de mesma letra **MAIÚSCULA**, dentro de cada **COLUNA**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

### 3.3.5 Turbidez

Considerando a turbidez das amostras, em cada tempo de estocagem, ocorreram algumas diferenças significativas entre elas (observar as letras minúsculas dentro de cada linha da TABELA 40). Já, através da análise de cada

amostra individualmente é possível notar que a turbidez da amostra 1 foi a única que não apresentou diferença durante o armazenamento (observar as letras maiúsculas dentro de cada coluna da referida tabela).

Essas diferenças talvez tenham ocorrido devido a falhas no processo de clarificação já que não existe um equipamento específico para tal operação, ou seja, por falta de padronização do processo.

TABELA 40. Médias da turbidez (%) (3 repetições) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.

TEMPO / TRATAMENTO (dias)	5,0mg/100ml (50ppm)	12,5mg/100ml (125ppm)	20,0mg/100ml (200ppm)
0	84,39 ± 0,13 <sup>aA</sup>	84,23 ± 0,13 <sup>aB</sup>	77,55 ± 0,12 <sup>bB</sup>
15	87,08 ± 0,07 <sup>bA</sup>	87,24 ± 0,04 <sup>aA</sup>	80,78 ± 0,05 <sup>cA</sup>
30	85,16 ± 0,09 <sup>aA</sup>	84,87 ± 0,08 <sup>bB</sup>	80,57 ± 0,03 <sup>cA</sup>

\* médias seguidas de mesma letra **minúscula**, dentro de cada **linha**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

\*\* médias seguidas de mesma letra **MAIÚSCULA**, dentro de cada **COLUNA**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

### 3.3.6 Luminosidade e cor

A FIGURA 26 e as tabelas a seguir, ilustram a luminosidade (L) e cor de cada amostra em cada tempo de armazenamento, em termos de a e b.

TABELA 41. Médias da cor-L (3 repetições) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.

TEMPO / TRATAMENTO (dias)	5,0mg/100ml (50ppm)	12,5mg/100ml (125ppm)	20,0mg/100ml (200ppm)
0	86,39 ± 0,13	85,14 ± 0,09	87,90 ± 0,03
15	85,88 ± 0,03	85,16 ± 0,01	88,31 ± 0,07
30	85,09 ± 0,12	84,87 ± 0,15	86,34 ± 0,08

TABELA 42. Médias da cor-a (3 repetições) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.

TEMPO / TRATAMENTO (dias)	5,0mg/100ml (50ppm)	12,5mg/100ml (125ppm)	20,0mg/100ml (200ppm)
0	0,87 ± 0,02	0,71 ± 0,015	0,96 ± 0,015
15	1,83 ± 0,01	1,32 ± 0,011	0,98 ± 0,01
30	2,44 ± 0,02	2,18 ± 0,02	1,90 ± 0,006

TABELA 43. Médias da cor-b (3 repetições) e respectivos desvios padrão, nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.

TEMPO / TRATAMENTO (dias)	5,0mg/100ml (50ppm)	12,5mg/100ml (125ppm)	20,0mg/100ml (200ppm)
0	29,44 ± 0,04	27,94 ± 0,06	30,36 ± 0,03
15	27,78 ± 0,01	26,64 ± 0,02	29,42 ± 0,01
30	26,28 ± 0,02	26,26 ± 0,04	28,00 ± 0,02

O valor  $L$  expressa a luminosidade (clareza) da amostra, e varia de 0 a 100. Quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra e quanto mais distante, mais escura. Em relação aos valores de  $a$ , se mais positivos a cor tende ao vermelho e se mais negativos, ao verde. E, valores de  $b$  mais positivos indicam maior intensidade de amarelo e mais negativos, maior intensidade de azul.

É possível observar que em todas as situações de tempo e tratamento, as amostras apresentaram praticamente a mesma cor amarelada e a mesma luminosidade que foi intensa (amostras claras).

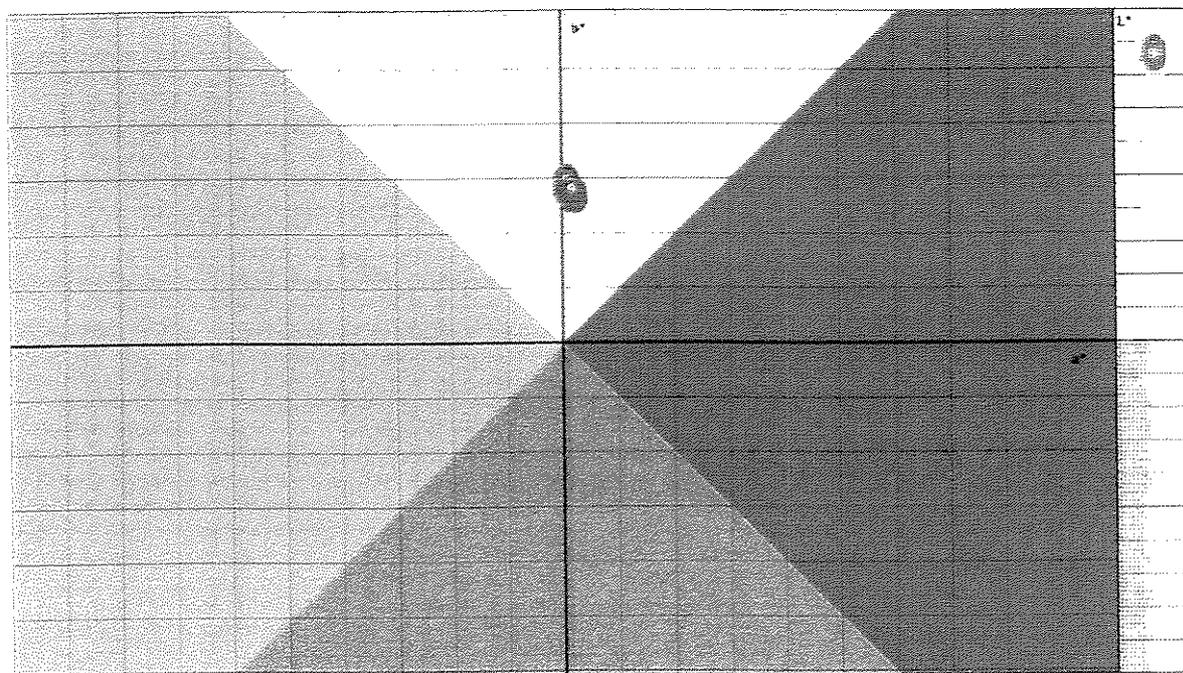


FIGURA 26. Luminosidade ( $L$ ) e cor das amostras, em termos de  $a$  e  $b$ , em todos os tempos de estocagem.

### 3.3.7 Teor de vitamina C

Os teores de vitamina C encontrados revelaram que as amostras diferiram entre si em todos os tempos de estocagem (observar as letras minúsculas dentro de cada linha da TABELA 44), o que já era esperado, pois diferentes teores de ácido ascórbico foram utilizados no estudo em questão.

Analisando-se cada amostra individualmente, observa-se que o teor de ácido ascórbico diferiu estatisticamente entre os períodos de estocagem (observar as letras maiúsculas dentro de cada coluna da tabela em questão). Este fato também já era previsto em decorrência da degradação da vitamina C durante o armazenamento.

TABELA 44. Médias dos teores de vitamina C (mg ác. asc./100ml amostra) nos diferentes tratamentos da garapa parcialmente clarificada-estabilizada em cada tempo de armazenamento.

TEMPO / TRATAMENTO (dias)	5,0mg/100ml (50ppm)	12,5mg/100ml (125ppm)	20,0mg/100ml (200ppm)
0	4,50 ± 0,23 <sup>bA</sup>	10,91 ± 0,23 <sup>aA</sup>	19,54 ± 0,22 <sup>aA</sup>
15	3,35 ± 0,23 <sup>cB</sup>	10,52 ± 0,24 <sup>bB</sup>	19,04 ± 0,24 <sup>aB</sup>
30	2,39 ± 0,24 <sup>cC</sup>	9,56 ± 0,24 <sup>bC</sup>	18,64 ± 0,23 <sup>aB</sup>

\* médias seguidas de mesma letra **minúscula**, dentro de cada **linha**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

\*\* médias seguidas de mesma letra **MAIÚSCULA**, dentro de cada **COLUNA**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

Para o tratamento 1, a perda total de vitamina C foi de 52,2% (de 5,0mg/100ml para 2,39mg/100ml). Após o processamento, a diminuição no teor de ácido ascórbico foi de 10% (de 5,0mg/100ml para 4,5mg/100ml). A perda deste elemento foi de 25,6% entre os tempos 0 e 15, e chegou a 28,7% entre os tempos 15 e 30 dias.

Para o tratamento 2, a perda total de vitamina C foi de 23,5% (passou de 12,5mg/100ml para 9,56mg/100ml). Após o processamento, a diminuição no teor de ácido ascórbico foi de 12,7% (passou de 12,5mg/100ml para 10,91mg/100ml). A perda deste elemento foi de 3,6% entre os tempos 0 e 15, e chegou a 9,1% entre os tempos 15 e 30 dias.

Para o tratamento 3, a perda total de vitamina C foi de 6,8% (de 20mg/100ml para 18,64mg/100ml). Após o processamento, a diminuição no teor de vitamina C foi de 2,3% (passou de 20mg/100ml para 19,54mg/100ml). Entre os tempos 0 e 15

houve decréscimo de 2,5% no valor deste constituinte, e entre os tempos 15 e 30 a queda chegou a 2,1%.

Vários pesquisadores também verificaram a redução nos teores de vitamina C em sucos de frutas processadas.

Achinewhu & Hart (1994) estudando o efeito do processamento sobre os teores de ácido ascórbico do suco de quatro variedades de abacaxi, determinaram para o suco pasteurizado (90°C/3min) perdas de 54 a 72% deste constituinte em relação ao suco fresco. Quando o suco pasteurizado foi estocado por 2 meses em garrafas plásticas à temperatura ambiente, as perdas variaram de 79 a 90% em relação ao suco recém extraído. Neste estudo, o principal fator responsável pela oxidação do ácido ascórbico a ácido dehidroascórbico foi a temperatura, tanto do processamento térmico quanto da estocagem.

Akinyele *et al.* (1990) estudaram o efeito da pasteurização sobre os teores de ácido ascórbico em suco de laranja pasteurizado a 66°C por 4 minutos. A perda foi de somente 3% após o tratamento térmico, e 40% após estocagem de três meses ao ambiente.

A vitamina C oxida rapidamente em solução aquosa por processos enzimático e não-enzimático, especialmente quando exposta ao ar, calor e à luz, sendo esta reação acelerada por íons metálicos ( $\text{Cu}^{++}$  e  $\text{Fe}^{++}$ ) (ARAÚJO, 1995).

A principal forma de perdas de vitamina C em produtos processados é basicamente devido a reações aeróbica e anaeróbica de natureza não-enzimática. Estudos demonstraram que em produtos de frutas com  $\text{pH} < 4,0$  o escurecimento não-enzimático ocorre principalmente devido à degradação do ácido ascórbico, cuja velocidade de ocorrência depende de fatores como concentração da vitamina, pH, conteúdo de oxigênio, temperatura de estocagem e processamento (OLIVA, 1995).

As condições aeróbicas são proporcionadas pela incorporação de ar durante as etapas de extração, filtração, mistura e enchimento de embalagens; na presença do oxigênio o ácido ascórbico é oxidado a ácido dehidroascórbico, sendo este hidrolisado e oxidado a ácido dicetogulônico e ácido oxálico; a

velocidade da oxidação aeróbica é dependente do pH sendo o meio alcalino o mais favorável (HENSHALL, 1981; ARAÚJO, 1995; OLIVA, 1995).

Como já citado anteriormente, a vitamina C facilmente se degrada pela ação do tratamento térmico, exposição à luz e presença de oxigênio; este último fator também colaborou de forma significativa para a queda no teor do ácido ascórbico durante o processamento já que a desaeração do produto não foi realizada por falta de equipamento apropriado.

Durante o armazenamento, a degradação enzimática do ácido ascórbico pela ação das enzimas citocromo oxidase, ácido ascórbico oxidase e peroxidase, é pouco provável que tenha ocorrido devido ao tratamento térmico a que o produto foi submetido, ou seja, as enzimas foram inativadas por ação do calor.

No decorrer da estocagem, a queda nos teores de vitamina C pode ser explicada também pela ação da luz, já que a embalagem era transparente.

As FIGURAS 27, 28 e 29 ilustram a análise de regressão da determinação do teor de ácido ascórbico para cada amostra durante o período de estocagem de 30 dias. É possível observar que as três amostras apresentam o mesmo comportamento.

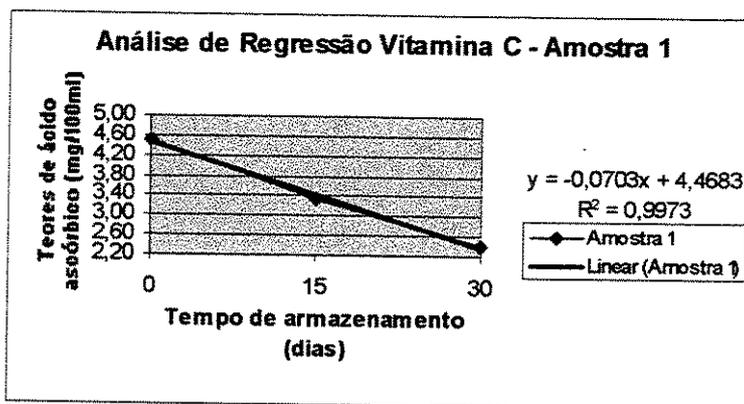


FIGURA 27. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 1 (50ppm).

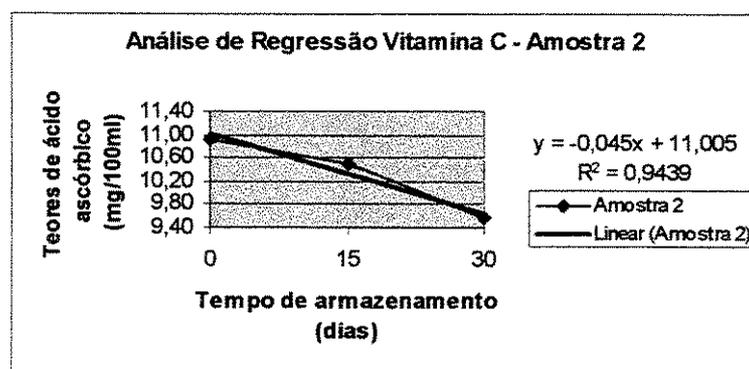


FIGURA 28. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 2 (125ppm).

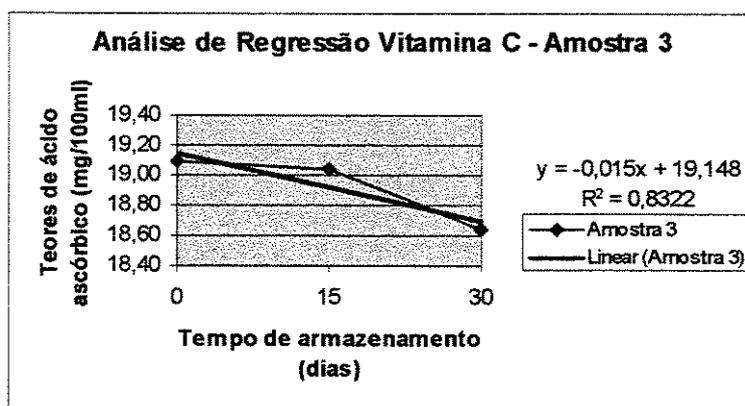


FIGURA 29. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para a amostra 3 (200ppm).

#### 4. CONCLUSÕES

O estudo das condições microbiológicas do produto indicou que o grupo de microrganismo predominante foi levedura do tipo *Rhodotorula mucilaginosa* e que o tempo de estocagem à temperatura de 4 - 6°C foi limitado a 30 dias pela carga desse microrganismo, ao limite de  $10^6$  UFC/ml de produto.

Apesar das Contagens Padrão e de Bolores e Leveduras encontrarem-se na ordem de  $10^3$  e  $10^6$ , respectivamente, aos 30 dias de estocagem, o produto não apresentou alterações organolépticas.

Durante todo o período de armazenamento as determinações de Coliformes Totais encontraram-se dentro do limite estabelecido pela legislação .

Em relação às determinações físico-químicas, a maioria das variações ocorridas, entre as amostras e entre os tempos de armazenamento, já eram esperadas.

Pelos resultados da análise sensorial, considerados os mais relevantes para a pesquisa, conclui-se em relação à Análise de Regressão, que não houve correlação entre os tempos de armazenamento e os atributos para todas as amostras, ou seja, as amostras mantiveram sua qualidade sensorial até os 30 dias de estocagem refrigerada.

O Teste de Tukey também mostrou essa mesma tendência, e apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre as amostras em relação aos atributos estudados nos diferentes tempos de estocagem, estabeleceu-se como o melhor, o tratamento 2 pois:

- a) observando as diferenças estatísticas entre as amostras, segundo o Teste de Aceitação (TABELAS 33 a 35), as notas atribuídas ao tratamento 2 freqüentemente estiveram em um nível intermediário ou mesmo acima das notas das demais amostras;
- b) como se trata de um nível intermediário de ácido ascórbico o produto final seria menos oneroso do que estabelecer-se o tratamento 3 como o melhor.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ABIA (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS INDÚSTRIAS DA ALIMENTAÇÃO). **Compêndio da Legislação de Alimentos – Consolidação das Normas e Padrões de Alimentos** (Atos do Ministério da Saúde). v.1. cap.3: Aditivos. 2001.
- 2) ABREU, L.E.V.; SCHMITZ, C.M. Teor de ácido ascórbico em alimentos de origem vegetal. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.1, n.4, p.69-71, 1971.
- 3) ACHINEWHU, S.C.; HART, A.D. Effect of processing and storage on the ascorbic acid (vitamin C) content of some pineapple varieties grown in the Rivers State of Nigeria. **Plant Foods for Human Nutrition**, n.46, p.335-337, 1994.
- 4) AKINYELE, I.O.; KESHINRO, O.O.; AKINNAWO, O.O. Nutrient losses during and after processing of pineapples and oranges. **Food Chemistry**, n.37, p.181-188, 1990.
- 5) ALVES, R.M.V.; GARCIA, E.E.C. Embalagem para sucos de frutas. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**. v.23, n.2, p.105-122, jul./dez. 1993.
- 6) ARAÚJO, J.M.A. **Conservadores Químicos**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1993. 16p. (Manual Técnico, n.269)
- 7) ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos – teoria e prática**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 335p.
- 8) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 12.ed. Washington, 1984. p.844-845.
- 9) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 16ed. v. II, cap.37, 1997: Fruits and fruit products.
- 10) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 16ed. v. II, cap.42, 1997: Vegetable products, processed.

- 11) BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados.** 1990. 159p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1990.
- 12) BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, 2 jan. 2001. **Diário Oficial**, Brasília, 2001. Seção I, alínea 17i.
- 13) CORRÊA NETO, R.S. **Processamento de suco de laranja pasteurizado em garrafas de polietileno tereftalato (PET).** 1998. 93p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1998.
- 14) EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos.** 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1994. 652p.
- 15) FENNEMA, O.R. **Principles of Food Science – Part II: Physical principles of food preservation.** New York: Marcel Dekker, 1975.
- 16) FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A. de; PETTINELLI, M.L.C.V. *et al.* **Análise Sensorial Testes Discriminativos e Afetivos.** 1.ed. Campinas: SBCTA, 2000. 127p. (Manual – Série Qualidade)
- 17) FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos.** São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.
- 18) GAVA, A.J. Emprego de conservadores químicos em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.13, n.3, p.183-194, jul./set. 1984.
- 19) GRAUMLICH, T.R.; MARCY, J.E.; ADAMS, J.P. Aseptically packaged orange juice and concentrate: a review of the influence of processing and packaging conditions on quality. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.34, n.3, p. 402-405, 1986.
- 20) HENSHALL, J.D. Ascorbic acid in fruit juices and beverages. In: COUNSELL, J.N.; HORNIG, D.H. **Vitamin C – ascorbic acid.** 1.ed. London: Applied Science Publishers, 1981. cap.8, p.123-137.
- 21) LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de sucos e produtos ácidos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n.33, p.9-42, mar 1973.

- 22) LUCK, E. **Conservacion Quimica de los Alimentos**. Zaragoza: Acribia, 1981. 243p.
- 23) MARTIN, J.J.; SOLANES, E.; BOTA, E.; SANCHO, J. Evolucion quimica y organoleptica del zumo de naranja pasterizado. **Alimentaria**, p.59-63, abr 1995.
- 24) MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: CRC Press, 1987. 281p.
- 25) OLIVA, P.B. **Estudo do armazenamento da acerola in natura e estabilidade do néctar de acerola**. 1995. 103p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1995.
- 26) PITT, J.I.; HOCKING, A.D. **Fungi and Food Spoilage**. Gaithersburg: Aspen Publication, 1999. cap.10, p.439-468: yeasts.
- 27) PRATI, P.; MORETTI, R.H. Desenvolvimento de processo para clarificação de caldo de cana para consumo. **Anais - XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Porto Alegre, 2002.
- 28) ROCHE. **O emprego do ácido ascórbico (vitamina C) na indústria de alimentos**. Roche/Serviço de informação, s.d. 19p. (encontrado no CIAL/ITAL)
- 29) SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 1993.
- 30) SHAW, P.E.; MOSHONAS, M.G. Ascorbic acid retention in orange juice stored under simulated consumer home conditions. **Journal of Food Science**, v.56, n.3, p.867-868, 1991.
- 31) SIMÃO, A.M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. 2.ed. São Paulo: Nobel, 1985. 274p.
- 32) SILVA, C.A.B.; GAVA, A.J.; ROBBS, P.G. Estudo preliminar da conservação de suco de maracujá integral por meios químicos. **Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, n.29, p.39-41, set. 1974.
- 33) SOCCOL, C.R.; SCHWAB, A.; KATAOKA, C.E. Avaliação microbiológica do caldo de cana (garapa) na cidade de Curitiba. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, v.8, n.2, p.116-125, jul./dez. 1990.
- 34) STATISTICA FOR WINDOWS. Copyright® StaSoft. Inc., Tulsa. Version 5.0. 1995.

- 35) STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. New York: Academic Press, 1993. 338p.
- 36) TOCCHINI, R.P. **Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na qualidade do suco concentrado de laranja pasteurizado embalado assepticamente em Tetra-Brik**. 1985. 51p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”/USP, Piracicaba, 1985.
- 37) VANDERSANT, C.; SPLITSTOESSER, F.O. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: American Health Association (APHA), 1992. 1219p.
- 38) VICENTE, A.M.; CENZANO, I.; VICENTE, J.M. **Manual das indústrias dos alimentos**. São Paulo: Varela, 1996. cap.2, p.43-69: os aditivos na preparação e conservação dos alimentos.
- 39) YUSOF, S.; SHIAN, L.S.; OSMAN, A. Changes in quality of sugar-cane juice upon delayed extration and storage. **Food Chemistry**, v.68, p.395-401, 2000.

## CAPÍTULO 4

***ELABORAÇÃO DE BEBIDA COMPOSTA PELA MISTURA DE GARAPA  
PARCIALMENTE CLARIFICADA-ESTABILIZADA E SUCOS DE FRUTAS  
ÁCIDAS***

**ARTIGO A SER SUBMETIDO À PUBLICAÇÃO NA REVISTA:  
CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS**

## RESUMO

O Brasil é grande produtor e consumidor de sucos de frutas, além de ser o maior produtor mundial de cana-de-açúcar. O caldo de cana, também conhecido popularmente como garapa, é uma bebida de grande aceitação pelo consumidor brasileiro, e nos vendedores ambulantes é comercializada em misturas com sucos de frutas ácidas. O trabalho teve como objetivo avaliar físico-química e sensorialmente as misturas de garapa parcialmente clarificada-estabilizada com sucos de limão, abacaxi e maracujá, e posteriormente eleger a melhor bebida do ponto de vista sensorial. Adicionou-se às misturas antioxidante, conservador e espessante, em concentrações estabelecidas em estudos anteriores. Os produtos foram pasteurizados, embalados em garrafas PET, resfriados e armazenados sob refrigeração. Foram realizados Testes de Aceitação e de Intenção de Compra. As outras determinações foram pH, sólidos solúveis, acidez, relação Brix/Acidez ("ratio"), teor de ácido ascórbico, cor e turbidez, e análises microbiológicas (Contagem Padrão, Contagem de Bolores e Leveduras, Coliformes Totais e Fecais). Os resultados das análises sensoriais indicaram que a melhor mistura foi aquela elaborada com garapa parcialmente clarificada-estabilizada e 5% de suco de maracujá, além da mistura que continha 10% de suco de abacaxi. No entanto, pelo Teste de Intenção de Compra a maioria dos consumidores afirmaram que "possivelmente compraria" todas as misturas avaliadas. Todos os produtos apresentaram boa retenção nos níveis de vitamina C após o tratamento térmico. As análises microbiológicas indicaram que todas as misturas apresentaram condições adequadas para consumo.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, sucos de frutas, análise sensorial.

## SUMMARY

Brazil is a great producer and consumer of fruit juices, in addition to being the World's largest producer of sugar cane. Sugar cane juice, popularly known as *garapa*, is a beverage highly appreciated by the Brazilian population and the street vendors usually sell it in mixtures with acid fruit juices. The objective of this study was the sensory and physical-chemical evaluation of partially clarified-stabilized sugar cane juice in mixtures with lemon, pineapple and passion fruit juices, aimed at choosing the most appreciated beverage from the sensory point of view. Anti-oxidant, preservative and thickener were added to the mixtures in pre-established concentrations, the formulated products being pasteurized, bottled in PET, cooled and stored under refrigeration. The sensory analyses were those of acceptance and intention to buy and the remaining determinations carried out were pH, soluble solids, acidity, "ratio", ascorbic acid content, color, turbidity and microbiological analyses (standard count, yeast and mold count, total and fecal coliforms). It was concluded from the sensory analyses that the best mixture was that formulated with clarified sugar cane juice and 5% passion fruit juice, followed by that containing 10% pineapple juice. However in the intention to buy test, the majority of the consumers affirmed that they would "possibly buy" all the mixtures evaluated. From the vitamin C results, it was concluded that all products showed a good retention of this constituent after the heat process. All the mixtures were in good microbiological condition for consumption.

**Keywords:** sugar cane, fruit juices, sensory evaluation.

## 1. INTRODUÇÃO

A adição de sucos ácidos ao caldo de cana (como já é comercializado nos “garapeiros”) tem a intenção de melhorar sensorialmente a bebida, pois confere ao produto um sabor “resfrescante” muito agradável ao paladar, já que promove uma mudança na relação Brix/Acidez (“ratio”) do mesmo. Sucos de frutas ácidas como limão Tahiti, abacaxi Havai e atualmente maracujá-amarelo têm sido utilizados.

O Brasil é grande produtor e consumidor de sucos de frutas, sendo indicado como o maior exportador do produto e responsável por cerca de 22% do comércio mundial. O crescimento da produção industrial está ocorrendo principalmente devido ao surgimento de produtos que têm o suco como ingrediente secundário, ou seja, sorvetes, iogurtes, alimentos infantis etc.

Normalmente, os sucos de frutas “in natura” possuem enzimas pécticas cuja ação é indesejável pelas características que conferem ao produto final. As enzimas que atuam sobre as substâncias pécticas podem ser divididas em dois grupos: desmetoxilantes (pectinametilesterases ou PME, que desdobram as pectinas em ácido péctico e metanol) e despolimerizantes (enzimas que hidrolisam as ligações  $\alpha$ -1,4 dos ácidos poligalacturônicos). Dentre estas enzimas a mais importante é a poligalacturonase ou PG (despolimerizante), principalmente em produtos ácidos, por apresentar uma atividade ótima em pH 4,5 e por ser a mais resistente ao tratamento térmico. No entanto, a PG depende essencialmente da ação da PME, que fornece seu principal substrato, o ácido péctico, a partir da pectina natural da fruta (IADEROZA & DRAETTA, 1991).

A PME é encontrada com muita freqüência em frutas capazes de fornecer sucos (laranja, abacaxi, maracujá) e neste caso, sua inativação é desejada porque ao desdobrar as pectinas em ácidos pécticos e pectínicos (substâncias menos solúveis) ocorre perda de viscosidade com conseqüente separação das fases do suco, além de favorecer também a ação da PG. Este é um problema comum em sucos não clarificados que contêm a enzima, pois o suco turvo pode, com o tempo de armazenamento, apresentar separação de fases pela ação da enzima sobre a pectina (IADEROZA & DRAETTA, 1991).

A atividade das enzimas péclicas prejudica a aparência do produto, especialmente se este apresenta-se em embalagem transparente. Para evitar essa ação enzimática, normalmente se usa o calor; no entanto, o tratamento térmico deve ser adequado de forma que inative a enzima sem conferir ao suco um sabor cozido e sem causar perda do sabor original (AMSTALDEN, 1992).

A inativação da pectinesterase é dependente tanto do teor de polpa do suco como do pH do mesmo. Estudos realizados com suco de laranja mostraram que quanto menor o teor de polpa suspensa, menor é o tempo de retenção no tratamento térmico, e quanto menor o pH, menor é a temperatura empregada no mesmo.

Caso o calor aplicado não seja suficiente para promover a inativação enzimática, é possível também adicionar ao produto final, agentes espessantes/estabilizantes, que têm a finalidade de favorecer e assegurar as características físicas das emulsões e suspensões, sendo empregados em pequenas proporções na faixa de 0,05 a 0,5% (LORENA & FERREIRA, 1989; EVANGELISTA, 1994).

O objetivo do presente trabalho foi estudar as características microbiológicas, físicas, químicas e sensoriais de misturas de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas como limão, abacaxi e maracujá, e posteriormente estabelecer qual a melhor mistura sob o ponto de vista sensorial.

Estas misturas foram adicionadas de antioxidante, conservador e espessante, sendo então pasteurizadas, acondicionadas em garrafas PET e armazenadas sob refrigeração.

Devido ao aparecimento de pequenas agroindústrias no mercado a obtenção de novos produtos seria uma forma de estimular o desenvolvimento de tais micro-empresas, e também a instalação de novas indústrias relacionadas ao setor de bebidas.

### **1.1 Suco de limão**

Atualmente, a variedade de limão mais utilizada para processamento de suco é o limão Tahiti, colhido no estágio verde. O ácido cítrico é o predominante nesta

variedade, com teor superior a 60%, seguido do ácido málico (3%) e em menores proporções ácido oxálico e succínico; a acidez total titulável situa-se entre 4,9 e 7,6%. Os frutos cítricos são importantes fontes de vitamina C sendo a casca do limão, especialmente mais rica em ácido ascórbico que o seu suco (SILVA, 1993).

Em 2000, o Brasil produziu 742.606 t de limão, destacando-se como maiores produtoras as regiões Sudeste e Nordeste. Os cinco maiores estados produtores nacionais de limão podem ser observados no QUADRO 2.

QUADRO 2. Maiores produtores de limão no Brasil (em 2000).

Estado	Produção em toneladas
São Paulo	609.066
Rio de Janeiro	26.660
Bahia	21.528
Rio Grande do Sul	17.497
Espírito Santo	10.758

Fonte: AGRIANUAL, 2003.

Os valores de pH, °Brix, acidez e vitamina C em limões Tahiti colhidos no estágio verde para comercialização, constam na TABELA 45.

TABELA 45. Valores médios de pH, °Brix, acidez e vitamina C de limões Tahiti.

Determinações	Valore médios $\pm$ desvio padrão
pH	2,22 $\pm$ 0,02
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	7,0 $\pm$ 0,18
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	5,21 $\pm$ 0,07
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	46,47 $\pm$ 0,90

Fonte: SILVA, 1993.

O suco de limão é considerado um versátil ingrediente que preserva o sabor, retarda a decomposição, evita a descoloração, ajusta a acidez, prolonga a vida do produto em prateleira, estabiliza emulsões, melhora a consistência e controla o crescimento de bactérias (GALLAGHER, 1963).

Este suco possui um balanço natural dos quatro componentes do paladar (doce, azedo, salgado e amargo), e como resultado disto, se adequa bem a qualquer alimento para produzir o sabor de um prato agradável e bem balanceado. Adicionado a sucos de baixa acidez, elimina o que se poderia chamar de “gosto pesado” ou “exagerado”. O suco de limão simples possui pH entre 2,6 e 4,35 (UBOLDI EIROA, 1989).

As combinações dos diversos constituintes, tais como açúcares, ácidos, sais minerais, amino ácidos, e protopectinas revelam o sabor e fornecem ao suco propriedade antioxidante até 100 vezes mais eficaz que os ácidos ascórbico e cítrico. De modo diferente dos antioxidantes fortes que tendem a produzir reações secundárias indesejáveis, o suco de limão preserva de maneira suave e efetiva o frescor natural de um produto durante seu processamento (GALLAGHER, 1963).

Devido à ação anti-descolorante do limão, o mesmo consegue manter a cor viva natural de vegetais, como batatas e frutas descascadas (maçãs, pêssegos), por exemplo, que estão sujeitas a se tornarem marrons devido a um efeito oxidativo após o tratamento a quente ou mesmo devido à exposição direta ao ar.

Alguns tratamentos de vários produtos alimentícios podem ser observados na TABELA 46.

TABELA 46. Uso de suco de limão em alguns produtos alimentícios.

PRODUTO	EFEITO	TRATAMENTO
Alimentos para crianças (baby foods)	Melhora o sabor e ajusta a acidez	520-650cm <sup>3</sup> de suco concentrado/100kg de produto. Ajustar acidez para 4,0 para a maioria das frutas
Frutas de baixa acidez	Melhora o sabor e a consistência, encurta o tempo de processamento	260-390cm <sup>3</sup> de suco concentrado/100kg de produto
Salada de frutas	Melhora cor e sabor, ajusta a acidez	15% de suco não concentrado ou 27cm <sup>3</sup> de suco concentrado /litro de caldo
Frutas, legumes e carnes em gelatina	Acidula	Suficiente para reduzir o pH para 3,3-3,7
Vegetais enlatados (cebolas, cogumelos etc.)	Ajusta a acidez	Suficiente para ajustar o pH desejado

Fonte: GALLAGHER, 1963.

## 1.2 Suco de abacaxi

O abacaxi é originário de uma região de divisa entre o Brasil (São Paulo, Paraná, Mato Grosso e Goiás) e o norte do Paraguai e Argentina. É uma fruta muito apreciada nas principais regiões do mundo devido às suas características exóticas e alto valor nutritivo. Grande parte da produção mundial (cerca de 70%) se destina à industrialização na forma de compotas, sucos e outros produtos (MONTENEGRO & CANTARELLI, 1990).

A produção brasileira de abacaxi até agosto de 2002 chegou a 3.030.369 t, sendo o Sudeste e o Nordeste as regiões produtoras mais importantes. Os cinco maiores estados produtores nacionais de abacaxi podem ser observados no QUADRO 3.

QUADRO 3. Maiores produtores de abacaxi no Brasil (até agosto de 2002).

Estado	Produção em toneladas
Minas Gerais	927.000
Paraíba	481.972
Bahia	216.907
Rio Grande do Norte	169.085
São Paulo	162.800

Fonte: AGRIANUAL, 2003.

A principal utilização nacional do abacaxi tem sido na forma de sucos, compotas e geléias, sendo que 90% de sua industrialização no país estão concentrados na produção de sucos e compotas por grandes empresas como Maguary, Cica, Etti e Vega (SAVITCI *et al.*, 1995).

No Brasil, apesar da existência de numerosas variedades em todo o território, apenas duas são de valor comercial e cultivadas extensivamente: Smooth Cayenne ou Havai, e Pérola ou Pernambuco ou Branco de Pernambuco (MONTENEGRO & CANTARELLI, 1990). A variedade Pérola produz frutos doces e é a preferida nacionalmente para a produção de sucos, sendo cultivada no Nordeste (Ceará e Paraíba), Minas Gerais e Bahia.

De acordo com Tocchini *et al.* (1995), a variedade Smooth Cayenne ou Havai é a mais utilizada e tem a preferência para processamento no mercado internacional, por apresentar melhor formato (cilíndrico), o que facilita a produção de rodela para enlatado, além de melhor cor (amarelo-pálido) e acidez. Esta variedade foi introduzida no Brasil na região de Registro, interior de São Paulo, sendo atualmente cultivada, também na Paraíba, Minas Gerais e Espírito Santo. Devido à elevada acidez é a mais utilizada para misturas com outros sucos como a garapa, por exemplo, proporcionando melhor relação Brix/Acidez ("ratio").

As formas de comercialização do suco de abacaxi são: suco concentrado congelado (adoçado ou não), suco integral conservado quimicamente ou pasteurizado e néctares (TOCCHINI *et al.*, 1995).

A TABELA 47 apresenta os valores de °Brix, acidez e relação Brix/Acidez ("ratio") de frutos de abacaxi. A composição química de alguns tipos de suco de abacaxi pode ser observada na TABELA 48. O menor teor de ácido ascórbico encontrado no suco pasteurizado pode ser facilmente explicado pelo tratamento térmico.

TABELA 47. Valores médios de °Brix, acidez e relação Brix/Acidez ("ratio") de frutos de abacaxi amadurecidos no verão e no inverno (variedade não definida pela fonte bibliográfica).

Determinações	Frutos amadurecidos no verão	Frutos amadurecidos no inverno
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	18,7	13,1
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,75	1,75
Relação Brix/Acidez ("ratio")	26,3	7,50

Fonte: MONTENEGRO & CANTARELLI, 1990.

TABELA 48. Análises físico-químicas do suco de abacaxi natural (A), pasteurizado embalado assepticamente (B) e preservado quimicamente (C), obtidas no tempo zero de armazenamento.

Determinações	A	B	C
pH	3,60	3,60	3,60
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	13,50	13,20	13,50
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,60	0,58	0,60
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	10,0	8,70	10,0

Fonte: TOCCHINI *et al.*, 1995.

Abreu & Schmitz (1971) citam que o teor de ácido ascórbico em abacaxi é 28,0 mg/100g de fruta. Uboldi Eiroa (1989) cita que o pH do suco de abacaxi simples fica entre 3,1 e 4,0.

### 1.3 Suco de maracujá

O maracujá também tem seu valor baseado nas qualidades sensoriais (sabor e aroma intensos e elevada acidez), constituindo uma fruta interessante para a fabricação de bebidas à base de sucos de frutas. As principais espécies comerciais são boas fontes de niacina, riboflavina e vitaminas A e C (MEDINA *et al.*, 1980; GARRUTI, 1989).

O Brasil produziu em 2000, 968.942 t de maracujá, sendo as maiores produtoras as regiões Nordeste e Sudeste. Os cinco maiores estados produtores nacionais de maracujá podem ser observados no QUADRO 4.

QUADRO 4. Maiores produtores de maracujá no Brasil (em 2000).

Estado	Produção em toneladas
Bahia	225.672
São Paulo	219.084
Pernambuco	104.265
Minas Gerais	97.820
Ceará	68.796

Fonte: AGRIANUAL, 2003.

As frutas frescas não são consumidas “in natura”, devido à elevada acidez e sabor concentrados. No entanto, são exatamente estas características que tomam o maracujá muito apreciado para o processamento de bebidas mistas.

O suco de maracujá pode ser comercializado como refresco pronto para consumo (diluído e adicionado de açúcar) ou como suco integral concentrado, congelado ou ao natural. O suco integral pode ser consumido puro ou em misturas de outros sucos de frutas, néctar, na preparação de glacês, sorvetes, iogurtes, produtos de confeitaria etc. No Brasil a preferência de consumo é como suco puro, sendo que nos EUA utiliza-se mais em misturas com outros sucos (MEDINA *et al.*, 1980; GARRUTI, 1989).

As principais indústrias de beneficiamento do suco localizam-se no Nordeste do Brasil, destacando-se os estados do Ceará, Paraíba, Alagoas, Bahia e Rio Grande do Norte (GARRUTI, 1989).

A composição química do maracujá, assim como ocorre com qualquer outra cultura, varia em função de fatores como espécie, época de colheita, estágio de maturação, solo e clima da região de cultivo etc.

A TABELA 49 apresenta a composição físico-química do suco de maracujá-amarelo e a TABELA 50 apresenta a composição de sucos comerciais de maracujá integral.

O principal ácido do maracujá é o ácido cítrico que constitui 93-96% da acidez total, além do ácido málico, responsável por 4 a 7% (MEDINA *et al.*, 1980).

Medina *et al.* (1980) afirmam que os frutos do maracujazeiro são climatéricos e de difícil conservação, o que justifica o processamento imediato dos mesmos após a colheita. O suco extraído recebe um tratamento térmico que visa inativar enzimas e eliminar os microrganismos causadores de deterioração (leveduras, bolores e bactérias). O suco de maracujá é considerado um meio muito seletivo

por possuir teor razoável de açúcar (7 a 13%), Recomenda-se aplicar nesta operação temperaturas superiores a 85°C.

TABELA 49. Composição físico-química do suco de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) em duas diferentes regiões.

Determinações	Havaí	Índia
pH	-----	2,82
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	15,06	18,5
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	-----	6,0
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	20	12,6
Teor de vitamina A (µg/100ml)	2410	-----

Fonte: MEDINA *et al.*, 1980.

TABELA 50. Composição físico-química de sucos comerciais de maracujá-amarelo integrais.

Determinações	Marca A	Marca B	Marca C
pH	3,18	3,10	3,25
Teor de sólidos solúveis (°Brix)	12,8	9,74	9,02
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	1,53	4,17	2,08
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	9,20	20,3	13,2

Fonte: GARRUTI, 1989.

#### 1.4 Análise Sensorial

A avaliação sensorial dos alimentos é uma função primária do homem, através da qual ele aceita ou rejeita os alimentos e bebidas de acordo com a sensação que experimenta ao analisá-los (COSTEL & DURAN, 1982).

Os métodos sensoriais são baseados em respostas aos estímulos, os quais são levados por impulsos nervosos ao cérebro, e interpretados em sensações.

As avaliações sensoriais iniciam dentro das indústrias, nos departamentos de produção controle e marketing, sempre visando desenvolver, manter e conquistar mercados de consumidores. Diversos tipos de testes sensoriais são aplicados para atingir essas metas, denotando a importância da avaliação humana dos produtos a que elas se destinam (FERREIRA *et al.*, 2000).

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 MATERIAL

#### 2.1.1 Matéria-prima

Utilizou-se caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) da variedade RB72-454, empregada para comercialização de garapa na região de Piracicaba. O caldo foi extraído em moenda elétrica (Modelo STN-30 / 270 rpm) na Planta Piloto do Setor de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP.

Os sucos naturais de limão Tahiti (*Citrus latifolia* Tanaka), abacaxi Havai (*Ananas comosus* Cayenne) e maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) utilizados, foram extraídos manualmente no Laboratório de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA/UNICAMP.

As proporções de cada suco foram testadas em ensaios preliminares, tomando-se como critérios as quantidades que normalmente são adicionadas à garapa comercializada pelos vendedores ambulantes. Foram consideradas como melhores as concentrações de: 7,5% de suco de limão (7,5ml de suco de limão / 100ml de garapa); 10% de suco de abacaxi (10ml de suco de abacaxi / 100ml de garapa); 5% de suco de maracujá (5ml de suco de maracujá / 100ml de garapa).

#### 2.1.2 Outros materiais

O policloreto de alumínio (PAC) do tipo "Panclar P-1010" foi o único agente químico de clarificação empregado no processo parcial de clarificação-estabilização do caldo, na concentração de 60ppm.

O ácido ascórbico foi utilizado como antioxidante, pois se trata de um antioxidante natural. A concentração de 125ppm foi estabelecida por Prati *et al.* (2002). Como conservador foi empregado o parabeno, pelas vantagens que apresenta (LEITÃO, 1973; GAVA, 1984; FRANCO & LANDGRAF, 1996) e em concentração também previamente estabelecida (40ppm).

No caso da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de sucos de limão, abacaxi e maracujá, apesar das misturas serem submetidas ao tratamento térmico de pasteurização, foi também adicionado espessante de forma a evitar a separação de fases no produto final, por possível atividade de enzimas pécnicas presentes nos sucos. Em testes preliminares determinou-se como melhor agente espessante a Pectina Genu tipo 106 na proporção de 0,05% (0,05g da pectina / 100ml da mistura).

As embalagens utilizadas foram do tipo PET (polietileno tereftalato) de capacidade de 500ml, incolores e transparentes, fornecidas gentilmente pela empresa Braspet localizada no município de Louveira, região de Campinas.

## 2.2 MÉTODOS

### 2.2.1 Matéria-prima

Os colmos tiveram a casca removida manualmente com faca, sendo sanitizados posteriormente com solução contendo 10ppm de Cloro Ativo; após 10 minutos de contato com a solução sanificante, o material foi enxaguado em água corrente potável. Da mesma forma procedeu-se a sanitização da moenda empregada nesta operação.

O caldo extraído foi parcialmente clarificado-estabilizado de acordo com procedimento estabelecido por Prati & Moretti (2002): aquecimento em banho-maria (65°C/50min), alcalinização com  $\text{Ca(OH)}_2$  até pH 8,0, adição de 60ppm de policloreto de alumínio, decantação por 45 minutos, separação do sobrenadante com uso de bomba de vácuo (Modelo TE-058).

Os sucos naturais foram caracterizados físico-quimicamente, anteriormente ao processamento, conforme descrito a seguir:

- a) pH: segundo metodologia da A.O.A.C. (n.42.1.04, 1997);
- b) teor de sólidos solúveis (°Brix): segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.15, 1997);
- c) acidez total titulável ou ATT (% ácido cítrico): segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.37, 1997);

- d) relação Brix/Acidez ("ratio"): obtida dividindo-se o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) pelo valor da acidez total titulável (%);
- e) teor de ácido ascórbico: segundo metodologia da A.O.A.C. (1984) n.43046, modificada por Benassi (1990);
- f) atividade da pectinesterase: segundo metodologia descrita por Kimball (1991).

### **2.2.2 Produto processado**

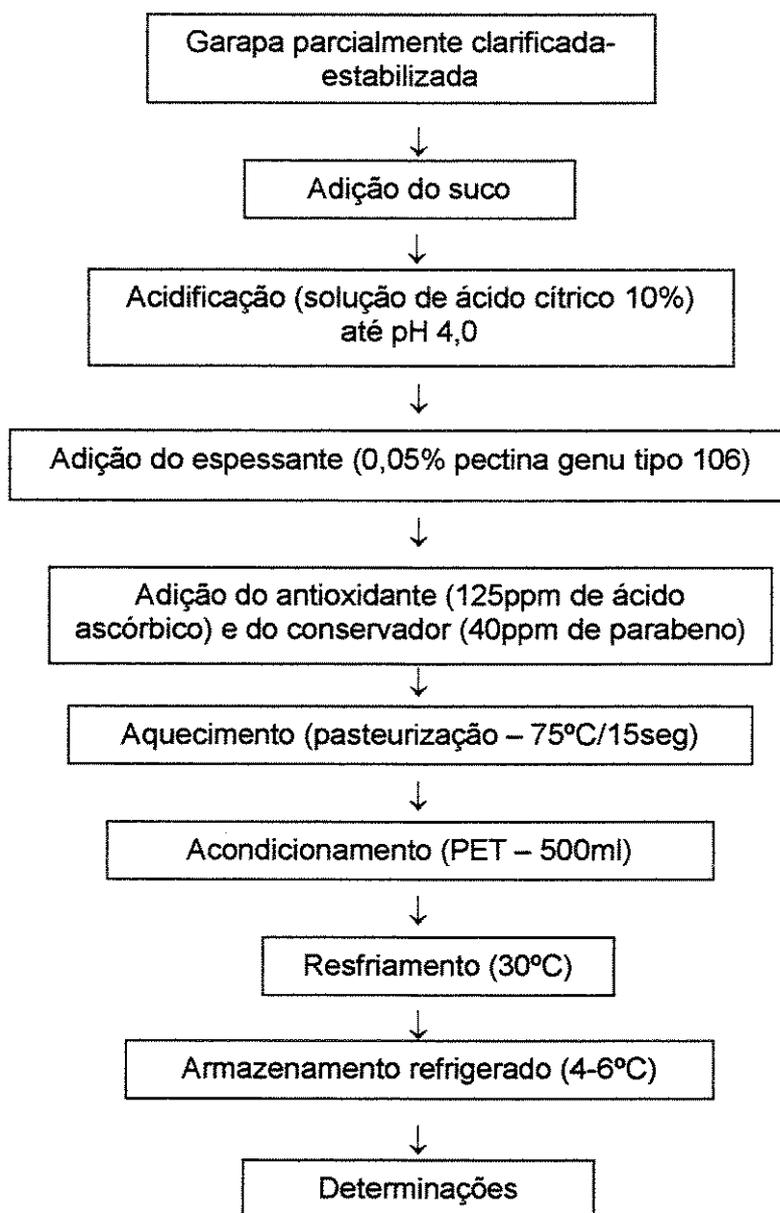
O Fluxograma 3 ilustra as etapas do processamento das misturas.

Os produtos foram submetidos a análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais descritas a seguir. Os resultados das determinações físico-químicas foram avaliados estatisticamente aplicando o Teste de Tukey, através do pacote "Statistica for Windows 5.0" (1995).

**2.2.2.1 Análises microbiológicas:** Contagem de Bolores e Leveduras, Contagem Padrão, e NMP para Coliformes Totais e Fecais, conforme a metodologia indicada pela APHA (VANDERSANT & SPLITSTOESSER, 1992).

#### **2.2.2.2 Determinações físico-químicas:**

- a) pH: conforme citado no item 2.2.1.a;
- b) teor de sólidos solúveis (°Brix): conforme citado no item 2.2.1.b;
- c) acidez total titulável ou ATT (% ácido cítrico): conforme citado no item 2.2.1.c;
- d) relação Brix/Acidez ("ratio"): obtida dividindo-se o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) pelo valor da acidez total titulável (%);
- e) teor de ácido ascórbico: conforme citado no item 2.2.1.d;
- f) turbidez e cor instrumental (3 repetições/amostra): em espectrofotômetro para cor, modelo COLORQUEST II, marca Hunterlab. O aparelho foi calibrado para medição de Transmitância (TTRAN), no sistema de cor CIELAB (L\*, a\* e b\*), iluminante D<sub>65</sub> e ângulo do observador de 10°, empregando-se nas leituras cubeta com 10 mm de caminho ótico.



FLUXOGRAMA 3. Etapas da obtenção de caldo de cana parcialmente clarificado-estabilizado adicionado de sucos de frutas ácidas.

### 2.2.2.3 Análise sensorial

Aplicou-se o Teste de Aceitação usando escala hedônica não estruturada de 9 pontos (método afetivo). Os atributos avaliados foram: aparência, cor, aroma, sabor e impressão global do produto, com o objetivo de saber a aceitação do produto junto ao mercado consumidor. Também aplicou-se o Teste de Atitude de Compra para cada produto avaliado (MEILGAARD *et al.*, 1987; STONE & SIDEL, 1993).

Foram servidas quatro amostras diferentes, a saber:

- \_ garapa parcialmente clarificada-estabilizada processada sem suco (testemunha / amostra 1);
- \_ garapa parcialmente clarificada-estabilizada + 7,5% de suco de limão (amostra 2);
- \_ garapa parcialmente clarificada-estabilizada + 10% de suco de abacaxi (amostra 3);
- \_ garapa parcialmente clarificada-estabilizada + 5% de suco de maracujá (amostra 4).

A equipe sensorial foi composta por 35 provadores não treinados. As quatro amostras codificadas foram servidas em copos plásticos descartáveis, em volume padronizado de 50ml, em ambiente claro (mesa branca) e na forma de blocos completos casualizados, acompanhadas de biscoito água (sem sal) e um copo d'água, aplicando-se a ficha de avaliação apropriada (FIGURA 30).

<i>Testes de aceitação e atitude de compra</i>	
NOME: _____ DATA: _____ e-mail: _____ tel: _____	
1) Você está recebendo uma amostra de <b>GARAPA PARCIALMENTE CLARIFICADA-ESTABILIZADA (GARAPA COM SUCO DE LIMÃO / GARAPA COM SUCO DE ABACAXI / GARAPA COM SUCO DE MARACUJÁ)</b> . Por favor, <b>OBSERVE, ASPIRE E PROVE</b> a amostra codificada, e assinale na escala correspondente a cada atributo, o quanto você gostou ou desgostou da mesma.	
<b>Amostra nº _____</b>	
Em relação à aparência	
Em relação à cor	
Em relação ao aroma	
Em relação ao sabor	
Em relação à impressão global	
2) Com base na sua opinião sobre esta amostra, indique na escala abaixo, sua <b>ATITUDE DE COMPRA</b> caso encontrasse esta amostra à venda. Se eu encontrasse este produto à venda eu:	
5 - certamente compraria 4 - possivelmente compraria 3 - talvez comprasse / talvez não comprasse 2 - possivelmente não compraria 1 - certamente não compraria	
Comentários: _____	

FIGURA 30. Ficha de Avaliação Sensorial para os Testes de Aceitação e Intenção de Compra da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de sucos de frutas ácidas.

Os resultados foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Média de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) (SAS, 1993). Pela análise estatística dos resultados do Teste de Aceitação foi definida a melhor mistura testada sensorialmente.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Matéria-prima

A TABELA 51 mostra os resultados das determinações físico-químicas dos sucos naturais de limão, abacaxi e maracujá.

TABELA 51. Determinações físico-químicas dos sucos naturais de limão Tahiti, abacaxi Havai e maracujá amarelo\*.

ANÁLISE	SUCO DE LIMÃO	SUCO DE ABACAXI	SUCO DE MARACUJÁ
pH	2,65 ± 0,03	3,38 ± 0,01	2,85 ± 0,006
Teor de sólidos solúveis (°Brix) à 20°C	6,50 ± 0	11,00 ± 1,0	9,00 ± 1,0
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	3,49 ± 0,26	0,72 ± 0,005	2,89 ± 0,01
Relação Brix/Acidez ("ratio")	1,86 ± 0,14	15,28 ± 1,27	3,11 ± 0,29
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	18,71 ± 0	9,13 ± 0,01	11,41 ± 0
Atividade da pectinesterase (PEU)	0,0023 ± 0,00001	0,00072 ± 0,00001	0,0006 ± 0,00002

\* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

Para o suco de limão, os valores de pH, sólidos solúveis e acidez estão de acordo com aqueles citados por Silva (1993) e que constam na TABELA 45; no entanto, o teor de vitamina C encontrado é menor do que aquele citado pelo autor.

Em relação ao suco de abacaxi, os dados de todas as determinações estão de acordo com aqueles citados por Tocchini *et al.* (1995), constantes na TABELA 48.

Quanto ao suco de maracujá, o valor do pH está de acordo com aquele citado por Medina *et al.* (1980). Nas demais determinações encontraram-se valores menores do que os citados nesta literatura (TABELA 49). No entanto, analisando-se a TABELA 50, observamos que os valores encontrados por Garruti (1989) para o teor de sólidos solúveis, acidez e teor de ácido ascórbico estão de acordo com aqueles determinados nesta pesquisa.

## 3.2 Produto processado

### 3.2.1 Análises microbiológicas

Na TABELA 52 constam os resultados das determinações microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada processada sem e com sucos de limão, abacaxi e maracujá.

TABELA 52. Resultados das determinações microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada processada sem e com sucos de frutas ácidas.

Produto	Contagem Padrão (UFC/ml)	Contagem de Bolores e Leveduras (UFC/ml)	Coliformes Totais (NMP/ml)*
Garapa clarificada sem suco	$9 \times 10^2$	$5 \times 10^1$	< 0,03
Garapa clarificada com suco de limão	$9 \times 10^2$	$8 \times 10^1$	< 0,03
Garapa clarificada com suco de abacaxi	$4 \times 10^3$	$7 \times 10^2$	< 0,03
Garapa clarificada com suco de maracujá	$1,9 \times 10^3$	$3 \times 10^2$	< 0,03

\* Ausência de Coliformes Fecais.

Para todas as misturas, a determinação de Coliformes Totais indicou números menores que 0,03 NMP/ml de produto, resultado este que se encontra dentro do padrão RDC nº 12 (BRASIL, 2001) para caldo de cana pasteurizado, isolado ou em misturas, estabelecido como 10 NMP/ml de produto.

A Contagem Padrão variou entre os valores de  $10^2$  e  $10^3$  UFC/ml de produto. Já, a Contagem de Bolores e Leveduras apresentou carga microbiana na ordem de  $10^1$  e  $10^2$  UFC/ml de produto.

### 3.2.2 Determinações físico-químicas

A TABELA 53 mostra os resultados encontrados nas determinações físico-químicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada processada sem e com sucos naturais de limão, abacaxi e maracujá. Todas as amostras apresentaram certas diferenças estatisticamente significativas com relação às suas características físico-químicas, conforme descrito a seguir.

TABELA 53. Determinações físico-químicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada processada sem e com sucos de frutas ácidas \*.

Determinações	Amostra 1 (garapa processada sem suco)	Amostra 2 (garapa processada com suco de limão)	Amostra 3 (garapa processada com suco de abacaxi)	Amostra 4 (garapa processada com suco de maracujá)
pH	4,00 ± 0,01 <sup>c</sup>	3,91 ± 0,006 <sup>d</sup>	4,04 ± 0 <sup>a</sup>	4,02 ± 0,01 <sup>b</sup>
Teor de sólidos solúveis (°Brix) à 20°C	22,80 ± 0,06 <sup>a</sup>	21,90 ± 0,06 <sup>c</sup>	22,10 ± 0 <sup>d</sup>	22,60 ± 0,06 <sup>b</sup>
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,15 ± 0,006 <sup>b</sup>	0,24 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,16 ± 0,006 <sup>b</sup>	0,16 ± 0,006 <sup>b</sup>
Relação Brix/Acidez ("ratio")	152,00 ± 0,14 <sup>a</sup>	91,20 ± 4,94 <sup>b</sup>	138,10 ± 5,31 <sup>a</sup>	141,20 ± 5,83 <sup>a</sup>
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	10,45 ± 0,22 <sup>a</sup>	12,73 ± 0,22 <sup>ab</sup>	11,82 ± 0,22 <sup>ab</sup>	13,64 ± 0,22 <sup>b</sup>
Turbidez (%)	81,03 ± 0,04 <sup>b</sup>	84,77 ± 3,17 <sup>ab</sup>	85,25 ± 0,12 <sup>a</sup>	88,56 ± 0,10 <sup>a</sup>
Luminosidade – L	90,24 ± 0,05	87,04 ± 1,26	87,73 ± 0,15	81,70 ± 0,05
Cor – a	-0,05 ± 0,006	0,47 ± 0,006	0,45 ± 0,015	2,04 ± 0,01
Cor – b	24,71 ± 0,01	25,93 ± 0,93	26,32 ± 0,04	38,25 ± 0,04

OBS: Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada linha, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

\* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

A mistura adicionada de suco de limão resultou no pH mais baixo, fato justificado pela alta acidez da bebida, diferindo então das outras amostras. Os demais produtos não apresentaram diferenças estatísticas em relação à acidez, mas sim quanto ao pH.

Todas as amostras foram significativamente diferentes entre si, em termos do °Brix, sendo que a bebida preparada somente com a garapa, ou seja, sem suco foi a que apresentou maior valor de sólidos solúveis.

O "ratio" da bebida adicionada de suco de limão foi o menor, porque esta apresentou a maior acidez, diferindo estatisticamente das demais amostras. Para as outras misturas os valores do "ratio" não foram significativamente diferentes.

Em relação ao nível de ácido ascórbico somente as amostras 1 e 4 diferiram entre si de forma significativa. As perdas totais deste elemento após o processamento foram de 16,4% para a amostra 1 e 5,4% para a amostra 3. Quanto aos demais produtos não ocorreram perdas devido a certa quantidade de vitamina C já presente na matéria-prima.

As amostras com sucos apresentaram-se mais turvas (maior % de turbidez) do que a garapa sem suco, devido ao teor de polpa. A bebida elaborada somente

com garapa apresentou menor turbidez e foi estatisticamente diferente daquelas que continham suco de abacaxi e maracujá. A mistura contendo suco de limão não diferiu de nenhuma bebida analisada em termos da turbidez.

Na determinação de cor dos produtos, sabe-se que o valor  $L$  expressa a luminosidade ou claridade da amostra, e varia de 0 a 100; assim sendo, quanto mais próximo de 100, mais clara é a amostra e quanto mais distante, mais escura. Já, valores de  $a$  mais positivos indicam tendência à coloração vermelha e mais negativos, coloração verde. Valores de  $b$  mais positivos expressam maior intensidade de amarelo e mais negativos, maior intensidade de azul.

Observando os valores  $a$  e  $b$ , e a FIGURA 31, é possível afirmar que a amostra com suco de maracujá (4) tendeu à cor mais amarelada e quanto ao valor  $L$ , a testemunha (garapa clarificada sem suco) apresentou-se como a mais clara.

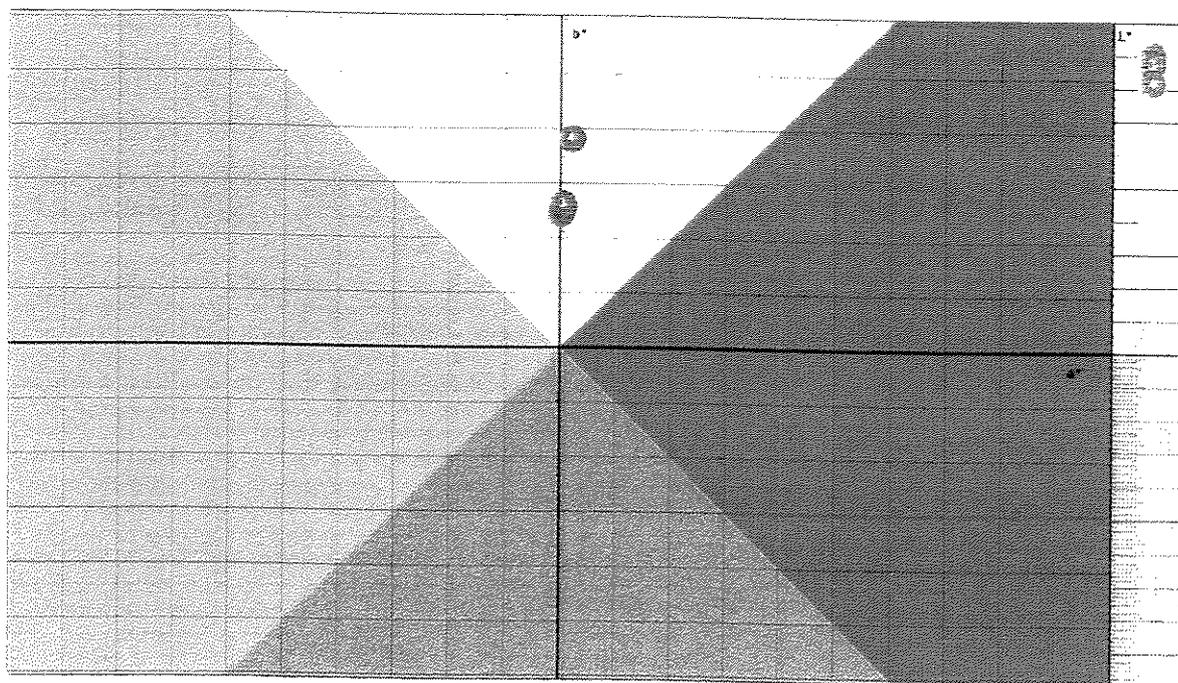


FIGURA 31. Luminosidade ( $L$ ) e cor das amostras em termos de  $a$  e  $b$ .

### 3.2.3 Análise Sensorial

A TABELA 54 mostra as médias das notas dos atributos aparência, cor, aroma, sabor e impressão global, e a diferença estatística entre elas nos diferentes produtos.

TABELA 54. Diferença significativa a  $p \leq 0,05$  entre as médias das amostras quanto aos atributos aparência, cor, aroma, sabor e impressão global.

ATRIBUTO	AMOSTRA	MÉDIAS
Aparência	4	6.25 <sup>a</sup>
	3	5.98 <sup>a</sup>
	2	5.95 <sup>a</sup>
	1	5.90 <sup>a</sup>
Cor	4	6.40 <sup>a</sup>
	3	5.93 <sup>ab</sup>
	1	5.86 <sup>ab</sup>
	2	5.72 <sup>b</sup>
Aroma	4	6.75 <sup>a</sup>
	3	6.48 <sup>a</sup>
	2	5.50 <sup>b</sup>
	1	4.91 <sup>b</sup>
Sabor	4	6.83 <sup>a</sup>
	3	6.66 <sup>ab</sup>
	2	5.88 <sup>bc</sup>
	1	5.39 <sup>c</sup>
Impressão global	4	6.82 <sup>a</sup>
	3	6.63 <sup>a</sup>
	2	5.83 <sup>b</sup>
	1	5.60 <sup>b</sup>

\* médias seguidas de mesma letra, em cada atributo, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

Para o atributo aparência não houve diferença significativa entre as amostras a  $p \leq 0,05$ .

As amostras 4 e 3 receberam maiores notas para os atributos aroma e impressão global e não diferiram entre si mas sim de 2 e 1 a  $p \leq 0,05$ , sendo que estas duas últimas também não diferiram entre si.

Para o atributo cor, a amostra 4 recebeu a maior nota e só diferiu de 2, que recebeu a menor nota com relação a essa característica sensorial; 3 e 1 não diferiram entre si e nem das demais amostras.

Para o atributo sabor, o produto 4 diferiu de 2 e 1 mas não de 3; 3 diferiu de 1 mas não de 2; 2 e 1 não diferiram entre si a  $p \leq 0,05$ .

Em todos os casos, apesar de em alguns deles não haver diferença significativa entre as médias das notas, é possível observar que a ordenação das

amostras da maior para a menor nota é  $4 > 3 > 2 > 1$ , mostrando uma certa tendência em se eleger a “formulação” 4 como a melhor.

Como os atributos sensoriais mais relevantes para a pesquisa foram cor, sabor e impressão global, consideraram-se somente os resultados das análises desses atributos, ou seja: a amostra 4 (maior nota) diferiu significativamente de 2 a  $p \leq 0,05$  em relação a todos os atributos, e só não diferiu de 1 quanto à cor; 3 não diferiu de 4 em nenhuma das situações, e também não diferiu de 1 e 2 em relação à cor, porém diferiu de 1 quanto aos outros dois atributos, e em relação ao sabor não diferiu de 2, mas quanto à impressão global sim.

A FIGURA 32 ilustra a atitude de compra dos consumidores em relação a cada produto analisado, ou seja: garapa parcialmente clarificada-estabilizada processada sem suco (amostra 1); garapa parcialmente clarificada-estabilizada com 7,5% de suco de limão (amostra 2); garapa parcialmente clarificada-estabilizada com 10% de suco de abacaxi (amostra 3); e, garapa parcialmente clarificada-estabilizada com 5% de suco de maracujá (amostra 4).

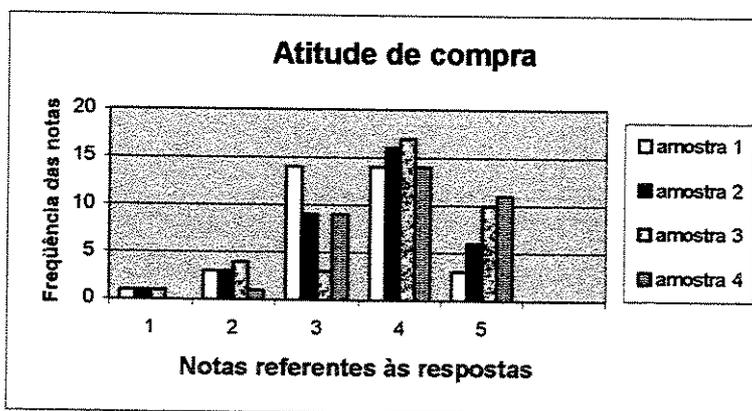


FIGURA 32. Teste de Intenção de Compra das amostras submetidas à análise sensorial (1-certamente não compraria; 2-possivelmente não compraria; 3-talvez comprasse/talvez não comprasse; 4-possivelmente compraria; 5-certamente compraria).

Para todas as amostras a maior porcentagem das notas de atitude de compra atribuídas ficaram em “possivelmente compraria” mostrando que todas as bebidas teriam boa aceitação junto ao mercado consumidor.

Cerca de 11% dos consumidores certamente comprariam o produto 4, 10% o produto 3, 6% o produto 2, e 3% o produto 1. Por outro lado, 3% dos consumidores certamente não comprariam os produtos 1, 2 e 3. A amostra 4 foi

indicada como a melhor dentre as “formulações” analisadas, segundo o Teste de Atitude de Compra.

#### 4. CONCLUSÕES

Os resultados das determinações físico-químicas dos sucos naturais de limão, abacaxi e maracujá estão de acordo com a literatura consultada.

As variações das características físico-químicas ocorridas entre as diferentes misturas de garapa processada e os sucos naturais citados, já eram esperadas. Todos os produtos apresentaram boa retenção de vitamina C (baixo índice de perda) após o processamento térmico.

Nas condições da pesquisa em questão, a determinação de Coliformes Totais e Fecais indicou boas condições fitossanitárias de processamento das bebidas, estando dentro do limite estabelecido pela legislação. Os níveis encontrados para as Contagens Padrão e de Bolores e Leveduras mostraram que os produtos não se apresentavam deteriorados e, portanto estavam adequados ao consumo.

Considerando os resultados do Teste de Aceitação e do Teste de Atitude de Compra elegeu-se a amostra 4 (garapa parcialmente clarificada-estabilizada + 5% de suco de maracujá) como o melhor produto em termos de características sensoriais; posteriormente vem a amostra 3 (garapa parcialmente clarificada-estabilizada + 10% de suco de abacaxi), seguida de 2 (garapa parcialmente clarificada-estabilizada + 7,5% de suco de limão) e 1 (somente garapa parcialmente clarificada-estabilizada acidificada com solução 10% de ácido cítrico).

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ABREU, L.E.V.; SCHMITZ, C.M. Teor de ácido ascórbico em alimentos de origem vegetal. **Revista do Centro de Ciências Rurais**, v.1, n.4, p.69-71, 1971.
- 2) AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Argos/FNP Consultoria e comércio, 2003.
- 3) AMSTALDEN, L.C. **Estudo sobre a ação da pectinesterase em suco de laranja**. 1992. 188p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1992.
- 4) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of A.O.A.C. Internacional**. 12.ed. Washington, 1984. p.844-845.
- 5) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of A.O.A.C. Internacional**. 16ed. v. II, cap.37, 1997: Fruits and fruit products.
- 6) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 16ed. v. II, cap.42, 1997: Vegetable products, processed.
- 7) BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 159p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1990.
- 8) BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, 2 jan. 2001. **Diário Oficial**, Brasília, 2001. Seção I, alínea 17i.
- 9) COSTEL, E.; DURAN, L. El análisis sensorial en el control de calidad de los alimentos. IV. Realización y análisis de los datos. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.22, n.1, p 1-21. mar.1982.
- 10) EVANGELISTA, J. **Tecnologia de Alimentos**. 2.ed. São Paulo: Atheneu, 1994. 652p.

- 11) FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A. de; PETTINELLI, M.L.C.V. *et al.* **Análise Sensorial Testes Discriminativos e Afetivos**. 1.ed. Campinas: SBCTA, 2000. 127p. (Manual – Série Qualidade)
- 12) FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.
- 13) GAVA, A.J. Emprego de conservadores químicos em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.13, n.3, p.183-194, jul./set. 1984.
- 14) GALLAGHER, L.C. Lemon juice improves foods. **Food Engineering**, v.35, n.5, p.94-95, May 1963.
- 15) GARRUTI, D.S. **Contribuição ao estudo da estabilização física do suco de maracujá integral (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**. 1989. 198p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1989.
- 16) IADEROZA, M.; DRAETTA, I.S. Enzimas e Pigmentos – influências e alterações durante o processamento. In: SOLER, M.P. **Industrialização de frutas**. 2.ed. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991. cap.2, p.17-31. (Manual Técnico, 8).
- 17) KIMBALL, D.A. **Citrus Processing: quality control and technology**. New York: Van Nostrand Reinhold, 1991. 473p.
- 18) LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de sucos e produtos ácidos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n.33, p.9-42, mar 1973.
- 19) LORENA, W.; FERREIRA, A.F.S. O uso de gomas e espessantes em alimentos. **Alimentos e Bebidas**, v.4, p.11-16, junh./jul. 1989.
- 20) MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; LARA, J.C.; TOCCHINI, R.P.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; CANTO, W.L. **Maracujá – da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL/Governo do Estado de São Paulo, 1980. 207p. (Manual Técnico - Série Frutas Tropicais, n.9)
- 21) MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: CRC Press, 1987. 281p.

- 22) MONTENEGRO, H.W.S.; CANTARELLI, P.R. **Abacaxi** – produção, pré-processamento e transformação agroindustrial. Piracicaba: FEALQ/Governo do Estado de São Paulo, 1990. 48p. (Manual Técnico - Série Extensão Agroindustrial, n.1)
- 23) PRATI, P.; MORETTI, R.H. Desenvolvimento de processo para clarificação de caldo de cana para consumo. **Anais** - XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos. Porto Alegre, 2002.
- 24) PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.M. Estudo de três diferentes concentrações de ácido ascórbico na qualidade sensorial de garapa clarificada estocada sob refrigeração. **Anais** - IV Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages. Campinas, 2002.
- 25) SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 1993.
- 26) SAVITCI, L.A.; GASPARINO FILHO, J.; MORETTI, V.A. Perfil industrial e mercado para suco de abacaxi. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, v.25, n.2, p.153-168, jul./dez. 1995.
- 27) SILVA, S.M. **Conservação pós-colheita do limão Tahiti (Citrus latifolia Tanaka): uso de choque frio, atmosfera modificada e refrigeração – aplicação de modelagem matemática**. 1993. 125p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, 1993.
- 28) STATISTICA FOR WINDOWS. Copyright® StaSoft. Inc., Tulsa. Version 5.0. 1995.
- 29) STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. New York: Academic Press, 1993. 338p.
- 30) TOCCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C.; MARTIN, Z.J. **Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995. 85p. (Manual Técnico).
- 31) UBOLDI EIROA, M.N. Microrganismos deteriorantes de sucos de frutas e medidas de controle. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.23, n.3/4, p.141-160, jul./dez. 1989.

32) VANDERSANT, C.; SPLITSTOESSER, F.O. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: American Health Association (APHA), 1992. 1219p.

**CAPÍTULO 5**

***ESTUDO DA VIDA-DE-PRATELEIRA DA BEBIDA ELABORADA PELA  
MISTURA DE GARAPA PARCIALMENTE CLARIFICADA-ESTABILIZADA E  
SUCO NATURAL DE MARACUJÁ***

**ARTIGO A SER SUBMETIDO A PUBLICAÇÃO NA REVISTA:  
BRAZILIAN JOURNAL OF FOOD TECHNOLOGY**

## RESUMO

A garapa ou caldo de cana é uma bebida muito apreciada pela população brasileira, sendo comercializada adicionada ou não de sucos de frutas ácidas para incrementar seu sabor. O objetivo da pesquisa foi estudar a vida-de-prateleira de uma mistura elaborada com garapa parcialmente clarificada-estabilizada e suco de maracujá (5%), visando o desenvolvimento de um novo produto. A mistura foi adicionada de antioxidante, conservante e espessante em concentrações pré-estabelecidas, pasteurizada, embalada em garrafas PET, resfriada e armazenada sob refrigeração pelo período de um mês. Foram realizadas determinações microbiológicas (Contagem Padrão, Contagem de Bolores e Leveduras, Coliformes Totais e Fecais), físico-químicas (pH, sólidos solúveis, acidez, relação Brix/Acidez ("ratio"), teor de ácido ascórbico, turbidez), e sensoriais. Os resultados da análise sensorial, considerados os mais relevantes para a pesquisa, indicaram que o produto (mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada com suco de maracujá) pode ser elaborado e comercializado por até quinze dias sob refrigeração, pois as condições do processo permitiram a manutenção da qualidade microbiológica e sensorial. Até o final da estocagem, o teor de ácido ascórbico sofreu perda de apenas 20% em relação ao nível adicionado.

**Palavras-chave:** cana-de-açúcar, maracujá, suco de fruta, análise sensorial, vida-de-prateleira.

## SUMMARY

Sugar cane juice or *garapa* is a beverage highly appreciated by the Brazilian population, normally commercialized in mixtures with acid fruit juices, which improve its flavor. The objective of this research was to study the shelf life of a mixture formulated with clarified-stabilized sugar cane juice and 5% passion fruit juice, aiming at developing a new product. Anti-oxidant, preservative and thickener were added in pre-established concentrations, and the mixture pasteurized, bottled in PET, cooled and stored under refrigeration for one month. Microbiological analyses (standard count, yeast and mold count, total and fecal coliforms), physical-chemical (pH, soluble solids, acidity, "ratio", ascorbic acid content, turbidity) and sensory analyses were carried out during the storage period. From the results of the sensory analysis, the most relevant for this study, it was concluded that the product (mixture of partially clarified-stabilized sugar cane juice and passion fruit juice) could be stored and commercialized until fifteen days under refrigeration, it conserving its microbiological and sensory quality for this time interval. Until the storage end, the total losses of the ascorbic acid content was 20%.

**Keywords:** sugar cane, passion fruit, fruit juice, sensory evaluation, food – shelf-life dating.

## 1. INTRODUÇÃO

A garapa ou caldo de cana é uma bebida muito apreciada no Brasil, pelas suas características de refrescância e sabor doce. Nas grandes regiões produtoras de cana-de-açúcar (Sudeste e Nordeste) é muito comum a comercialização do produto por vendedores ambulantes denominados de “garapeiros”. Sendo o Brasil um país tropical e de clima quente, a bebida servida gelada torna-se ainda mais atraente ao consumidor.

Atualmente é comum a comercialização da garapa adicionada de pequenas proporções de sucos de frutas ácidas como limão, abacaxi e maracujá, que tem por finalidade incrementar o sabor da bebida, já que “mascara” a doçura, muitas vezes excessiva.

O suco de maracujá tem conquistado espaço no mercado de sucos, devido ao sabor exótico intenso, forte aroma (tipicamente tropical), elevada acidez e rendimento de polpa (GARRUTI, 1989). Por essas características, o suco de maracujá é considerado um produto interessante para a elaboração de bebidas mistas de sucos de frutas, sorvetes, cremes e outros produtos de confeitaria (MEDINA *et al.*, 1980; SOUZA & SANDI, 2001).

Esse suco tropical é muito utilizado em todos os mercados consumidores, porque em pequenas proporções já é capaz de conferir, a diferentes produtos preparados, o seu aroma e sabor intensos. Isto é muito vantajoso, pois no caso de outros sucos, seriam necessárias maiores quantidades dos mesmos para realçarem seu sabor (SOUZA & SANDI, 2001).

A pesquisa teve como objetivo estudar as características microbiológicas, físicas, químicas e sensoriais de bebida composta por garapa parcialmente clarificada-estabilizada e suco natural de maracujá. A mistura foi adicionada de antioxidante, conservador e espessante, sendo então pasteurizada, acondicionada em garrafas PET e armazenada sob refrigeração por um mês.

Assim, o surgimento de novos produtos no mercado seria uma forma de estimular o desenvolvimento de pequenas agroindústrias já existentes, que poderiam melhorar seu potencial produtivo e promover o aparecimento de outras

pequenas empresas do ramo. Além disso, a elaboração de bebida à base de suco de maracujá poderia promover a redução de perdas da safra, já que o excedente de produção de frutos de maracujá poderia ser aproveitado para o processamento.

### **1.1 Análise Sensorial**

Avaliar um produto sensorialmente faz parte do dia-a-dia das pessoas que o fazem naturalmente desde crianças, quando aceitam ou rejeitam um alimento ou quando preferem um produto de uma determinada marca sobre outra pelas suas características organolépticas (FERREIRA *et al.*, 2000).

Quando pessoas são usadas como instrumento de medida, é necessário controlar cada uma das condições e métodos de avaliação, para reduzir erros, podendo-se considerar como erro toda influência estranha que prejudique o bom resultado do teste sensorial (TEIXEIRA, 1995).

Apesar de estarem surgindo novas técnicas instrumentais de medida das características organolépticas dos produtos alimentícios, a análise sensorial ainda é o principal método de determinação da qualidade e aceitação dos alimentos e bebidas.

## **2. MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 MATERIAL**

#### **2.1.1 Matéria-prima**

Foi utilizado caldo de cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) da variedade RB72-454, comercializada para obtenção de garapa na região de Piracicaba. A extração foi feita em moenda elétrica (Modelo STN-30 / 270 rpm) na Planta Piloto do Setor de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP.

O suco natural de maracujá-amarelo (*Passiflora edulis* f. *flavicarpa*) utilizado foi extraído manualmente no Laboratório de Frutas, Hortaliças e Produtos Açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA/UNICAMP. A proporção do suco foi previamente estabelecida em 5% (5ml de suco de maracujá / 100ml de garapa).

### 2.1.2 Outros materiais

Para o processo parcial de clarificação-estabilização do caldo empregou-se o policloreto de alumínio (PAC) do tipo "Panclar P-1010", como único agente químico de clarificação, na concentração de 60ppm.

Como antioxidante foi utilizado o ácido ascórbico já que se trata de um antioxidante natural, cuja concentração de 125ppm foi estabelecida por Prati *et al.* (2002). Como conservador foi empregado o parabeno, pelas vantagens que apresenta (LEITÃO, 1973; GAVA, 1984; FRANCO & LANDGRAF, 1996) e em concentração também pré-determinada (40ppm).

Adicionou-se também um espessante com o objetivo de evitar a separação de fases na bebida, durante o armazenamento, pois o suco de maracujá possui alto teor de polpa. Neste caso utilizou-se a Pectina Genu tipo 106 na proporção pré-estabelecida de 0,05% (0,05g de pectina / 100ml de garapa).

As embalagens utilizadas foram do tipo PET (polietileno tereftalato) de capacidade de 500ml, incolores e transparentes, fornecidas gentilmente pela empresa Braspet localizada no município de Louveira, região de Campinas.

## 2.2 MÉTODOS

### 2.2.1 Matéria-prima

Previamente à extração, os colmos tiveram sua casca removida manualmente com faca, e foram posteriormente sanitizados com solução contendo 10ppm de Cloro Ativo; após 10 minutos de contato com a solução sanificante, o material foi enxaguado em água corrente potável. Da mesma forma procedeu-se a sanitização da moenda empregada nesta operação.

O teor de sólidos solúveis do caldo de cana foi padronizado em 20°Brix, valor este considerado o melhor pela equipe de provadores do Teste Sensorial, realizado preliminarmente com a garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada do suco.

O caldo, extraído e padronizado, foi submetido a um processo parcial de clarificação-estabilização de acordo com procedimento determinado por Prati & Moretti (2002): aquecimento em banho-maria (65°C/50min), alcalinização com  $\text{Ca(OH)}_2$  até pH 8,0, adição de 60ppm de policloreto de alumínio, decantação por 45 minutos, separação do sobrenadante pelo uso de bomba de vácuo (Modelo TE-058).

### 2.2.2 Produto processado

O Fluxograma 4 ilustra as etapas do processamento das misturas.

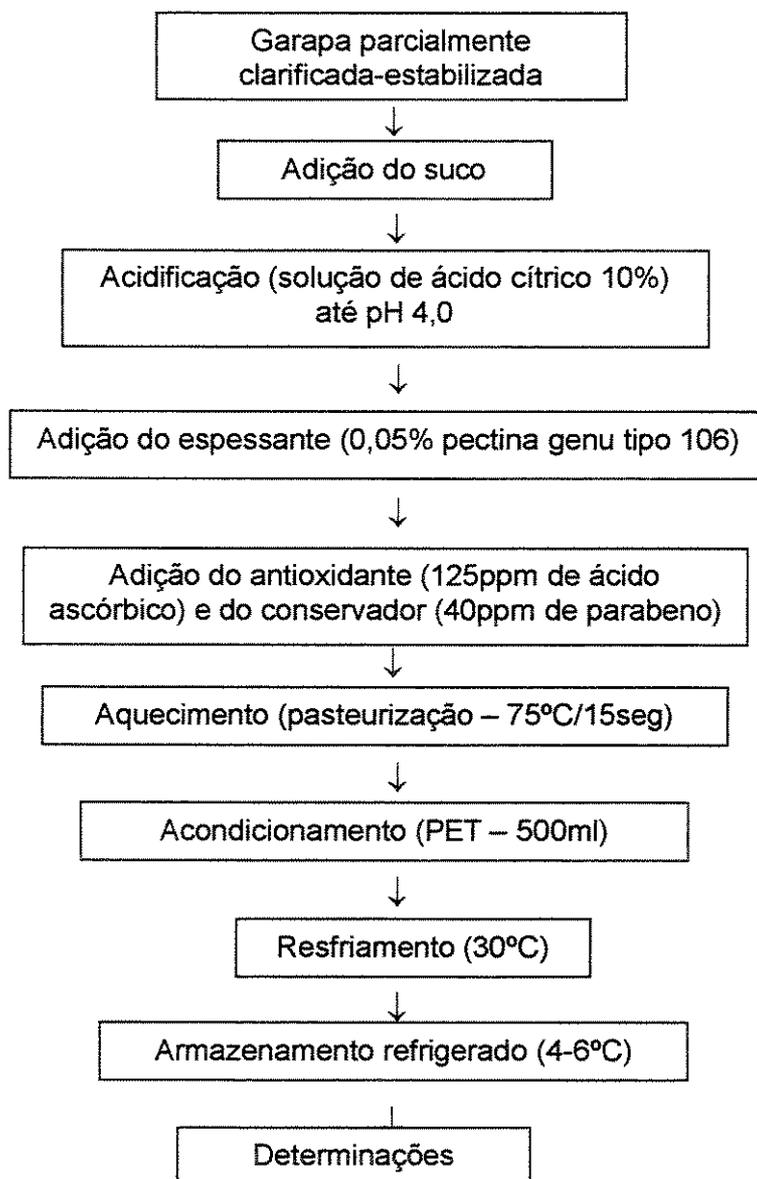
O produto foi submetido às determinações microbiológicas, físico-químicas e sensoriais, descritas a seguir.

**2.2.2.1 Análises microbiológicas:** Contagem de Bolores e Leveduras, Contagem Padrão, e NMP para Coliformes Totais e Fecais, conforme a metodologia indicada pela APHA (VANDERSANT & SPLITSTOESSER, 1992).

#### 2.2.2.2 Determinações físico-químicas:

- a) pH: segundo metodologia da A.O.A.C. (n.42.1.04, 1997);
- b) teor de sólidos solúveis (°Brix): segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.15, 1997);
- c) acidez total titulável ou ATT (% ácido cítrico): segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.37, 1997);
- d) relação Brix/Acidez ("ratio"): obtida dividindo-se o teor de sólidos solúveis totais (°Brix) pelo valor da acidez total titulável (%);
- e) teor de ácido ascórbico: segundo metodologia da A.O.A.C. (1984) n.43046, modificada por Benassi (1990);

f) turbidez e cor instrumental (3 repetições/amostra): em espectrofotômetro para cor, modelo COLORQUEST II, marca Hunterlab. O aparelho foi calibrado para medição de Transmitância (TTRAN), no sistema de cor CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$  e  $b^*$ ), iluminante  $D_{65}$  e ângulo do observador de  $10^\circ$ , empregando-se nas leituras cubeta com 10 mm de caminho ótico.



FLUXOGRAMA 4. Etapas da obtenção de caldo de cana parcialmente clarificado-estabilizado adicionado de sucos de frutas ácidas.

Tais resultados também foram submetidos a ANOVA e teste de média de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) utilizando-se o pacote "Statistica for Windows 5.0" (1995).

Posteriormente elaborou-se um gráfico com os dados dos teores de ácido ascórbico, ilustrando qual foi o comportamento desse componente no produto, com o decorrer do período de armazenamento.

### 2.2.2.3 Análise sensorial

Foi aplicado o Teste de Aceitação usando escala hedônica não estruturada de 9 pontos (método afetivo). Os atributos avaliados foram aparência, cor, aroma, sabor e impressão global do produto, com o objetivo de saber a aceitação do produto junto ao mercado consumidor (MEILGAARD *et al.*, 1987; STONE & SIDEL, 1993).

A equipe sensorial foi composta por 31 provadores não treinados. A amostra codificada foi servida em copos plásticos descartáveis, em volume padronizado de 50ml, em ambiente claro (mesa branca) e na forma de blocos completos casualizados, acompanhada de biscoito água (sem sal) e um copo d'água, aplicando-se a ficha de avaliação apropriada (FIGURA 33).

A análise sensorial permitiu estudar o efeito do tempo de armazenamento sobre a qualidade da amostra através da Análise de Regressão dos resultados, e possibilitando obter a diferença estatística existente entre as médias das notas nos diferentes tempos de armazenamento, submetendo-se os resultados a Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Média de Tukey ( $p \leq 0,05$ ) (SAS, 1993).

Os Testes Sensoriais de Aceitação foram realizados nos tempos 0, 15 e 30 dias de armazenamento, concomitantemente às determinações microbiológicas e físico-químicas citadas anteriormente.

**Teste de aceitação**

NOME: \_\_\_\_\_ DATA: \_\_\_\_\_ e-mail: \_\_\_\_\_ tel: \_\_\_\_\_

Você está recebendo uma amostra de **GARAPA PARCIALMENTE CLARIFICADA-ESTABILIZADA COM SUCO DE MARACUJÁ**. Por favor, **OBSERVE, ASPIRE E PROVE** a amostra codificada, e assinale na escala correspondente a cada atributo, o quanto você gostou ou desgostou da mesma.

Amostra nº \_\_\_\_\_

Em relação à aparência	-----
	Desgostei muitíssimo <span style="float: right;">Gostei muitíssimo</span>
Em relação à cor	-----
	Desgostei muitíssimo <span style="float: right;">Gostei muitíssimo</span>
Em relação ao aroma	-----
	Desgostei muitíssimo <span style="float: right;">Gostei muitíssimo</span>
Em relação ao sabor	-----
	Desgostei muitíssimo <span style="float: right;">Gostei muitíssimo</span>
Em relação à impressão global	-----
	Desgostei muitíssimo <span style="float: right;">Gostei muitíssimo</span>

Comentários: \_\_\_\_\_

FIGURA 33. Ficha de Avaliação Sensorial para o Teste de Aceitação da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de suco natural de maracujá.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 Análises Microbiológicas

Os resultados obtidos nas determinações microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de suco de maracujá constam na TABELA 55. A FIGURA 34 ilustra a curva de regressão dos resultados (em termos de log) da Contagem Padrão (Total) e Contagem de Bolores e Leveduras.

TABELA 55. Resultados das determinações microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de suco de maracujá.

Tempo (dias)	Contagem Padrão (UFC/ml)	Contagem de Bolores e Leveduras (UFC/ml)	Coliformes Totais (NMP/ml) *
0	$2,5 \times 10^1$	$3,0 \times 10^2$	< 0,03
15	$1,0 \times 10^2$	$1,0 \times 10^4$	< 0,03
30	$2,0 \times 10^3$	$3,3 \times 10^6$	< 0,03

\* Ausência de Coliformes Fecais.

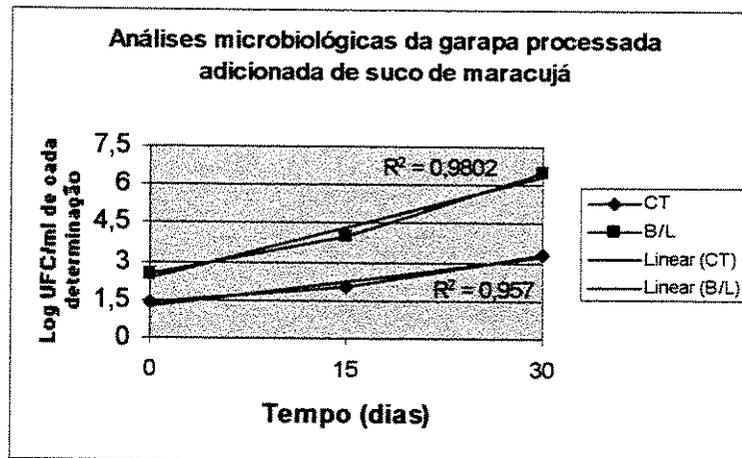


FIGURA 34. Log da Contagem Total e Contagem de Bolores e Leveduras em função do tempo de estocagem.

A determinação de Coliformes Totais na garapa parcialmente clarificada-estabilizada indicou números menores que 0,03 NMP/ml de produto, resultado que se encontra dentro do padrão estabelecido pela resolução RDC nº 12 (BRASIL, 2001) para caldo de cana pasteurizado, isolado ou em mistura, estabelecido como máximo de 10 NMP/ml de produto.

Já, as Contagens Padrão e de Bolores e Leveduras apresentaram carga máxima de microrganismos na ordem de  $10^3$  e  $10^6$  UFC/ml de produto, respectivamente, ao longo de 30 dias de armazenamento refrigerado, como pode ser observado na TABELA 55.

Nas Contagens de Bolores e Leveduras observou-se predominância de colônias gomosas, grandes, de cor rosada, que foram isoladas por esgotamento no mesmo meio e identificadas como *Rhodotorula mucilaginosa*.

Esse microrganismo tem características de crescimento na faixa de 0,5 a 35°C, e como toda levedura é exigente em presença de altos níveis de açúcar

para se desenvolver, condições essas oferecidas pelo produto em teste tanto no aspecto refrigeração (4-6°C) quanto no teor de açúcar da garapa (cerca de 20°Brix) (PITT & HOCKING, 1999).

Já, a Contagem Padrão foi menor provavelmente pela composição do meio de cultura com baixo teor de açúcar o que dificultou o crescimento da *R. mucilaginosa* no ágar padrão, considerando que o microrganismo predominante foi a levedura. Outro aspecto que interferiu no crescimento deste microrganismo no ágar padrão foi a temperatura uma vez que a Contagem Padrão tem incubação a 35°C por 48h e a levedura em questão apresenta temperatura ótima para crescimento abaixo deste valor e provavelmente por um tempo maior de incubação.

### 3.2 Determinações físico-químicas

A TABELA 56 apresenta os resultados das determinações físico-químicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de suco natural de maracujá.

TABELA 56. Determinações físico-químicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de suco de maracujá\*.

Determinações	Tempo 0	Tempo 15	Tempo 30
pH	3,93 ± 0,01 <sup>b</sup>	3,96 ± 0 <sup>a</sup>	3,97 ± 0 <sup>a</sup>
Teor de sólidos solúveis (°Brix) à 20°C	19,70 ± 0,2 <sup>a</sup>	19,00 ± 0,1 <sup>b</sup>	18,60 ± 0,06 <sup>c</sup>
Acidez total titulável (% ácido cítrico)	0,294 ± 0,003 <sup>a</sup>	0,275 ± 0 <sup>b</sup>	0,275 ± 0,003 <sup>b</sup>
Relação Brix/Acidez ("ratio")	67,93 ± 0,4 <sup>b</sup>	69,09 ± 0,36 <sup>a</sup>	67,64 ± 0,99 <sup>b</sup>
Teor de ácido ascórbico (mg/100ml)	13,18 ± 0,23 <sup>a</sup>	11,95 ± 0,24 <sup>b</sup>	10,04 ± 0,24 <sup>c</sup>
Turbidez (%)	87,80 ± 0,24 <sup>b</sup>	87,83 ± 0,02 <sup>b</sup>	88,62 ± 0,64 <sup>a</sup>
Luminosidade – L	85,43 ± 0,11	84,95 ± 0,06	84,12 ± 0,33
Cor – a	1,69 ± 0,04	1,79 ± 0,02	1,98 ± 0,06
Cor – b	38,94 ± 0,07	37,08 ± 0,10	37,02 ± 0,16

OBS: Médias seguidas de mesma letra, dentro de cada linha, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

\* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

Os valores de pH aumentaram até o final do período de estocagem provavelmente devido à redução nos teores de ácido ascórbico.

O teor de sólidos solúveis apresentou grande variação talvez devido a possíveis falhas na padronização do °Brix do caldo de cana. As variações no teor de sólidos solúveis justificam os diferentes valores de "ratio" encontrados no decorrer do período de estocagem.

Os teores de acidez diminuíram durante o período de estocagem, provavelmente devido ao decréscimo no teor de ácido ascórbico que é um dos ácidos que contribui para a acidez da bebida.

O teor de vitamina C diminuiu com o tempo de armazenamento, o que era esperado devido a fatores de degradação como temperatura, oxigênio, luz. Estatisticamente todos os níveis dos diferentes tempos diferiram entre si. A Análise de Regressão (FIGURA 35) também mostra que houve correlação linear significativa a  $p \leq 0,05$ , entre o tempo de estocagem e o teor de ácido ascórbico.

A perda total deste constituinte em relação ao teor adicionado foi de 19,7% (de 12,5mg/100ml para 10,04mg/100ml). Após o processamento não ocorreu diminuição no nível de vitamina C devido à presença deste constituinte em certa quantidade na matéria-prima. A perda ocorrida entre os tempos 0 e 15 chegou a 9,3%, e entre os tempos 15 e 30 a diminuição foi da ordem de 16%.

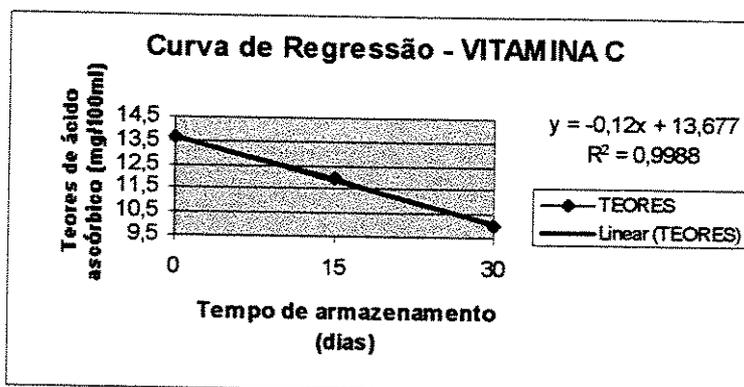


FIGURA 35. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$ , para as médias do teor de ácido ascórbico.

A vitamina C pode ser degradada por reações enzimáticas e não-enzimáticas. Como o produto foi submetido a tratamento térmico é pouco provável que a ação enzimática tenha ocorrido, portanto, as perdas ocorreram provavelmente por reações de natureza química.

As reações não-enzimáticas podem ser aeróbicas ou anaeróbicas, sendo conhecidas também como escurecimento não-enzimático. Em presença do oxigênio (aerobiose) o ácido ascórbico é degradado até ácido dicetogulônico. Já, sob anaerobiose, a vitamina C é hidrolisada por uma série de reações até formar

dióxido de carbono e furfural, que se polimeriza formando melanoidinas; a degradação anaeróbica do ácido ascórbico é acelerada na faixa de pH 3,0 a 4,0 e em presença de açúcares simples (HENSHALL, 1981; OLIVA, 1995).

Em qualquer situação acima citada, a degradação deste constituinte é dependente de fatores como concentração da vitamina, pH, conteúdo de oxigênio, exposição à luz, temperatura de estocagem e processamento (OLIVA, 1995). Araújo (1995) ainda cita que, a oxidação da vitamina C via enzimática ou não, é acelerada pela presença de íons metálicos como  $\text{Cu}^{++}$  e  $\text{Fe}^{++}$ .

Os fatores que mais colaboraram para a degradação do ácido ascórbico na garapa processada com suco de maracujá foram luz (pois a embalagem era transparente) e incorporação de oxigênio durante o processamento.

A turbidez apresentou um ligeiro aumento durante o armazenamento, talvez devido ao surgimento de substâncias em suspensão.

Em relação aos valores de  $\underline{L}$ ,  $\underline{a}$  e  $\underline{b}$  cabe o seguinte esclarecimento: quanto mais próximo de 100 estiver o valor  $\underline{L}$  (luminosidade), mais clara é a amostra e quanto mais distante, mais escura. Em relação aos valores de  $\underline{a}$ , se mais positivos a cor tende ao vermelho e se mais negativos, ao verde. E, valores de  $\underline{b}$  mais positivos indicam maior intensidade de amarelo e mais negativos, maior intensidade de azul.

Os valores desses elementos de cor (TABELA 34) revelam que houve ligeira redução de luminosidade, ou seja, a amostra escureceu, fato explicado pela oxidação do ácido ascórbico. A tonalidade vermelha ( $\underline{b}$ ) tendeu à queda, e a amarela ( $\underline{a}$ ) intensificou-se. Durante todo o período de armazenamento a amostra manteve sua luminosidade intensa e cor amarelada. A FIGURA 36 ilustra a luminosidade (L) e cor da amostra em cada tempo de armazenamento, em termos de  $\underline{a}$  e  $\underline{b}$ .

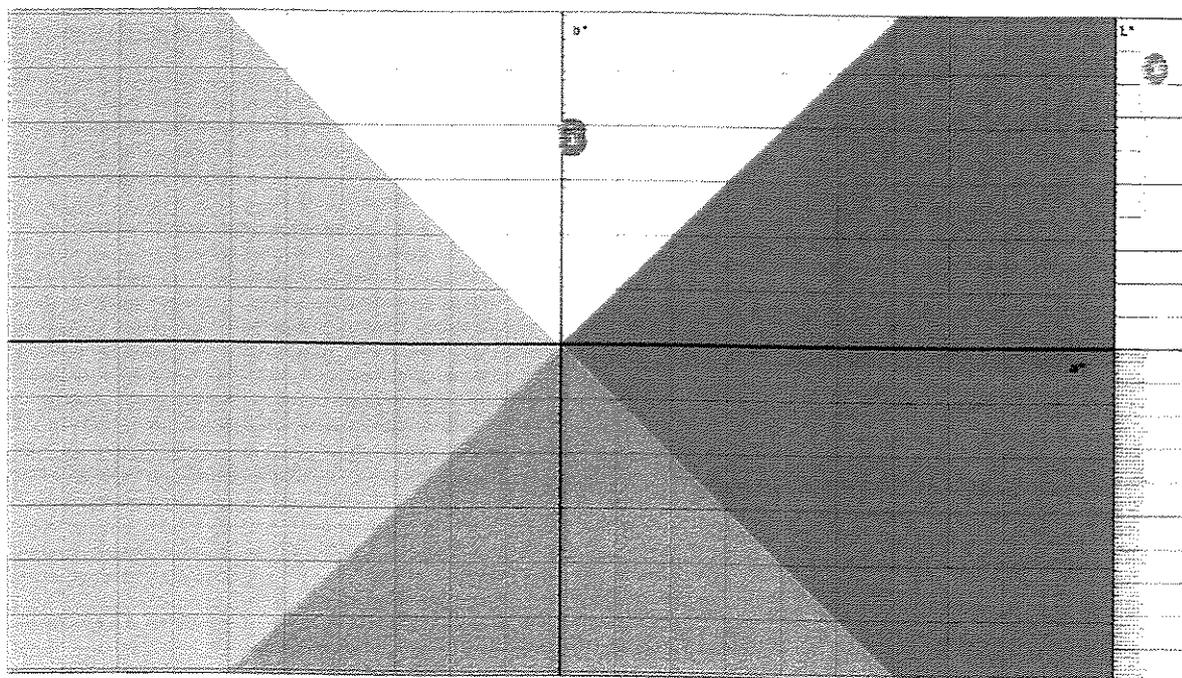


FIGURA 36. Luminosidade (L) e cor das amostras, em termos de  $a$  e  $b$ , em todos os tempos de estocagem.

### 3.3 Análise Sensorial

Os atributos cor, sabor e impressão global das amostras foram os mais relevantes para a pesquisa, por isso consideraram-se apenas os resultados da Análise de Regressão durante o período de armazenamento e Teste de Tukey a 5% de probabilidade (TABELA 57).

TABELA 57. Diferenças estatísticas entre as médias das notas dos atributos cor, sabor e impressão global no decorrer do período de estocagem.

TEMPO (dias)	Médias notas – COR	Médias notas - SABOR	Médias notas – IMPRESSÃO GLOBAL
0	7,3 <sup>a</sup>	7,8 <sup>a</sup>	7,7 <sup>a</sup>
15	7,3 <sup>a</sup>	7,5 <sup>ab</sup>	7,7 <sup>a</sup>
30	6,7 <sup>b</sup>	7,3 <sup>b</sup>	7,4 <sup>b</sup>

OBS: Médias seguidas de mesma letra **minúscula**, dentro de cada **coluna**, não diferem entre si a  $p \leq 0,05$ .

#### 3.3.1 Cor

A FIGURA 37 mostra que não houve correlação linear significativa a  $p \leq 0,05$  entre o tempo de armazenamento e o atributo cor. Apesar disso, os dados estatísticos que constam na TABELA 57 revelam que houve ligeira redução no

atributo cor, sendo que a nota atribuída no tempo 30 foi estatisticamente diferente das demais.

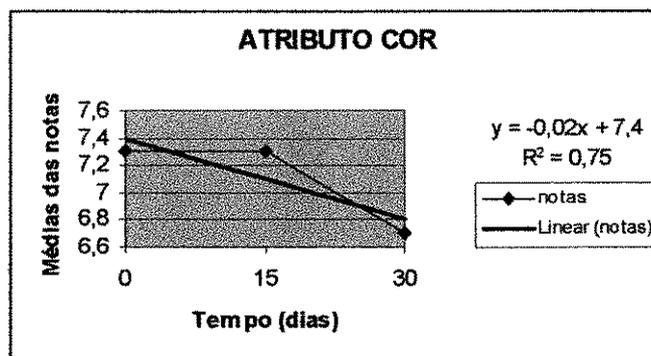


FIGURA 37. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para o atributo cor.

### 3.3.2 Sabor

A análise da FIGURA 38 revela que houve correlação linear significativa a  $p \leq 0,05$  entre o tempo de armazenamento e o sabor da amostra.

Os resultados estatísticos da TABELA 57 indicam que as médias das notas dos tempos 0 e 30 diferiram significativamente entre si, mas não diferiram da nota média no tempo 15, ou seja, houve redução na qualidade do sabor durante o período de estocagem.

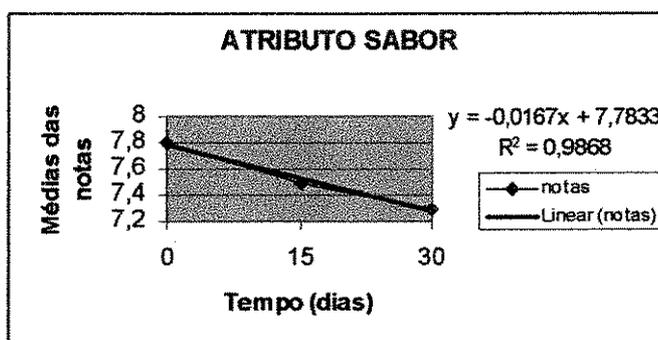


FIGURA 38. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para o atributo sabor.

### 3.3.3 Impressão global

A FIGURA 39 também ilustra que não houve correlação linear significativa a  $p \leq 0,05$  entre o tempo de armazenamento e a impressão global da bebida testada.

Apesar dessa constatação, a TABELA 57 mostra que a nota atribuída no tempo 30 foi significativamente inferior às notas dos tempos 0 e 15 dias, ou seja, a amostra também apresentou redução na qualidade do atributo impressão global durante o armazenamento.

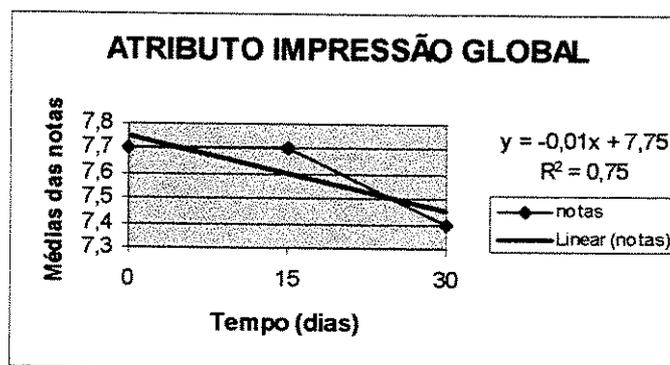


FIGURA 39. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor de  $R^2$  para o atributo impressão global.

#### 4. CONCLUSÕES

O estudo das condições microbiológicas do produto indicou que o grupo de microrganismo predominante foi levedura do tipo *Rhodotorula mucilaginosa*, cuja carga limite de  $10^6$  UFC/ml de produto, determinou um tempo de estocagem de 15 dias à temperatura de 4 - 6°C.

O mistura de garapa processada e suco de maracujá não apresentou notáveis alterações organolépticas embora as Contagens Padrão e de Bolores e Leveduras tivessem na ordem de  $10^3$  e  $10^6$ , respectivamente, ao final do período de armazenamento.

As determinações de Coliformes Totais encontraram-se dentro do limite estabelecido pela legislação durante toda a estocagem.

As variações ocorridas nas determinações físico-químicas já eram esperadas. O teor de ácido ascórbico sofreu perda de apenas 20% em relação ao que foi adicionado, até o final da estocagem refrigerada (4-6°C) em garrafas PET.

A bebida elaborada pela mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada com suco de maracujá, armazenada sob refrigeração (4-6°C) e acondicionada em garrafas PET, mantém qualidade microbiológica e sensorial satisfatória até 15 dias após o processamento.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 1) ARAÚJO, J.M.A. **Química de Alimentos** – teoria e prática. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1995. 335p.
- 2) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of A.O.A.C. Internacional**. 12.ed. Washington, 1984. p.844-845.
- 3) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of A.O.A.C. Internacional**. 16ed. v. II, cap.37, 1997: Fruits and fruit products.
- 4) ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official Methods of Analysis of A.O.A.C. Internacional**. 16ed. v. II, cap.42, 1997: Vegetable products, processed.
- 5) BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. 159p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1990.
- 6) BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº 12, 2 jan. 2001. **Diário Oficial**, Brasília, 2001. Seção I, alínea 17i.
- 7) FERREIRA, V.L.P.; ALMEIDA, T.C.A. de; PETTINELLI, M.L.C.V. *et al.* **Análise Sensorial Testes Discriminativos e Afetivos**. 1.ed. Campinas: SBCTA, 2000. 127p. (Manual – Série Qualidade)
- 8) FRANCO, B.D.G.M.; LANDGRAF, M. **Microbiologia dos Alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1996. 182p.
- 9) GAVA, A.J. Emprego de conservadores químicos em alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.13, n.3, p.183-194, jul./set. 1984.
- 10) GARRUTI, D.S. **Contribuição ao estudo da estabilização física do suco de maracujá integral (*Passiflora edulis f. flavicarpa*)**. 1989. 198p. Dissertação (Mestrado) – Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1989.

- 11) HENSHALL, J.D. Ascorbic acid in fruit juices and beverages. In: COUNSELL, J.N.; HORNIG, D.H. **Vitamin C – ascorbic acid**. 1.ed. London: Applied Science Publishers, 1981. cap.8, p.123-137.
- 12) LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de sucos e produtos ácidos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n.33, p.9-42, mar 1973.
- 13) MEDINA, J.C.; GARCIA, J.L.M.; LARA, J.C.; TOCCHINI, R.P.; HASHIZUME, T.; MORETTI, V.A.; CANTO, W.L. **Maracujá – da cultura ao processamento e comercialização**. Campinas: ITAL/Governo do Estado de São Paulo, 1980. 207p. (Manual Técnico - Série Frutas Tropicais, n.9)
- 14) MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**. New York: CRC Press, 1987. 281p.
- 15) OLIVA, P.B. **Estudo do armazenamento da acerola in natura e estabilidade do néctar de acerola**. 1995. 103p. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP, Campinas, 1995.
- 16) PITT, J.I.; HOCKING, A.D. **Fungi and Food Spoilage**. Gaithersburg: Aspen Publication, 1999. cap.10, p.439-468: yeasts.
- 17) PRATI, P.; MORETTI, R.H. Desenvolvimento de processo para clarificação de caldo de cana para consumo. **Anais - XVIII Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Porto Alegre, 2002.
- 18) PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.M. Estudo de três diferentes concentrações de ácido ascórbico na qualidade sensorial de garapa clarificada estocada sob refrigeração. **Anais - IV Brazilian Meeting on Chemistry of Food and Beverages**. Campinas, 2002.
- 19) SAS Institute. **SAS User's Guide: statistics**. Cary, USA: SAS Inst., 1993.
- 20) SOUZA, A.C.G.; SANDI, D. Industrialização. In: BRUCKNER, C.H.; PICANÇO, M.C. **Maracujá – tecnologia de produção, pós-colheita, agroindústria e mercado**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 2001. cap.12, p.305-343.
- 21) STATISTICA FOR WINDOWS. Copyright© StaSoft. Inc., Tulsa. Version 5.0. 1995.
- 22) STONE, H.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. New York: Academic Press, 1993. 338p.

- 23) TEIXEIRA, E. **Apostila de análise físico-sensorial**. Florianópolis, 1995. 105p.
- 24) VANDERSANT, C.; SPLITSTOESSER, F.O. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3<sup>th</sup> ed. Washington, D.C.: American Health Association (APHA), 1992. 1219p.

## CONCLUSÕES GERAIS

Em relação à composição do caldo de cana, constatou-se que a bebida, por possuir altos teores de açúcares e pH pouco ácido, é muito susceptível à deterioração principalmente por leveduras, fato que ocasionaria sua fermentação. Este fato justifica o desenvolvimento de processo para conservação da bebida.

A maioria dos constituintes da garapa (proteínas, cinzas, polissacarídeos totais e dextrana) encontrou-se em baixos níveis e, portanto os mesmos não comprometeram a eficiência de sua clarificação. Quanto ao teor de vitamina C, a garapa não pode ser considerada como boa fonte deste nutriente, podendo o mesmo ser adicionado para enriquecer o produto e atrair o consumidor.

O tratamento mais eficiente de clarificação-estabilização parcial da garapa para consumo foi aquele que apresentou: maiores notas dos atributos sensoriais cor, turbidez e aparência; teores medianos de polissacarídeos totais; e cerca de 90% de turbidez medida por equipamento. Sendo assim, resultou como melhor, o ensaio no qual utilizou-se 60ppm de PAC, pH 8,0 e 0ppm de polieletrólito.

O estudo preliminar das condições microbiológicas da garapa parcialmente clarificada-estabilizada, acondicionada em garrafas PET e estocada sob refrigeração por dois meses, revelou que o produto mantém-se com boa qualidade para consumo até os trinta dias de armazenamento refrigerado, nas condições do trabalho.

Em relação ao estudo da vida-de-prateleira da garapa parcialmente clarificada-estabilizada adicionada de concentrações distintas de ácido ascórbico, concluiu-se através da análise sensorial que não houve correlação entre os tempos de armazenamento e os atributos para todas as amostras, indicando então que as mesmas mantiveram sua qualidade sensorial até os 30 dias de estocagem refrigerada.

No entanto, apesar de não ter ocorrido diferença significativa entre as amostras (Teste de Tukey) em relação aos atributos estudados nos diferentes tempos de estocagem, o tratamento 2 foi considerado o melhor pois:

- a) as notas atribuídas ao tratamento 2 freqüentemente estiveram em um nível intermediário ou mesmo acima das notas das demais amostras;
- b) como se trata de um nível intermediário de ácido ascórbico o produto final seria menos oneroso do que estabelecer-se o tratamento 3 como o mais adequado.

Quanto ao estudo sensorial da melhor combinação de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e sucos de frutas ácidas, considerando os resultados do Teste de Aceitação e do Teste de Atitude de Compra, concluiu-se que a amostra de garapa parcialmente clarificada-estabilizada com 5% de suco de maracujá, foi o melhor produto em termos de características sensoriais. Posteriormente vem a mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada com 10% de suco de abacaxi, seguida da mistura contendo 7,5% de suco de limão e então a bebida elaborada somente com garapa parcialmente clarificada-estabilizada acidificada com solução 10% de ácido cítrico.

Concluiu-se também que todos os produtos apresentaram boa retenção de vitamina C após o processamento térmico. As análises microbiológicas revelaram que as bebidas apresentaram-se em boas condições para o consumo, nas condições do estudo.

O estudo da vida-de-prateleira da combinação de garapa parcialmente clarificada-estabilizada com 5% de suco de maracujá, revelou que este produto armazenado sob refrigeração (4-6°C) e acondicionado em garrafas PET, mantém níveis satisfatórios de qualidade microbiológica e sensorial até os quinze dias após o processamento.

Até o final da estocagem refrigerada (4-6°C) em garrafas PET, o teor de ácido ascórbico sofreu redução de apenas 20% em relação ao que foi adicionado.