



UNICAMP

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

***Desenvolvimento de tecnologia para estabilização
física, sensorial e microbiológica de caldo de cana.***

Eng. Carlos Alberto Gois Suzart

Engenheiro de Alimentos

Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti

Orientador

*Dissertação apresentada à
Faculdade de Engenharia de
Alimentos da Universidade Estadual
de Campinas para obtenção do título
de **Mestre em Tecnologia de
Alimentos.***

Campinas, 2009

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA
BIBLIOTECA DA FEA – UNICAMP

Su98d Suzart, Carlos Alberto Gois
Desenvolvimento de tecnologia para estabilização física,
sensorial e microbiológica de caldo de cana / Carlos Alberto
Gois Suzart. – Campinas, SP: [s.n.], 2009.

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

1. Cana-de-açúcar. 2. Variedade. 3. Estabilidade. 4.
Análise Microbiológica. 5. Dimetil Dicarbonato. 6. Vida de
prateleira. 7. Análise Sensorial. I. Moretti, Roberto Herminio. II.
Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia
de Alimentos. III. Título.

(lpm/fea)

Título em inglês: Development of technology for stabilizing physical, sensory and
microbiological of sugar cane juice

Palavras-chave em inglês (Keywords): Cane sugar, Variety, Estability, Microbiological
Analysis, Dymethyl Dycarbonate, Shelf-life

Titulação: Mestre em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Helena Teixeira Godóy
Marcelo Alexandre Prado
Patrícia Prati
Selma Bergara Almeida

Data de defesa: 19/03/2009

Programa de Pós-Graduação: Programa em Tecnologia de Alimentos

BANCA EXAMINADORA

Roberto Hermínio Moretti

(Orientador) FEA/UNICAMP

Prof. Dra. Selma Bergara Almeida

(membro) CCTA / UENF

Prof. Dr. Helena Teixeira Godóy

(membro) FEA/UNICAMP

Pesquisadora Científica Dra. Patricia Prati

(membro) APTA / Pólo Centro Sul

Prof. Dr. Marcelo Alexandre Prado

(membro) FEA/UNICAMP

"Jamais considere seus estudos como uma obrigação, mas como uma oportunidade invejável para aprender a conhecer a influência libertadora da beleza do reino do espírito, para seu próprio prazer pessoal e para proveito da comunidade a qual seu futuro trabalho pertencer".

(Albert Einstein).

Aos meus pais,

***Harry Suzart (in memorium) &
Zulmira Suzart,** responsáveis de
minha vida, por todo amor,
paciência, ensinamento,
acompanhamento e incentivo hoje e
sempre!*

Dedico

AGRADECIMENTOS

*À “Família” Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP,
especialmente ao Departamento de Tecnologia de Alimentos
pela oportunidade profissional e convivência.*

*A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelo auxílio
à pesquisa e pela bolsa de mestrado muitíssima importante para o
desenvolvimento do projeto.*

*A Apta Regional (Monte Alegre do Sul - SP), na figura de Prof. Dra. Selma Bergara
Almeida e ao Sr. Joaquim Adelino Azevedo Filho, pela doação das 34 variedades de
cana-de-açúcar para a realização das pesquisas, e*

*A Lanxess por representação da Dohler, na figura de Sr. João Paulo Mitter e Sr.
Cristiano Claudio Otte, pela doação do Dimetil Carbonato.*

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

A DEUS, por me conceder uma vida, uma família, paciência, forças, clareza nas idéias, bênçãos e realizações antes não conquistadas.

*A minha família, em especial a minha mãe **Zulmira Góes Suzart**, aos meus irmãos **Harry Suzart Jr. e Geovana Suzart**, pelo carinho e pela torcida.*

*A paixão da minha vida, **Vanessa de M. Simões**, pelo amor, auxílio, paciência e torcida, mesmo à distância.*

*Agradeço especialmente a **Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti** pela oportunidade de trabalho, amizade, confiança, orientações e experiências passadas.*

*Aos queridos amigos e funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos **Aninha Koon, Adalton & Bernadete, Sra. Denir, Diana, Ana Lourdes, Ana Maria, Marquinhos, Renata, Jaime, Tânia, Marlene, Karina e Elaine** pelo auxílio essencial e aprendizado.*

*Aos colegas de república, **Felipe Volponi, Luiz Phelipe, Bruno Lisbão, Daniel de Pádua, Luiz Murray, Renan Mazucante, Thiago Queiroz, Thomas Lokthus**, pela boa convivência durante este curso de mestrado.*

*Aos professores membros da banca: **Patricia Prati, Selma Bergara, Helena Godóy e Marcelo Prado**, pelas sugestões e contribuições apresentadas.*

*Aos amigos de todos os momentos - “Figuras especiais”: **Bruno Martins, Atílio & Mari, Marina Costa, Barbara Mesquita, Daniela, Milena, Leilane, Leilane, Carol & Sergio, Carlyne, Thiago Orestes, Juliana Perry, Julice Dutra, Adriano Gomes** Obrigado por participarem deste momento!*

*Aos meus auxiliares na pesquisa e amigos, **Marcel Nishimori, João Biscaro, Thiago Queiroz, Natasha Giseulda, Camila Stefano e Juliana Campos** pela grande ajuda neste trabalho.*

*A Prof. Dra. **Helena Godóy**, pelas injeções de bom humor, conselhos e acolhimento.*

*A Prof. Dra. **Selma Bergara**, pela amizade e parceria que resultou em grande parte deste trabalho.*

*Aos professores **Roberto Moretti, Lireny Aparecida, Délia Amaya, Helena Godóy, Marcelo Prado e Francisco Assis** pelas aulas tão importantes nestes anos de aperfeiçoamento.*

Por todas as amizades que nasceram nesta etapa, e a todos os amigos desta vida, que de uma maneira ou de outra sempre me incentivaram e contribuíram para tornar possível a realização deste trabalho,

Meus mais sinceros agradecimentos...

Carlos Suzart

ÍNDICE

	ÍNDICE DE TABELAS.....	xi
	ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiii
	SUMMARY.....	xv
	RESUMO GERAL.....	xix
	GENERAL ABSTRACT.....	x
1.	INTRODUÇÃO GERAL.....	1
1.1.	CALDO DE CANA.....	1
1.2.	PROCESSOS DE ESTABILIZAÇÃO.....	2
1.3.	TECNOLOGIA DE REFRESCOS E/OU CARBONATADAS.....	3
1.4.	BEBIDAS DESPORTIVAS.....	4
1.5.	MERCADO DE BEBIDAS NÃO ALCOÓLICAS.....	5
1.6.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	5
2.	OBJETIVOS.....	7
2.1.	OBJETIVO GERAL.....	7
2.2.	OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	7

CAPÍTULO 1: REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

	RESUMO.....	9
	ABSTRACT.....	10
1.	INTRODUÇÃO.....	11
1.1.	O CALDO DE CANA NO BRASIL E NO MUNDO.....	11
1.2.	<i>TRYPANOSSOMA CRUZI</i> EM CANA-DE-AÇÚCAR UTILIZADA NO PREPARO DO CALDO DE CANA.....	12
1.3.	ESTABILIZAÇÃO FÍSICA, QUÍMICA E MICROBIOLÓGICA.....	13
1.4.	PASTEURIZAÇÃO E ACIDIFICAÇÃO COMO PROCESSO DE CONSERVAÇÃO.....	14
1.5.	CALDO DE CANA COMO FONTE ENERGÉTICA E DE SAIS MINERAIS.....	16
2.	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
3.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	19

CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*SACCHARUM OFFICINARUM*) PARA A PRODUÇÃO DE CALDO DE CANA.

	RESUMO.....	23
	ABSTRACT.....	25
1.	INTRODUÇÃO.....	27

1.1	ESTUDOS DE VARIEDADES.....	27
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	29
2.1.	MATERIAIS.....	29
2.2.	MÉTODOS.....	30
2.2.1.	DETERMINAÇÕES EXPERIMENTAL.....	30
2.2.2.	OBTENÇÃO DO CALDO DE CANA.....	31
2.2.3.	DETERMINAÇÃO FÍSICO-QUÍMICAS.....	31
2.2.4.	AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	32
2.2.4.1.	AMOSTRAS.....	32
2.2.4.2.	CONDIÇÕES DO TESTE DE ORDENAÇÃO.....	33
2.2.5.	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	34
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	37
3.1.	AVALIAÇÃO DAS VINTE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR.....	37
3.2.	CARACTERÍSTICAS DOS PROVADORES.....	45
3.3.	AVALIAÇÃO SENSORIAL.....	47
3.3.1.	PREFERÊNCIA QUANTO AO SABOR.....	47
3.3.2.	PREFERÊNCIA QUANTO À COR.....	49
3.3.3.	PREFERÊNCIA QUANTO À IMPRESSÃO GLOBAL.....	50
4.	CONCLUSÃO.....	52
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	52

**CAPÍTULO 3: DESTRUIÇÃO MICROBIOLÓGICA EM
CALDO DE CANA PELOS PROCESSOS TÉRMICOS
E QUÍMICOS COMBINADOS.**

	RESUMO.....	55
	ABSTRACT.....	57
1.	INTRODUÇÃO.....	59
1.1	CALDO DE CANA E O CRESCIMENTO DO SETOR DE BEBIDAS.....	59
1.2	TRATAMENTO TÉRMICO.....	59
1.3	DIMETIL DICARBONATO.....	60
1.4.	COR INSTRUMENTAL.....	61
2.	MATERIAIS E MÉTODOS.....	63
2.1	MATERIAIS.....	63
2.2	MÉTODOS.....	63
2.2.1	TRATAMENTO TÉRMICO.....	64
2.2.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	65
2.2.3	DETERMINAÇÃO INSTRUMENTAL DA COR.....	66
2.2.4	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.....	67
2.2.5	DETERMINAÇÕES MICROBIOLÓGICAS.....	67
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	68
3.1.	DETERMINAÇÕES MICROBIOLÓGICAS.....	68

3.2.	DETERMINAÇÃO INSTRUMENTAL DA COR.....	72
3.3	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.....	74
4.	CONCLUSÃO.....	75
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	75

CAPÍTULO 4: ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA DE CALDO DE CANA PROCESSADO E/OU CARBONATADO

	RESUMO.....	78
	ABSTRACT.....	79
1.	INTRODUÇÃO.....	80
1.1.	CARACTERIZAÇÃO DO CALDO DE CANA.....	80
1.2.	PROCESSAMENTO TÉRMICO.....	82
1.3.	VIDA DE PRATELEIRA.....	83
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	86
2.1.	MATERIAIS.....	86
2.2.	MÉTODOS.....	88
2.2.1.	PROCESSAMENTO.....	88
2.2.2.	DETERMINAÇÕES MICROBIOLÓGICAS.....	91
2.2.3.	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.....	91
2.2.4.	ANÁLISE SENSORIAL.....	91
2.2.5.	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	93
3.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	93
3.1.	DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS.....	93
3.2.	DETERMINAÇÕES MICROBIOLÓGICAS.....	102
3.3.	ANÁLISE SENSORIAL.....	108
4.	CONCLUSÕES.....	111
5.	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	111
	CONCLUSÃO GERAL	115
	APÊNDICE	116

ÍNDICE DE TABELAS

CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*SACCHARUM OFFICINARUM*) PARA A PRODUÇÃO DE CALDO DE CANA

Tabela 2.1.	CARACTERÍSTICAS DE ALGUMAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR ESTUDADAS.....	28
Tabela 2.2.	VARIEDADES ANALISADAS E SEUS RESPECTIVOS CÓDIGOS.....	30
Tabela 2.3.	MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DOS TEORES DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) DAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR ESTUDADAS DE FEVEREIRO A SETEMBRO DE 2007.....	38
Tabela 2.4.	MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DO RENDIMENTO (%) DAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR ESTUDADAS DE FEVEREIRO A SETEMBRO DE 2007.....	39
Tabela 2.5.	MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DO PH DAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR ESTUDADAS DE FEVEREIRO A SETEMBRO DE 2007.....	40
Tabela 2.6.	MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DA ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (%) DAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR ESTUDADAS DE FEVEREIRO A SETEMBRO DE 2007.....	41
Tabela 2.7.	MÉDIAS E DESVIOS PADRÃO DO RATIO DAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR ESTUDADAS DE FEVEREIRO A SETEMBRO DE 2007.....	42
Tabela 2.8.	TABELA 2.8. MÉDIAS DAS DETERMINAÇÕES DE RENDIMENTO, FÍSICO-QUÍMICAS, FATOR DE QUALIDADE E RANKING DAS VARIEDADES.....	43
Tabela 2.9.	SOMATÓRIO DE PREFERÊNCIA EM RELAÇÃO AO SABOR (R_j) E $(R_j)^2$ DAS AMOSTRAS DE CALDO DE CANA.....	45
Tabela 2.10.	RESULTADO DO TESTE DE COMPARAÇÃO MÚLTIPLA ENTRE OS SOMATÓRIOS DE ORDENAÇÃO DE PREFERÊNCIA QUANTO AO SABOR DAS AMOSTRAS DE CALDO DE CANA-DE-AÇÚCAR..	48
Tabela 2.11.	SOMATÓRIO DE PREFERÊNCIA EM RELAÇÃO À COR (R_j) E $(R_j)^2$ DAS AMOSTRAS DE CALDO DE CANA.....	49
Tabela 2.12.	VALORES DE DIFERENÇA ENTRE OS R_j DAS VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR EM RELAÇÃO AO ATRIBUTO COR.....	50
Tabela 2.13.	SOMATÓRIO DE PREFERÊNCIA EM RELAÇÃO À IMPRESSÃO GLOBAL (R_j) E $(R_j)^2$ DAS AMOSTRAS DE CALDO DE CANA.....	50
Tabela 2.14.	VALORES DE DIFERENÇA ENTRE OS R_j DAS VARIEDADES EM RELAÇÃO AO ATRIBUTO IMPRESSÃO GLOBAL.....	51

CAPÍTULO 3: DESTRUÇÃO MICROBIOLÓGICA EM CALDO DE CANA PELOS PROCESSOS TÉRMICOS E QUÍMICOS COMBINADOS

Tabela 3.1.	VARIÁVEIS INDEPENDENTES E SEUS DIFERENTES NÍVEIS.....	66
Tabela 3.2.	PLANEJAMENTO EXPERIMENTAL COMPLETO (2^2).....	66
Tabela 3.3.	CONTAGEM DE MICRORGANISMO DO CONTROLE E APÓS O PROCESSAMENTO.....	68
Tabela 3.4.	DETERMINAÇÕES DE COR DO CONTROLE E APÓS O	73

Tabela 3.5.	PROCESSAMENTO DOS ENSAIOS..... DETERMINAÇÕES FÍSICO-QUÍMICAS DO CONTROLE E APÓS O PROCESSAMENTO DOS ENSAIOS.....	74
-------------	--	----

**CAPÍTULO 4: ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA DE CALDO
DE CANA PROCESSADO E/OU CARBONATADO**

Tabela 4.1.	IMPORTANTES ALTERAÇÕES NOS ALIMENTOS QUE SEGUEM CINÉTICAS DE ORDEM ZERO OU PRIMEIRA ORDEM.....	84
Tabela 4.2.	PH DO CONTROLE E DURANTE A ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DOS TRATAMENTOS.....	94
Tabela 4.3.	ACIDEZ TOTAL TITULÁVEL (%) DO CONTROLE E DURANTE A ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DOS TRATAMENTOS.....	96
Tabela 4.4.	TEOR DE SÓLIDOS SOLÚVEIS (°BRIX) DO CONTROLE E DURANTE A ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DOS TRATAMENTOS.....	100
Tabela 4.5.	CONTAGEM DE MICRORGANISMOS AERÓBIOS PSICROTRÓFICOS DO CONTROLE E DURANTE A ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DAS BEBIDAS ELABORADAS COM CALDO DE CANA..	103
Tabela 4.6.	CONTAGEM DE BACTÉRIAS LÁTICAS DO CONTROLE E DURANTE A ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DAS BEBIDAS ELABORADAS COM CALDO DE CANA.....	103
Tabela 4.7.	CONTAGEM DE FUNGOS E LEVEDURAS DO CONTROLE E DURANTE A ANÁLISE DA VIDA ÚTIL DAS BEBIDAS ELABORADAS COM CALDO DE CANA.....	106
Tabela 4.8.	RESULTADOS DE ANÁLISES DE COLIFORMES TOTAIS DO CALDO DE CANA.....	107
Tabela 4.9.	RESULTADOS DE ANÁLISES DE COLIFORMES TERMOTOLERANTES DO CALDO DE CANA.....	108
Tabela 4.10.	ANÁLISE SENSORIAL DO ATRIBUTO SABOR DO CALDO DE CANHA EM RELAÇÃO AOS TRATAMENTOS.....	108
Tabela 4.11.	ANÁLISE SENSORIAL DO ATRIBUTO COR DO CALDO DE CANA EM RELAÇÃO AOS TRATAMENTOS.....	109
Tabela 4.12.	RESULTADOS DA INTENÇÃO DE COMPRA EM RELAÇÃO AOS TRATAMENTOS DURANTE A VIDA DE PRATELEIRA.....	110

ÍNDICE DE FIGURAS

CAPÍTULO 2: CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DE CANA-DE-AÇÚCAR (*SACCHARUM OFFICINARUM*) PARA A PRODUÇÃO DE CALDO DE CANA

Figura 2.1.	FICHA DE AVALIAÇÃO DA PREFERÊNCIA QUANTO À IMPRESSÃO GLOBAL, À COR E AO SABOR DAS DEZ AMOSTRAS DE CALDO DE CANA.....	34
Figura 2.2.	SEXO DOS PROVADORES.....	45
Figura 2.3.	FAIXA ETÁRIA DOS PROVADORES.....	46
Figura 2.4.	PREFERÊNCIA DOS PROVADORES.....	47

CAPÍTULO 3: DESTRUÇÃO MICROBIOLÓGICA EM CALDO DE CANA PELOS PROCESSOS TÉRMICOS E QUÍMICOS COMBINADOS

Figura 3.1.	DECOMPOSIÇÃO DE 250 PPM DE DMDC EM BEBIDAS EM DIFERENTES TEMPERATURAS.....	71
Figura 3.2.	ESPAÇO DE COR CIELAB.....	63
Figura 3.3.	SISTEMA DE PASTEURIZAÇÃO TUBULAR.....	65
Figura 3.4.	GRÁFICO DO EFEITO DA TEMPERATURA (°C) E DA CONCENTRAÇÃO DE DMDC NA EFETIVIDADE SOBRE AERÓBIOS MESÓFILOS.....	70
Figura 3.5.	GRÁFICO DO EFEITO DA TEMPERATURA (°C) E DA CONCENTRAÇÃO DE DMDC NA EFETIVIDADE SOBRE BATERIAS LÁTICAS.....	71
Figura 3.6.	GRÁFICO DO EFEITO DA TEMPERATURA (°C) E DA CONCENTRAÇÃO DE DMDC (PPM) NA EFETIVIDADE SOBRE FUNGOS FILAMENTOSOS E LEVEDURIFORMES.....	72

CAPÍTULO 4: ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA DE CALDO DE CANA PROCESSADO E/OU CARBONATADO

Figura 4.1.	FLUXOGRAMA DO PROCESSAMENTO.....	90
Figura 4.2.	FICHA DE AVALIAÇÃO DE AVALIAÇÃO DE ATRIBUTOS SENSORIAIS E INTENÇÃO DE COMPRA.....	92
Figura 4.3.	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R ² PARA O TRATAMENTO 1.....	94
Figura 4.4.	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R ² PARA O TRATAMENTO 2.....	95
Figura 4.5.	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R ² PARA O TRATAMENTO 3.....	95
Figura 4.6.	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E	96

	O VALOR R^2 PARA O TRATAMENTO 4.....	
Figura 4.7	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R^2 PARA O TRATAMENTO 1.....	97
Figura 4.8	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R^2 PARA O TRATAMENTO 2.....	98
Figura 4.9	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R^2 PARA O TRATAMENTO 3.....	98
Figura 4.10	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R^2 PARA O TRATAMENTO 4.....	99
Figura 4.11	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R^2 PARA O TRATAMENTO 1.....	100
Figura 4.12	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R^2 PARA O TRATAMENTO 2.....	120
Figura 4.13	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R^2 PARA O TRATAMENTO 3.....	101
Figura 4.14	ANÁLISE DE REGRESSÃO CONTENDO A EQUAÇÃO DA RETA E O VALOR R^2 PARA O TRATAMENTO 4.....	102
Figura 4.15	CONTAMINAÇÃO DA CÂMARA ISOBÁRICA DO CARBONATADOR.	105
Figura 4.16	CONTAMINAÇÃO NA CÂMARA DE CARBONATAÇÃO.....	105
Figura 4.17	CONTAMINAÇÃO DO O-RING DA VÁLVULA DA BOMBA (DEFEITO NA VEDAÇÃO).....	106

SUMMARY

	SUMMARY OF TABLES.....	xi
	SUMMARY OF PICTURES.....	xiii
	SUMMARY.....	xv
	GENERAL ABSTRACT.....	xviii
1.	GENERAL INTRODUCTION.....	1
1.1.	CANE JUICE.....	1
1.2.	STABILIZATION PROCESS.....	2
1.3.	SOFT DRINKS TECHNOLOGIE AND/OR CARBONATED.....	3
1.4.	SPORTIVE BEVERAGES.....	4
1.5.	NON ALCOOLIC BEVERAGES' MARKET.....	5
1.6.	BIBLIOGRAPHIC REFERENCES.....	5
2.	OBJETIVES.....	7
2.1.	GENERAL OBJECTIVES.....	7
2.2.	SPECIFIC OBJECTIVES.....	7

CHAPTER 1: BIBLIOGRAPHIC REVIEW

	ABSTRACT.....	9
	ABSTRACT.....	10
1.	INTRODUCTION.....	11
1.1.	THE CANE JUICE IN BRAZIL AND IN THE WORLD.....	11
1.2.	<i>TRYPANOSSOMA CRUZI</i> IN CANE JUICE USED ON THE PREPARATION OF THE CANE JUICE.....	12
1.3.	PHYSICAL, CHEMICAL AND MICROBIOLOGICAL STABILIZATION.....	13
1.4.	PASTEURIZATION AND ACIDIFICATION AS A CONSERVATION PROCESS.....	14
1.5.	CANE JUICE AS AN ENERGETIC SOURCE AND MINERAL SALTS.....	16
2.	FINAL CONSIDERATIONS.....	17
3.	BIBLIOGRAPHIC REFERENCES.....	19

CHAPTER 2: CHARACTERIZATION OF VARIETIES OF SUGAR CANE (*SACCHARUM OFFICINARUM*) FOR THE PRODUCTION OF CANE JUICE.

	ABSTRACT.....	23
	ABSTRACT.....	25
1.	INTRODUCTION.....	27

1.1	STUDIES OF VARIETIES.....	27
2.	MATERIALS AND METHODS.....	29
2.1.	MATERIALS.....	29
2.2.	METHODS.....	30
2.2.1.	EXPERIMENTAL DETERMINATIONS.....	30
2.2.2.	OBTAINING THE CANE JUICE.....	31
2.2.3.	PHYSICAL-CHEMICAL DETERMINATIONS.....	31
2.2.4.	SENSORY EVALUATIONS.....	32
2.2.4.1.	SAMPLES.....	32
2.2.4.2.	THE CONDITIONS OF THE ORDERING TEST.....	33
2.2.5.	STATISTICAL ANALYSIS.....	34
3.	RESULTS AND DISCUSSIONS.....	35
3.1.	EVALUATION OF THE TWENTY VARIETIES OF SUGAR CANE.....	37
3.2.	CHARACTERISTICS OF THE TASTERS.....	45
3.3.	SENSORY EVALUATION.....	47
3.3.1.	TASTE PREFERENCE.....	47
3.3.2.	COLOR PREFERENCE.....	49
3.3.3.	GLOBAL IMPRESSION PREFERENCE.....	50
4.	CONCLUSION.....	52
5.	BIBLIOGRAPHIC REFERENCES	52

**CHAPTER 3: MICROBIOLOGICAL DESTRUCTION IN
CANE JUICE BY THE HEAT AND CHEMICAL
PROCESS COMBINED.**

	ABSTRACT.....	55
	ABSTRACT.....	57
1.	INTRODUCTION.....	59
1.1	THE CANE JUICE AND THE GROWTH OF THE SECTOR OF BEVERAGES.....	59
1.2	HEAT TREATMENT.....	59
1.3	DIMETIL DICARBONATE.....	60
1.4.	INSTRUMENTAL COLOR.....	61
2.	MATERIALS AND METHODS.....	63
2.1	MATERIALS.....	63
2.2	METHODS.....	64
2.2.1	HEAT TREATMENT.....	64
2.2.2	EXPERIMENTAL DESIGN.....	65
2.2.3	INSTRUMENTAL DETERMINATION OF COLOR.....	66
2.2.4	PHYSICAL-CHEMICAL DETERMINATIONS.....	67
2.2.5	MICROBIOLOGICAL DETERMINATIONS.....	67
3.	RESULTS AND DISCUSSIONS.....	68
3.1.	MICROBIOLOGICAL DETERMINATIONS	68

3.2.	INSTRUMENTAL DETERMINATION OF COLOR	72
3.3	PHYSICAL-CHEMICAL DETERMINATIONS	74
4.	CONCLUSION.....	75
5.	BIBLIOGRAPHIC REFERENCES.....	75

**CHAPTER 4: STUDY OF THE SHELF-LIFE OF THE CANE JUICE
PROCESSED AND/OR CARBONATED**

	ABSTRACT	78
	ABSTRACT.....	79
1.	INTRODUCTION.....	80
1.1.	CHARACTERIZATION FO THE CANE JUICE.....	80
1.2.	HEAT PROCESSING.....	82
1.3.	SHELF-LIFE.....	83
2.	MATERIAL AND METHODS.....	84
2.1.	MATERIALS.....	84
2.2.	METHODS.....	88
2.2.1.	PROCESSING.....	88
2.2.2.	MICROBIOLOGICAL DETERMINATIONS.....	91
2.2.3.	PHYSICAL-CHEMICAL DETERMINATIONS.....	91
2.2.4.	SENSORY ANALYSIS.....	91
2.2.5.	STATISTICAL ANALYSIS.....	93
3.	RESULTS AND DISCUCTIONS.....	93
3.1.	PHYSICAL-CHEMICAL DETERMINATIONS	93
3.2.	MICROBIOLOGICAL DETERMINATIONS	92
3.3.	SENSORY ANALYSIS	96
4.	CONCLUSIONS.....	111
5.	BIBLIOGRAPHIC REFERENCES.....	111
	GENERAL CONCLUSIONS	115
	APPENDIX	116

RESUMO GERAL

O caldo de cana é uma bebida nutritiva, energética, muito popular no Brasil sendo consumido por pessoas de todas as idades e classes sociais, especialmente nos períodos mais quentes do ano. Graças às suas qualidades nutricionais e sensoriais, caldo de cana foi o principal objeto de estudo deste trabalho de dissertação. O estudo do caldo de cana consistiu basicamente na avaliação de variedades de cana-de-açúcar como matéria-prima para a industrialização do caldo de cana, objetivando a seleção de uma variedade que atenda as necessidades tecnológicas em relação ao rendimento, teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix), Acidez Total Titulável (%), pH e sensoriais (sabor, cor e impressão global). Em relação aos processos tecnológicos aplicados ao caldo de cana, foram estudados métodos de tratamento térmico e a químicos combinados. Como consequência lógica, também foi avaliada a estabilidade dos produtos processados com o intuito de determinar a ocorrência de alterações físicas, físico-químicas e sensoriais. O estudo de variedades para a produção de caldo de cana (Capítulo 2) foi realizado com 20 variedades diferentes, durante os meses de março a setembro de 2007. Nas determinações físico-químicas, a variedade IACSP93-3046 teve um resultado muito acima das outras variedades da população amostral. A segunda colocada no fator de qualidade (IACSP93-6048) teve uma melhor avaliação sensorial em relação aos atributos de sabor, cor e impressão global em relação a IACSP93-3046. A variedade IACSP93-6048 foi a mais indicada para obtenção de caldo para o consumo, seguida da variedade IAC91-3111, que também teve resultados satisfatórios nos experimentos realizados. No estudo de destruição microbiológica em caldo de cana pelos processos térmicos e químicos combinados (Capítulo 3), os resultados obtidos mostraram que existiu uma relação cinética entre o tratamento térmico ($90^{\circ}\text{C}/40\text{s}$) e o uso do Dimetil Dicarbonato (180-220ppm) na destruição dos microrganismos. O ensaio 6 apresentou significativa redução ($p < 0,05$) do valor da Diferença Total de cor (ΔE) (descrito na tabela 3.4) em relação aos demais ensaios. Foi observado que pelo fato de sofrer menor efeito da temperatura do ensaio (apenas 4°C), houve também menor alteração da sua cor, se comparado ao controle. As outras medidas variou em uma faixa de $5,84 \pm 0,24$ (ensaio 12) a $10,97 \pm 0,13$ (ensaio 2), sendo estes ensaios os que mais sofreram alteração de cor devido a temperatura utilizada. Conclui-se que utilizando um tratamento térmico de $90^{\circ}\text{C}/40\text{s}$ combinado com a adição de DMDC, em uma faixa de concentração entre 180 e 220ppm, nas condições de temperatura de 4°C , com pH igual a $4,2 \pm 0,02$, pode-se alcançar uma destruição microbiana de 4D, com uma leve alteração na cor do produto, e não alterando o teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) e a turbidez. No estudo de vida-de-prateleira de caldo de cana processado e/ou carbonatado (Capítulo 4) foi avaliados 4 tratamentos (caldo de cana puro e com 4% de limão, caldo de cana carbonatado puro e com 4% de limão). Entre os tratamentos, não houve diferença significativa em relação ao teor de sólidos solúveis. Durante o período de armazenamento, o teor de sólidos solúveis diminuiu significativamente no tratamento 2, Em relação aos coliformes totais e fecais não foi encontrado nenhum tipo de contaminação, evidenciando a higiene utilizada nos processamentos. Os resultados dos testes sensoriais foram satisfatórios para todos os tratamentos no tem "0" (zero), sendo encontrado valores entre 8,3 para o caldo de cana adicionado com 4% de suco de limão, que na escala hedônica utilizada significa "gostei muito" até valores menores, mas aceitáveis, como exemplo do tratamento 2, que teve média de 7,5 (gostei moderadamente) utilizando a escala hedônica. Observou-se uma estabilidade aceitável da cor do caldo de cana durante os 75 dias de vida de prateleira para os tratamento 1 e 3. As bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana com 0 e 4% de suco de limão, submetido à pasteurização combinada com o DMDC, acondicionadas em garrafas de PET e armazenadas sob refrigeração mantiveram ambas qualidade sensorial satisfatória durante os períodos de 75 dias, após o processamento.

GENERAL ABSTRACT

The cane juice it's a nutritive beverage, energetic and very popular in Brazil and its consumed buy people from all the ages and social classes, especially during the hot periods of the year. Thanks to its nutritional and sensory qualities, the sugar cane juice was the main object of study of this dissertation work. The study of sugar cane juice was basic consisted in the evaluation of varieties of sugar cane as raw material for the industrialization of sugar cane juice in order to select a variety that meets the technological requirements in relation to yield, soluble solids content ($^{\circ}$ Brix), titratable acidity (%), pH and sensory (taste, color and overall impression). In relation to technological processes applied to sugar cane juice, were studied methods of heat treatment and chemical combination. As a logical consequence, was also evaluated the stability of processed products in order to determine the occurrence of physical, physical-chemical and sensory changes. The study of varieties for the production of sugar cane juice (Chapter 2) was performed with 20 different varieties, during the months of March to September 2007. On the physical-chemical determinations, the variety IACSP93-3046 had a result well above the other varieties of the population sample. The second placed on the quality factor (IACSP93-6048) had a better sensory evaluation on attributes of flavor, color and overall impression related to the IACSP93-3046. The variety IACSP93-6048 was the most suitable for obtaining juice for consumption, then the variety IAC91-3111, which also had satisfactory results in experiments. In the study of microbial destruction in sugar cane juice by combined chemical and thermal processes (Chapter 3), the results showed that there was a relationship between the kinetic heat treatment (90° C/40s) and the use of Dimethyl Dicarbonate (180-220 ppm) in the destruction of microorganisms. The trial 6 showed significant reduction ($p < 0.05$) on the value of the Total Color Difference (ΔE) (described in Table 3.4) compared to other tests. It was observed that the fact of suffering lower effect of the temperature of the test (only 4° C), there was also less change in their color, when compared to the control. Other measures varied in the range of 5.84 ± 0.24 (test 12) to 10.97 ± 0.13 (test 2), these tests were the ones that had the most change in color due to the temperature used. We conclude that using a heat treatment of 90° C/40s combined with the addition of DMDC in a range of concentrations between 180 and 220ppm, in the conditions of temperature of 4° C, with pH equal to 4.2 ± 0.02 , it can be achieved the 4D of microbial destruction, with a slight change in color of the product not changing the content of soluble solids ($^{\circ}$ Brix) and turbidity. In the study of shelf-life of processed sugar cane juice and / or carbonated (Chapter 4) was evaluated 4 treatments (sugar cane juice and 4% of pure lemon, pure sugar cane juice and carbonated with 4% of lime). Among the treatments, it didn't have significant difference in the soluble solids content. During the period of storage, soluble solids content significantly decreased in treatment 2. For the total and fecal coli forms were not found any contamination, highlighting the human used in processing. The results of sensory tests were satisfactory for all the treatments have "0" (zero), and found values between 8.3 for the sugar cane juice with added 4% of lemon juice, which on the hedonic scale used means "liked very much" to lower values, but acceptable, such as treatment 2, which had a mean of 7.5 (liked moderately) using the hedonic scale. There was an acceptable color stability of sugarcane juice during the 75 days of shelf life for treatment 1 and 3. The beverage prepared by mixing sugar cane juice with 0 and 4% of lemon juice, submitted to pasteurization combined with DMDC, packed in PET bottles and stored under refrigeration remained both satisfactory the sensory quality during the periods of 75 days, after processing.

1. INTRODUÇÃO GERAL

1.1. Caldo de cana

O caldo de cana ou garapa é comercializada nas ruas 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 no Brasil (SOCCOL et al., 1990).

Considerando que o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (AGRIANUAL, 2007) 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, ampliar a gama de produtos de médias e grandes empresas de bebidas, bem como a implantação ou adequação de micro-empresas ao ramo.

A garapa pode ser considerada um “suco da cana” segundo (LIMA, 1998), os sucos naturais geralmente são conservados por pasteurização e/ou adição de preservativos permitidos pela legislação brasileira.

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 (PRATI; MORETTI, 2004).

Tal conservação se faz necessária, pois o caldo de cana é um produto perecível aos fatores físicos (luz, calor), químicos (O₂, reações enzimáticas) e biológicos (microorganismos, insetos) responsáveis por suas alterações

comprometendo 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).

1.2. Processos de estabilização

O uso de altas temperaturas para conservar alimentos está baseada em seu efeito destrutivo sobre os microrganismos. Temperaturas de pasteurização são suficientes para destruir todas as leveduras, fungos, bactérias Gram-negativas e muitas bactérias Gram-positivas. A presença de açúcares no meio de suspensão causa um aumento na resistência dos microrganismos ao calor. Este efeito é, pelo menos em parte, devido ao decréscimo na atividade de água causado por altas concentrações de açúcar.

O caldo de cana após a extração torna-se escuro e apresenta sedimentação. Tratamentos térmicos convencionais conferem um sabor de melado ao caldo de cana, afetando adversamente seu sabor característico (SINGH et al., 2002) realizaram estudos na preservação do caldo de cana, a fim de obterem uma bebida pronta para beber, com boa aceitação sensorial. Utilizou-se uma pasteurização do caldo de cana (70°C/10min), seguida da adição de ácido cítrico (40mg/100ml de suco), ácido ascórbico (40mg/100ml) e 150ppm de metabissulfito de potássio, como agente conservador, conferindo ao produto acondicionado em garrafas de vidro previamente esterilizadas, estabilidade de 90 dias sob refrigeração.

Trabalhos realizados por (BHUPINDER et al., 1991), mostraram que o tratamento térmico (80°C/10s) seguido da adição de 140 mg/l de metabissulfito de potássio, 3% de suco de limão e 1 % de extrato de gengibre conferiu uma estabilidade de 24 semanas ao produto engarrafado e um bom índice de aceitação entre provadores.

A adição de limão e gengibre tem como objetivo, ajustar as características do produto processado às condições usuais de consumo, bem como a redução do pH a aproximadamente 4,0, para que o tratamento térmico seja o mais brando

possível, uma vez que a redução do pH dificulta o desenvolvimento microbiano (LEITÃO, 1973).

Dimetil Dicarbonato é um líquido incolor utilizado a frio como agente de controle de microrganismos para a conservação de bebidas com pH entre 2,0 e 4,2, sendo que dentro desta faixa de trabalho não há limitação de uso deste constituinte químico para o tipo de bebida: alto/baixo conteúdo de polpa/suco, carbonatado ou não, adoçado ou não. Algumas das vantagens de sua aplicação são: Não há impacto sobre o sabor, odor ou cor da bebida final tratada; não é consumido pelo consumidor; devido ao processo de hidrólise que ocorre; excelente efetividade contra leveduras; não gera resistência aos microrganismos; compatível com todos os tipos de embalagens (vidro, metal, plástico, cartonado); baixo investimento inicial, quando comparado com linhas assépticas ou hot-filling. O Ministério da Saúde através da Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº. 70, de 22 de outubro de 2007 aprovou o uso do aditivo INS 242 Dimetil Dicarbonato, Dicarbonato Dimetílico na função conservador para os seguintes alimentos e respectivos limites máximos de uso em 250 ppm. Em anos interiores, o FAD (Food and Drug Administration) (EUA), a SCF (Scientific Committee for Food) (União Européia), o JECFA (Joint FAO/WHO Expert Committee for Food Additives), a OMS (Organização Mundial da Saúde) e a FAO (Food and Agriculture Organization) realizaram várias avaliações para o uso do Dimetil dicarbonato, que confirmaram a inocuidade da substância nas mais diferentes bebidas após sua decomposição por hidrólise.

1.3. Tecnologia de refrescos e/ou bebidas carbonatadas

O termo refresco está aberto a diversas interpretações por isso é necessária uma cuidadosa definição. O mais aceito é o termo que engloba as bebidas sem álcool (incluindo as cervejas e vinhos sem álcool e a água), pois é comumente usado para chás, café e bebidas compostas com leite.

Os refrescos carbonatados são consumidos sempre sem diluir e incluem *crushes*, *citrus comminutes*, *lemonade* e outras bebidas como as de cola e bebidas mescladas. A carbonatação pode ser considerada como a saturação de

um líquido com CO₂ gasoso. Na elaboração, há uma mistura entre o concentrado, a água e o CO₂ gasoso que se combinam em proporção adequada antes de ser transferidos como uma bebida completa para a envasadora.

Nas bebidas carbonatadas, a elevada concentração de CO₂ dissolvido, superior a 0,1MPa, é um importante fator que controla o crescimento de microrganismos. O efeito da carbonatação tem resultados eficazes quando a níveis superiores a 2,5 – 3,8 volumes, sendo as bactérias ácido acéticas as mais sensíveis. As leveduras são os componentes mais resistentes da microflora, sendo a carbonatação eficaz somente a níveis superiores a 4 volumes de CO₂ (VARNAM; SUTHERLAND; 1994).

Existem explicações para o mecanismo de inibição do CO₂ sobre os microrganismos (VARNAM; SUTHERLAND; 1994) descobriram que o CO₂ bloqueia o metabolismo de *Pseudomonas aeruginosa*, afetando a descarboxilação enzimática e a permeabilidade da membrana celular. Esses autores sugeriram que a inibição por CO₂ ocorreu devido ao acúmulo deste composto na bicamada lipídica, resultando em um aumento da fluidez da mesma sendo que a atividade inibitória aumenta se a temperatura de armazenamento diminui.

1.4. Bebidas desportivas

Recentemente vem aumentando a disponibilidade de bebidas desportivas e derivados. Estas bebidas modernas se dispõem em diferentes tipos para atender a distintas necessidades associadas aos exercícios físicos. As mais comuns são as bebidas repositórias de fluido, que foram formuladas para facilitar a re-hidratação antes, durante e após a atividade física intensa. Tais bebidas são conhecidas também como isotônicos, equilibradores e repositórias de eletrólitos. Os eletrólitos estão presentes no caldo de cana de forma natural, o que facilita a absorção de água, e a reposição de eletrólitos que é uma prioridade antes do exercício. Os eletrólitos principais são o sódio e cloretos, e outros presentes são: potássio, magnésio, cálcio, ferro, fosfatos e carbonatos.

Os eletrólitos são estáveis na forma iônica mediante a adição conjunta de ácido cítrico ou málico. As bebidas para repor fluidos também incorporam carboidratos com uma fonte de energia.

1.5. Mercado de bebidas não alcoólicas

Segundo dados da consultoria BDO Trevisan, o setor de refrigerantes e bebidas não alcoólicas é composto por 835 fabricantes de refrigerantes, 512 fabricantes de sucos, 238 fabricantes de outras bebidas não alcoólicas (chás, isotônicos, energéticos, água de coco, etc) e 505 fabricantes de águas (ABIR, 2007).

Os brasileiros consumiram mais refrigerantes na metade de 2007 do que no mesmo período de 2006. A produção de refrigerantes aumentou em 5,6%, sendo que em abril e maio a taxa ultrapassou a média, chegando a mais 10%. Durante todo o ano de 2006, foram produzidos 13 bilhões de litros de refrigerante. Nos seis primeiros seis meses de 2007, já foram 7,8 bilhões (ABIR, 2007).

O mercado de bebidas energéticas desde seu início no Brasil vem apresentando um ritmo de crescimento acelerado, superior a outras categorias tradicionais de bebidas. De 1999 a 2006, o mercado cresceu uma média de 25,4% ao ano. Nos primeiros cinco meses de 2007 já se verificava um aumento de 46% (ABIR, 2007).

1.6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABIR, Associação Brasileira das Indústrias de Refrigerantes e de Bebidas Não Alcoólicas, **Anuário 2007 ABIR**. 2007

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Argos/FNP Consultoria e comércio, 2007.

BHUPINDER, K.; SHARMA, K.P.; HARINDER, K. Studies on the development and storage stability of ready to serve bottled sugarcane juice. **International Journal of Tropical Agriculture**, "s.l." v. 9, n°2, p.128-134, jun, 1991.

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.

LEITÃO, M.F.F Microbiologia de sucos e produtos ácidos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n.33, p.9-42, mar 1973.

LIMA, U.A.L. **Agroindustrialização de frutas**. São Paulo: FEALQ, 1998. 151p.

PRATI, P. **Desenvolvimento de processo para estabilização de caldo de cana adicionado de sucos de frutas ácidas**. 2004. 169p. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

SINGH, D.; CHAUHAN, O. P.; TYAGI, S. M.; BALYAN, D. K. Studies on Preservation of Sugarcane Juice. **International Journal of Food Properties**, v.5, n.1, p.217-229, 2002.

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.

VARNAM, A H.; SUTHERLAND, J. P. **Beverages: Technology, Chemistry and Microbiology**. London: Chapman & Hall, p.453 1994.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

Desenvolver uma tecnologia de estabilizações físicas, sensoriais e microbiológicas de caldo de cana carbonatado e/ou refresco.

2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar e determinar a melhor variedade de cana-de-açúcar para o processamento do caldo de cana, em relação às coordenadas de cor instrumental L, a* e b*, diferença total de cor (ΔE^*), rendimento, °Brix, *ratio*, ATT%, pH e análises sensoriais (teste de Durbin's).
- Avaliar a mais eficiente concentração (150 a 250ppm) necessária de Dimetil Dicarbonato (DMDC) em relação à temperatura (4 a 46°C) do caldo de cana pasteurizado a 90°C/40s com pH 4,2 para destruir microrganismos. Nestas análises foram utilizadas determinações de coordenadas de cor instrumental L, a*, b*, turbidez e diferença total de cor (ΔE^*), ATT%, pH, °Brix, Ratio e análises microbiológicas.
- Avaliar a vida-de-prateleira e qualidade do caldo de cana estocado a temperatura de 10±1°C, em relação aos aspectos sensoriais, microbiológicos e físico-químicos por até 75 dias, determinando possíveis separações de fases ou escurecimento do caldo de cana e suas causas.
- Determinar a melhor aceitação por parte do consumidor em relação ao sabor do caldo de cana, comparando as amostras com 0% e 4% de suco de limão.

**CAPÍTULO 1:
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

Campinas, 2009

RESUMO

Este artigo aborda as possibilidades de processamento do caldo de cana, uma bebida nutritiva, energética e muito popular no Brasil, que é consumida por pessoas de todas as idades e classes sociais, principalmente nos períodos mais quentes do ano. Contaminado pelo *Trypanosoma cruzi*, o caldo de cana causa doenças de chagas se ingerido, um problema de saúde pública ocorrido em diversos estados do Brasil. A partir da evidência científica, pode-se observar que o caldo de cana após a extração torna-se escuro e apresenta sedimentação, fato este que dificulta o seu armazenamento por mais de 60 dias sob refrigeração ou não. Ademais, os tratamentos térmicos convencionais conferem um sabor de melado ao caldo de cana, afetando adversamente seu sabor característico, um fator importante para a aceitação sensorial pelo consumidor. Recentemente vem aumentando a disponibilidade de bebidas desportivas e derivados e o caldo de cana é um exemplo, já sendo utilizado por jogadores de futebol. Estas bebidas modernas dispõem-se em diferentes tipos para atender a distintas necessidades associadas aos exercícios físicos. O caldo de cana é uma bebida repositória de fluido, que pode ser formulada para facilitar a re-hidratação antes, durante e após a atividade física intensa. Observou-se um grande avanço nas tecnologias utilizadas para o processamento de caldo de cana, mas estudos de melhores variedades de cana-de-açúcar, redução das atividades enzimáticas, eficiente esterilização do caldo de cana e aumento da estabilidade ainda são problemas a serem solucionados para garantir a produção em larga escala.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, pasteurização, estabilização.

ABSTRACT

This paper says about the possibilities of the process of the cane juice, a nutritive beverage, energetic and very popular in Brazil, which is consumed by people of all ages and social classes, mainly during the hottest periods of the year. Contaminated by the *Trypanossoma cruzi*, the cane juice causes the chagas disease if ingested, a public health problem occurred in various Brazilian states. From the scientific evidence, can be observed that the cane juice after extraction becomes dark and presents sedimentation, this fact makes the storage hard for more than 60 days under refrigeration or not. Therefore, the conventional thermal treatments gives a molasses taste to the cane juice, contrary affecting its characteristic taste, an important factor for the sensory acceptance by the consumer. Recently has been increasing the availability of sportive beverages and its derivatives and the cane juice it's an example, has been already used by the soccer players. Those moderns' beverages disposes of different types to attend distinct necessities associated to the physical exercises. The cane juice is a fluid repository beverage, which can be formulated to make easier the re – hydration before, during and after the intense physical activity. Was observed a huge advance on the technologies used for the cane juice process, but studies of better' s varieties of sugar cane, enzymatic activities reductions, efficient sterilization of the cane juice and the increase of the stability are still problems to be solved in order to guarantee the large scale production.

Keywords: cane juice, thermal treatment, estabilization.

1. INTRODUÇÃO

1.1. O caldo de cana no Brasil e no mundo

A origem provável da cana-de-açúcar data de 6 mil anos A.C. em regiões próximas à Índia. Durante a antigüidade, porém, o açúcar não passava de uma especiaria exótica, sendo utilizado apenas como tempero ou remédio. O preparo de alimentos adocicados era feito com mel de abelhas (COOPERSUCAR, 2007).

O caldo de cana é uma bebida nutritiva, energética, muito popular no Brasil sendo consumido por pessoas de todas as idades e classes sociais, especialmente nos períodos mais quentes do ano. É obtida pela extração em moendas elétricas ou manuais, coado em peneiras metálicas ou plásticas e servido com gelo, podendo ser consumido puro ou adicionado de suco de frutas ácidas. A bebida é comercializada em vias públicas, parques, praças e feiras por vendedores denominados de garapeiros (LUBATTI, 1999).

Considerando que o Brasil é o maior produtor mundial de cana-de-açúcar (AGRIANUAL, 2007) 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, ampliem a gama de produtos de médias e grandes empresas de bebidas, bem como a implantação ou adequação de micro-empresas ao ramo.

Devido à grande aceitação popular e facilidade de exploração, o caldo de cana pode alcançar um mercado consumidor com proporções ainda maiores. O produto processado e embalado, pronto para o consumo, pode ser comercializado em lanchonetes, restaurantes, cadeias de fast food, feiras, parques e shoppings, nos quais a procura por produtos naturais, saudáveis e com boas características nutricionais é cada vez maior, ao invés de limitar-se à venda no comércio de rua (OLIVEIRA et. al, 2006a).

Em razão de o Brasil ser o maior produtor mundial de cana-de-açúcar e do grande potencial mercadológico dos sucos de frutas industrializadas, o consumo

de caldo de cana poderia ser mais bem explorado se o grau de conveniência e qualidade higiênico-sanitária fosse ampliado aos consumidores, ou seja, se ele pudesse ser comercializado processado, embalado, pronto para o consumo, facilitando sua utilização em redes de alimentação e aumentando sua vida útil (OLIVEIRA et. al, 2006b).

1.2. *Trypanossoma cruzi* em cana-de-açúcar utilizada no preparo do caldo de cana

A infecção de *Trypanosoma cruzi*, responsável pela doença de Chagas, muito importante endemia parasitária em diversos países latino-americanos, é disseminada fundamentalmente através de triatomíneos, como decorrência de situações habitacionais impróprias, relacionadas com péssimas contingências sócio-econômicas (PINTO,1990).

A doença de Chagas pode ser transmitida ao homem através de vários mecanismos: fezes de triatomíneo infectado; transfusão sangüínea; acidente em laboratório; transplante de órgão; via congênito ou oral convindo salientar que esta última tem motivado ocorrências recentemente (CARDOSO et al., 2006).

Estudo realizados por CARDOSO et al. (2006) procurou-se avaliar a sobrevivência de *Trypanosoma cruzi* presente em cana de açúcar contaminada com o parasita, utilizada no preparo do caldo e, também, a viabilidade e a capacidade de infecção do parasita depois de ser recuperado. Trinta triatomíneos foram contaminados com a cepa Y de *T. cruzi*; após 45 dias realizou-se a contaminação de pedaços de cana de açúcar com o conteúdo intestinal dos insetos. Estes pedaços foram moídos em diferentes tempos: no início (tempo 0) e após 1, 4, 6, 12 e 24 horas da contaminação e o caldo extraído foi analisado por diferentes métodos: direto, centrifugação em tubo de hematócrito, QBC. Este caldo contaminado foi inoculado em 47 camundongos machos BALB/c, sendo cinco controles (com caldo de cana limpo) e sete para cada tempo estudado (cinco inoculados pela via oral e dois pela intraperitoneal). Na análise direta e no QBC obteve-se resultados positivos até 12 horas e, na centrifugação, ocorreu positividade somente até as quatro horas. As parasitemias dos animais inoculados

foram todas positivas em um período de 14 dias de observação, demonstrando alto grau de sobrevivência do *T. cruzi* na cana de açúcar.

Na literatura são registrados alguns relatos referentes à toxinfecções alimentares envolvendo o caldo de cana. Em 1981, na Índia, uma epidemia de cólera foi atribuída ao consumo de caldo de cana com gelo contaminado. Em 1991, em Catolé do Rocha-PB, foram descritos 26 casos agudos de doença de Chagas provocados pela ingestão do caldo de cana contaminado por dejetos do barbeiro, os quais continham o *Trypanosoma cruzi* (SHIKANAI-YASUDA et al., 1991).

Em 2005, a ingestão do caldo de cana comercializado em Navegantes-SC foi associado novamente ao surto de doença de Chagas, ocasionando cinco óbitos (IANNI; MADY, 2005).

1.3. Estabilização física, química e microbiológica

Há atualmente um aumento na procura pelo mercado de produtos estáveis à temperatura ambiente, que sejam livres de conservadores químicos e de fácil utilização. Estes produtos precisam receber processos de industrialização adequados para torná-los estáveis quanto às alterações microbiológicas e enzimáticas, para serem comercializados sem a necessidade da cadeia de frio (MANO, 2000).

A garapa pode ser considerada um “suco da cana” e segundo (LIMA, 1998), os sucos naturais geralmente são conservados por pasteurização e/ou adição de preservativos permitidos pela legislação brasileira.

Tal conservação se faz necessária, pois o caldo de cana é um produto perecível aos fatores físicos (luz, calor), químicos (O_2 , reações enzimáticas) e biológicos (microorganismos, insetos) responsáveis por suas alterações comprometendo 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).

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 (PRATI; MORETTI, 2002).

As reações de escurecimento enzimático contribuem com a maior porcentagem de formação de compostos de coloração escura no caldo de cana logo após a extração. O escurecimento enzimático do caldo de cana ocorre devido à ação das enzimas polifenoloxidase e peroxidase que oxidam compostos fenólicos presentes no caldo. A polifenoloxidase é a enzima com maior atividade no caldo de cana, contribuindo significativamente para o escurecimento do mesmo quando comparado à peroxidase, que é pouco ativa (BUCHELI; ROBINSON, 1994; DELGADO; CESAR, 1977).

1.4. Pasteurização e acidificação como processo de conservação

A pasteurização é um processamento térmico empregado para promover a inativação enzimática e a destruição de microrganismos patogênicos e deterioradores de baixa resistência ao calor, sendo utilizada quando tratamentos mais rigorosos podem influenciar negativamente as propriedades organolépticas e nutritivas do alimento. Também é aplicada em produtos alimentícios que serão posteriormente armazenados em condições que minimizem o crescimento bacteriano como a refrigeração, o uso de aditivos químicos e de embalagens herméticas, visando à conservação do alimento (FONSECA, 1984).

O caldo de cana após a extração torna-se escuro e apresenta sedimentação. Tratamentos térmicos convencionais conferem um sabor de melado ao caldo de cana, afetando adversamente seu sabor característico (SINGH et al., 2002) realizaram estudos na preservação do caldo de cana, a fim de obterem uma bebida pronta para beber, com boa aceitação sensorial. Utilizou-se uma pasteurização do caldo de cana (70°C/10min), seguida da adição de ácido cítrico (40mg/100ml de suco), ácido ascórbico (40mg/100ml) e 150ppm de metabissulfito de potássio, como agente conservador, conferindo ao produto

aconditionado em garrafas de vidro previamente esterilizadas, estabilidade de 90 dias sob refrigeração.

Trabalhos realizados por BHUPINDER et al (1991), mostraram que o tratamento térmico (80°C/10s) seguido da adição de 140 mg/l de metabissulfito de potássio, 3% de suco de limão e 1 % de extrato de gengibre conferiu uma estabilidade de 24 semanas ao produto engarrafado e um bom índice de aceitação entre provadores.

A adição de limão e gengibre tem como objetivo, ajustar as características do produto processado às condições usuais de consumo, bem como a redução do pH a aproximadamente 4,0, para que o tratamento térmico seja o mais brando possível, uma vez que a redução do pH dificulta o desenvolvimento microbiano (LEITÃO, 1973).

Em um trabalho realizado por (SILVA, 2004), o caldo foi submetido a 141 °C /10s e envasado assepticamente em garrafas de vidro previamente esterilizadas. No segundo processo, o caldo foi submetido ao tratamento térmico a 110°C/10 s e envasado a quente (90±5 °C) em garrafas de vidro. O lote processado assepticamente apresentou vida útil de 30 dias e o envasado a quente, 60 dias, não apresentando diferença estatística ($p \leq 0,05$) nos testes sensoriais de aceitação, em relação às amostras congeladas. O envase à quente causou menor escurecimento ao produto durante estocagem à temperatura ambiente e maiores médias de aceitação sensorial em relação aos atributos: aparência, aroma e impressão global, possivelmente devido ao maior efeito térmico sobre a inativação das enzimas do caldo de cana. Durante o período de estocagem não ocorreram alterações físico-químicas significativas, mas todos os lotes apresentaram uma ligeira redução do pH, acompanhado de aumento da acidez titulável. Os lotes processados assepticamente apresentaram elevação do pH após 15 dias de estocagem, enquanto o lote envasado a quente apresentou alteração somente após 45 dias.

Um trabalho realizado por OLIVEIRA (2007) teve como objetivos avaliar o grau de aceitação do mercado consumidor e a estabilidade do caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas, submetido ao processamento térmico (70°C/25min) e/ou à radiação gama (2,5 kGy), armazenado em garrafas de

polietileno de alta densidade sob refrigeração ($5 \pm 1^{\circ}\text{C}$). A qualidade do caldo de cana foi avaliada pelos parâmetros microbiológicos (contagem de aeróbios psicrotróficos, bactérias lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes), físico-químicos (pH, cor, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, ratio e atividade da polifenoloxidase) e sensoriais (teste hedônico). As bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana e suco de limão submetidas à irradiação, pasteurização combinada com radiação e pasteurização mantiveram qualidade microbiológica, físico-química e sensorial satisfatória durante os períodos de 28, 35 e 42 dias, respectivamente, após o processamento. O tratamento térmico isolado foi considerado a melhor forma de conservação da bebida.

1.5. Caldo de cana como fonte energética e de sais minerais

A nutrição é uma importante ferramenta dentro da prática desportiva, pois, quando bem orientada, pode reduzir a fadiga, permitindo que o atleta treine durante mais tempo ou que se recupere melhor entre os treinos (WILLIAMS; DEVLIN, 1992). Como vários nutrientes alimentares fornecem energia e regulam os processos fisiológicos relacionados ao exercício, seria tentador associar as modificações dietéticas ao aprimoramento do desempenho atlético (FERREIRA et. al, 2001).

Segundo as Recomendações de Ingestão Dietéticas (RID), do National Research Council Subcommittee, de 1989 (NATIONAL RESEARCH COUNCIL SUBCOMMITTEE, 1989), em uma dieta equilibrada os carboidratos devem representar a maior parte da ingestão energética. Mesmo sendo pequenas as reservas de glicogênio do organismo (MAUGHAN, BURKE, 2004), elas são importantes durante o período de jejum e também durante a situação de exercício prolongado, na qual a glicose e os ácidos graxos são oxidados para fornecer energia para a contração muscular (LIEBMAN; WILKINSON; 2002).

Na prática, normalmente são utilizadas soluções de monossacarídeos ou de amidos, como a maltodextrina em diluições apropriadas para a reposição do glicogênio pós-treino. A idéia de substituir essas bebidas por caldo de cana de açúcar deve-se ao fato deste ser um tipo de alimento muito comum no Brasil e ter

em sua composição média 65% a 75% de água, e possuir uma alta concentração de sacarose, que corresponde a 70% a 91% de seus sólidos solúveis. A cana também contém glicose (de 2% a 4%), frutose (de 2% a 4%), sais minerais (3% a 5%), proteínas (0,5% a 0,6%), amido (0,001% a 0,05%), ceras e lipídios (0,05% a 0,15%), corantes (principalmente compostos polifenólicos) (3% a 5%), vitaminas do complexo B e ascorbato (FRANCO, 2001)

Os resultados apresentados por STANCANELLI (2006) mostraram que a suplementação com caldo de cana foi eficiente em aumentar os estoques de glicogênio muscular após 1 h de recuperação, principalmente nos músculos que foram mais depletados, sugerindo uma ativação da fase rápida de reposição de glicogênio pelo caldo de cana. Essa interpretação é reforçada pela curva glicêmica após o exercício, quando a glicemia nos animais que fizeram o exercício previamente atingiu concentrações menores até 60 minutos. Mais importante ainda, é um efeito protetor do caldo de cana sobre as alterações musculares induzidas pelo exercício, conferindo uma maior resistência muscular durante a recuperação.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com a elaboração do presente artigo, conclui-se que, até o momento, os estudos realizados com o objetivo de processar o caldo de cana de forma que o mesmo tenha segurança alimentar e características sensoriais o mais próximo do produto *in-natura*, tradicionalmente consumido nos comércios, feiras livres e parques nas cidades brasileiras, não são suficientes para garantir a produção em escala industrial.

Observa-se um tempo pequeno de vida-de-prateleira para o caldo de cana conservado a temperatura ambiente, sendo que os produtos mantidos refrigerados a 10°C apresentam maior estabilidade e segurança ao consumo humano. Este fato é comprovado por estudos realizados entre produtos conservados nas duas temperaturas (ambiente e refrigerada) com as mesmas condições experimentais.

As novas tecnologias baseadas em tratamento térmico, irradiação, aditivos químicos e embalagens empregadas no processo de produção do caldo de cana

tem ampliado a possibilidade de produção em escala industrial, mas estudos relacionados a melhores variedades de cana-de-açúcar para a produção de caldo de cana, inativação de enzimas deteriorantes e sistemas mais eficientes de esterilização ainda não foram elucidados na literatura, sendo estes pontos primordiais para aumentar ainda mais a vida-de-prateleira do produto, com a menor adição possível de conservantes.

Os órgãos de fiscalização da higiene de ambulantes que comercializam o caldo de cana *in-natura* fazem o possível para assegurar o cumprimento da lei nos pontos de venda do produto, mas o maior problema é a contaminação do caldo de cana pelo protozoário flagelado *Trypanossoma cruzi*, agente etiológico da doença de Chagas veiculado pelo um vetor - o inseto mais conhecido no Brasil como barbeiro (*Triatoma infestans*). A contaminação é quase impossível de ser detectada antes do primeiro caso confirmado da doença.

O caldo de cana é um produto de grande aceitação no Brasil. Em virtude da existência de poucas técnicas consolidadas para o seu processamento, as indústrias ainda não se sentiram seguras em promover a montagem em uma linha de produção de caldo de cana envasado. Todavia, através de investimentos em pesquisa e da adequação a novas tecnologias chegar-se-á a um resultado promissor, assegurando a sua industrialização e o consumo mais seguro por parte da população.

Atualmente, constata-se significativo aumento do consumo de bebidas repositórias energéticas, seja por parte de atletas, seja pela sociedade com um todo. Tais bebidas, ricas em substâncias sintetizadas quimicamente e em corantes alimentícios artificiais, ao serem substituídas pelo caldo de cana industrializado, tornam-se muito mais saudáveis, naturais e de menor custo.

3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRIANUAL. **Anuário da Agricultura Brasileira**. São Paulo: Argos/FNP Consultoria e comércio, 2007.

BUCHELI, C.S.; ROBINSON, S.P. Contribution of enzymatic browning to color in sugarcane juice. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.42, n.2, p.257-261, 1994.

BHUPINDER, K.; SHARMA, K.P.; HARINDER, K. Studies on the development and storage stability of ready to serve bottled sugarcane juice. **International Journal of Tropical Agriculture**, "s.l." v. 9, n°2, p.128-134, jun, 1991.

CARDOSO, A.V.N.; LESCANO, S.A.Z.; AMATO NETO, V.; GAKIYA, E. & SANTOS, S.V. - Survival of Trypanosoma cruzi in sugar cane used to prepare juice. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, 48(5): 287-289, 2006.

COOPERSUCAR. **Cana-de-açúcar**. Disponível em: http://www.copersucar.com.br/institucional/por/academia/cana_acucar.asp, Acesso em: 08/05/2007.

DELGADO, A.A.; CESAR, M.A.A. **Elementos de tecnologia e engenharia do açúcar de cana**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP, 1977. 752p. v.2.

FERREIRA AMD, RIBEIRO BG, SOARES EA. Consumo de carboidratos e lipídios no desempenho em exercícios de ultra-resistência. **Revista Brasileira Medicina do Esporte**; n.7: 67-74, 2001.

FONSECA, H. Princípios e métodos gerais de conservação de alimentos: conservação pelo calor e pelo frio. In: CAMARGO, R. (Coord.) **Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos**. São Paulo: Nobel, cap. 5, p.73-95, 1984.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9a ed., São Paulo, Editora Atheneu, 2001.

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.

IANNI B.M., MADY C. Como era gostoso o meu caldo de cana... **Arquivos Brasileiros de Cardiologia**. v. 85 n.6, p. 379-381. 2005.

LEITÃO, M.F.F Microbiologia de sucos e produtos ácidos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n.33, p.9-42, mar. 1973.

LIEBMAN, M, WILKINSON, JG. Metabolismo de carboidratos e condicionamento físico. In: Wolinsky I, Hickson Jr. **Nutrição no exercício e no esporte**. 2a ed. São Paulo: Roca, 2002.

LIMA, U.A.L. **Agroindustrialização de frutas**. São Paulo: FEALQ, 1998. 151p.

LUBATTI. M.R.S. Vendedor Ambulante, profissão folclórica: pesquisa nas ruas, parques e jardins de São Paulo. **Jangada Brasil**, São Paulo, n. 7, p. 1-2, 1999.

MANO, C. Os produtos campeões de venda num mundo ávido por praticidade. **Revista Exame**, São Paulo, v. 34, n. 13, p. 40-43, jun. 2000.

MAUGHAN RJ, BURKE LM. **Nutrição esportiva**. 1a ed. Porto Alegre: Artmed, 2004.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL SUBCOMMITTEE. RDAs, Recommended Dietary Allowances. 10th ed., Washington, DC: National Academy Press, 1989.

OLIVEIRA, A.C.G.; SEIXAS, A.S.S.; SOUZA, C.P.; SOUZA, C.W.O. Microbiological evaluation of sugarcane juice sold at street stands and juice handling conditions in São Carlos, São Paulo, Brazil. **Cadernos de Saúde Pública**, Rio de Janeiro, v.22, n.5, p.1111-1114, 2006a.

OLIVEIRA, A.C.G.; NOGUEIRA, F.A.G.; ZANÃO, C.F.P.; SOUZA, C.W.O.; SPOTO, M.H.F. Análise das condições do comércio de caldo de cana em vias públicas de municípios paulistas. **Segurança Alimentar e Nutricional**, Campinas, 2006b.

OLIVEIRA, A. C. G.; **Efeitos do processamento térmico e da radiação gama na estabilidade físico-química, microbiológica e sensorial de caldo de cana puro e adicionado de suco de frutas, armazenado sob refrigeração**/Dissertação (Mestrado em Ciências de Alimentos) Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo, 105 p., 2007.

PINTO, Pedro Luiz Silva et al. Observações sobre a viabilidade do Trypanosoma cruzi no caldo da cana. **Rev. Inst. Med. trop. S. Paulo**, v. 32, n. 5, p.325-327, 1990.

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.

SILVA, K. S.. **Avaliação de processo de industrialização de caldo de cana de açúcar (Sacharum ssp) por enchimento a quente e sistema asséptico** / Dissertação(Mestrado em Tecnologia de Alimentos/ Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP, Campinas, SP, 2004.

SHIKANAI-YASUDA, M.A, MARCONDES, C.B, GUEDES L.A., et al. Possible oral transmission of acute Chagas'disease in Brazil. **Revista Instituto Medicina Tropical de São Paulo**, n. 33, p. 351-357, 1991.

SINGH, D.; CHAUHAN, O. P.; TYAGI, S. M.; BALYAN, D. K. Studies on Preservation of Sugarcane Juice. **International Journal of Food Properties**, v.5, n.1, p.217-229, 2002.

STANCANELLI, M. **Efeito ergonômico do caldo de cana** / Instituto de Biologia, UNICAMP, Dissertação (Mestrado em Biologia Molecular e Funcional), Campinas, SP, 2006.

WILLIAMS, C: DEVLIN, JT. **Foods, nutrition and sports performance: an international scientific consensus organized by Mars**, Incorporated with International Olympic Committee patronage. London: E & FN SPON, 1992.

CAPÍTULO 2

CARACTERIZAÇÃO DE VARIEDADES DE CANA- DE-AÇÚCAR (*Saccharum officinarum*) PARA A PRODUÇÃO DE CALDO DE CANA.

RESUMO

Este trabalho teve como objetivos fazer determinações físico-químicas de 20 (vinte) variedades de cana-de-açúcar com a finalidade de produção de caldo de cana. Para isto serão realizadas determinações de rendimento, °Brix, acidez total titulável (%) e pH utilizando-se a estatística de Durbin para selecionar as melhores variedades. As variedades foram plantadas em março de 2006 em uma mesma área da estação experimental da APTA Regional, em Monte Alegre do Sul – SP. As amostras das variedades foram inicialmente pesadas e em seguida foram divididas em três lotes iguais, sendo extraído em moenda elétrica. Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 20 (vinte) tratamentos e 3 (três) repetições, totalizando 60 (sessenta) parcelas para fazer as análises dos dados físico-químicos (Rendimento, Acidez, °Brix). Destas variedades, foram utilizadas 10 (dez) com maior valor do Fator de Qualidade (Fq). Foi adotado para a estatística de Durbin o delineamento experimental em blocos incompletos casualizados, sendo $t = 10$, $k = 3$, $n = 120$ blocos, $r = 36$, $\lambda = 2$. O rendimento de caldo de cana das variedades foi em média $53,10 \pm 2,76\%$, com valor mínimo de $47,39 \pm 0,93\%$ (IAC 87-3396) e valor máximo de $58,05 \pm 1,09\%$ (IAC91-2205). Estando de acordo com a literatura consultada. O alto teor de sólidos solúveis da RB72454 é uma característica relatada em outros trabalhos, mas não se reproduziu nas condições deste experimento, tendo valores de $19,10 \pm 0,05$ °Brix, abaixo da média geral que foi de $19,27 \pm 1,22$ °Brix. Nas determinações físico-químicas, a variedade V12 (IACSP93-3046) teve um resultado muito acima das outras variedades da população amostral. A segunda colocada no fator de qualidade, V10 (IACSP93-6048) teve uma melhor avaliação sensorial em relação aos atributos de sabor, cor e impressão global em relação a V12. Observou-se uma grande semelhança das variedades V10 e V6 em relação às medidas físico-químicas, com pequena diferença na acidez total titulável, sendo a média de $0,07 \pm 0,00\%$ e $0,10 \pm 0,01\%$, valores estes que interferem significativamente no valor de ratio, e no fator de qualidade por conseqüência. A variedade IACSP93-6048 foi a mais indicada para obtenção de caldo para o consumo, seguida da

variedade IAC91-3111, que também teve resultados satisfatórios nos experimentos realizados.

Palavras-chave: cana-de-açúcar, físico-química, estatística de Durbin, variedade.

ABSTRACT

This paper had as objectives to make physical-chemical determinations of 20 (twenty) sugar cane varieties with the purpose of production of cane juice. For that it will be accomplished revenue determinations, Brix values, Total Titratable Acidity (%), pH, beyond the usage of the Durbin statistic to selecting the better varieties. The varieties were planted in March of 2006 on the same area of the experimental station of Regional APTA, in Monte Alegre do Sul – SP. The samples from the varieties were initially weighted on a weighing-machine with the capacity of 100 Kg with the precision of $\pm 0,01$ kg, after that they were divided in three equal lots. The juice was extracted by an electronic extractor (Model STN-30/270RPM). Was adopted the experimental outlining in casualties blocks, with 20 (twenty) treatments and 3 (three) repetitions, totalizing 60 (sixty) parcels to make analysis of the physical-chemical data (Revenue, Acidity, °Brix). From this varieties, was used 10 (ten) with the bigger Quality Factor value (Fq). Was adopted for the Durbin statistic the experimental outlining in casualties uncompleted blocks, having $t=10$, $k=3$, $n=120$ blocks, $r=36$, $\lambda=2$. The revenue of the juice cane of the varieties were on average $53,10 \pm 2,76$, within a minimum value of $47,39 \pm 0,93$ (IAC 87-3396) and the maximum value of $58,05 \pm 1,09$ (IAC91-2205). Was observed satisfactory revenue of juice cane and that was accordingly to the referenced literature. The high values of brix degrees of RB72454 it's a related characteristic in others papers, but the same were not reproduced at the conditions of this experiment, having values of $19,10 \pm 0,05$ °Brix, lower than the general average that was $19,10 \pm 0,05$ °Brix. On the physical-chemical determinations the varieties V12 (IACSP93-3046) had a very high result compared to the others varieties from the sample population. But the second place on the quality factor, V10 (IACSP93-6048) had a better sensory evaluation related to the flavor, color and global impression attributes compared to the V12. Was observed that a big similarity of those varieties V10 and V6 related to the physical-chemical measurements, with a small difference on the total titratable acidity, having the average of $0,07 \pm 0,00$ and $0,10 \pm 0,01$, values that significantly interfere on the ratio value, and on the quality factor in consequence. The variety

IACSP93-6048 was the best indicated for this end, followed by the variety IAC91-3111, that also had satisfactory results on the experiments accomplished.

Keyword: sugar cane, physics-chemistry, varietal.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Estudos de Variedades

No Brasil, assim com em outros países produtores de cana-de-açúcar (*Saccharum* sp.), variedades têm sido continuamente desenvolvidas e testadas com os objetivos de aumentar a produtividade, obter uma maior resistência às pragas e doenças e uma melhor adaptação às variações de clima, tipos de solos, técnicas de corte ou manejo.

Segundo o IAA (1988), a cultura da cana de açúcar é bastante dinâmica no que diz respeito ao manejo de variedades. Inicialmente baseada em variedades introduzidas de outros países, a agroindústria da cana no Brasil passou a utilizar-se também de variedades produzidas pelos programas de melhoramento nacionais, principalmente as denominadas pelas siglas CB e IAC.

Na década de 70, iniciaram-se programas de produção das variedades RB's e SP's, que em pouco tempo contribuíram significativamente para a evolução da cultura. Em relação ao Brasil, as variedades de cana disponíveis foram introduzidas de muitas formas, o que suscitou a necessidade de seleção de genótipos mais adaptados para a realidade do pequeno e do grande produtor rural (VIEIRA; ALTHOFF, 1993).

Conforme o CPT (2003), os parâmetros climáticos regionais como a temperatura, a chuva, os ventos, a luminosidade e a ocorrência de geadas, devem ser considerados no cultivo da cana, e conseqüentemente na escolha da variedade mais adequada para determinado fim.

A escolha pelos produtores das variedades de cana é um aspecto muito importante, visto que cada material apresenta características particulares quanto à adaptação referente às condições de clima e de solo, à resistência a pragas e doenças, rendimento de caldo, teor de sólidos solúveis, Acidez Total Titulável (%), sabor e cor.

Pelo exposto, esta etapa do trabalho teve como objetivo estudar 20 (vinte) variedades de cana-de-açúcar, visando selecionar aquela com características físico-químicas, sensoriais e de rendimento mais adequadas para produção de caldo de cana pronto para beber.

A literatura científica relata características importantes a respeito de algumas dentre as 20 (vinte) variedades estudadas e que são apresentadas na tabela 2.1.

Tabela 2.1. Características de algumas variedades de cana-de-açúcar estudadas.

Variedades	Características
IAC 87-3396	Alta produção na planta e soca, alto teor de sacarose, excelente soqueira, florescimento esparsos nas condições do Estado de São Paulo, média exigência em fertilidade do solo, colheita em início e meio de safra, teor de fibra médio, ótima brotação sob palha. Resistente a carvão e escaldadura. Moderadamente resistente à broca e ferrugem.
IAC86-2480	Alto teor de sacarose, boa produtividade agrícola, longevidade de soqueira, porte ereto, baixo teor de FDN e baixa relação FDN/Pol, boa digestibilidade in vitro da matéria seca, boa conversão alimentar, despalha espontânea e maior rendimento de corte, resistente a carvão e raquitismo da soqueira, porém apresenta resistência intermediária à ferrugem e pouca rusticidade, por apresentar-se de média a alta exigência quanto ao ambiente de produção.
IACSP93-6006	Alta produção na cana-planta e soqueiras, alto teor de sacarose, ausência de florescimento para as condições da região Centro-Sul do Brasil, baixa exigência em fertilidade do solo, média exigência em água, adequada para colheita no período de maio – agosto, teor de fibra baixo. Resistente a carvão, escaldadura e ferrugem. Sensível a Pokkah Boeng. Moderadamente resistente a broca do colmo. Região de adaptação: Assis, Mococa, Jaú, Piracicaba e Ribeirão Preto.

IACSP93-3046	Produtividade muito alta; Rústica e responsiva; Ciclo médio / tardio; Indicada para ambientes médios e desfavoráveis.
RB72454	Uma das melhores opções para ambientes de baixo potencial de produção, especialmente quando em solos de textura arenosa; Responsiva nos melhores ambientes de produção; Excelente opção como cana de ano; Consistente resposta a maturadores; Excelente rendimento de corte manual; Ampla adaptabilidade e boa estabilidade; Alta produtividade agrícola e industrial; Excepcional longevidade.
IAC91-2218	Boa produção na cana-planta e soqueiras, alto teor de sacarose, adequada para colheita no período de junho – agosto, floresce sob condições favoráveis (altitude e anos mais favoráveis) no Estado de São Paulo, alta exigência em fertilidade do solo, médio teor de fibra, excelente brotação sob palha. Resistente a carvão, escaldadura e ferrugem. Moderadamente resistente à broca. Região de adaptação: Ribeirão Preto, Jaú, Piracicaba, Mococa e Pindorama.
IAC91-5155	Boa produção na cana-planta e alta nas soqueiras, alto teor de sacarose, adequada para colheita no período de maio – outubro, ausência de florescimento para as condições da região Centro-Sul do Brasil, baixa exigência em fertilidade do solo e alta tolerância a seca, teor de fibra baixo, excelente brotação sob palha. Sensível à ferrugem. Resistente a carvão e escaldadura. Boa resistência à broca. Região de adaptação: Pindorama, Ribeirão Preto, Jaú, Minas Gerais e Goiás.

Fonte: IAC (2008) e UFSCAR (2008).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

As vinte variedades de cana-de-açúcar estudadas, bem como seus respectivos códigos, estão descritos na tabela 2.2.

Tabela 2.2. Variedades analisadas e seus respectivos códigos.

Variedades	Códigos	Variedades	Códigos
IAC 87-3396	V1	IACSP93-3050	V11
IAC86-2480	V2	IACSP93-3046	V12
IAC91-2195	V3	IACSP94-2211	V13
IAC91-2205	V4	IACSP94-3150	V14
IAC91-2218	V5	IACSP94-2038	V15
IAC91-3111	V6	IACSP94-2180	V16
IAC91-5155	V7	IACSP95-6071	V17
IAC91-1206	V8	RB72454	V18
IACSP93-6006	V9	IACSP94-4002	V19
IACSP93-6048	V10	RB-765418	V20

As variedades foram plantadas em março de 2006 em uma mesma área da APTA Leste – Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios do Leste Paulista, situado no município de Monte Alegre do Sul – SP, sob condições uniformes possíveis (climáticas, edáficas e culturais), afastando, desta maneira, possíveis variações determinadas pelo meio.

Para maior uniformidade durante a coleta das amostras entre fevereiro e setembro de 2007, estipulou-se que as mesmas só seriam coletadas quando afastadas a um mínimo de três metros da bordadura, quando então as exposições à luz e ao vento tornam-se uniformes.

2.2. Métodos

2.2.1. Delineamento experimental

Adotou-se o delineamento experimental em blocos casualizados, com 20 (vinte) tratamentos e 3 (três) repetições, totalizando 60 (sessenta) parcelas para obtenção dos dados de rendimento e determinações físico-químicas.

2.2.2. Obtenção do Caldo de cana

As amostras das vinte variedades foram inicialmente pesadas em uma balança da marca FILIZOLA, com capacidade de 100 Kg e precisão de $\pm 0,01$ kg, e, em seguida, as amostras foram divididas em três lotes iguais.

Os colmos de cana-de-açúcar foram lavadas e higienizadas com 150ppm de cloro ativo. O caldo de cana de cada lote foi extraído em moenda elétrica (Modelo STN-30/270RPM), na Planta Piloto do DTA - FEA – UNICAMP, e pesado para o cálculo do rendimento.

Foram coletadas amostras em potes de vidro hermeticamente fechados com tampas metálicas, para as determinações físico-químicas, realizadas através das metodologias descritas no item 2.2.3.

2.2.3. Determinações físico-químicas

- Acidez Total Titulável ou ATT (% ácido cítrico): Segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.37, 1997);
- pH: segundo metodologia da A.O.A.C (n.42.1.04, 1997);
- Teor de Sólidos Solúveis ($^{\circ}$ Brix): foi determinado utilizando um refratômetro portátil da marca Tecnal AR200;
- Relação Brix/Acidez (“ratio”): obtida dividindo-se o teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) pelo valor da Acidez Total Titulável (%);

Os valores de pH não foram utilizados para encontrar o Fator de Qualidade (Fq), devido à sua baixa significância na variação dos resultados, sendo obtidos apenas para a caracterização de matérias-primas.

2.2.4. Avaliação Sensorial

2.2.4.1. Amostras

Foram selecionadas 10 (dez) variedades de cana para terem o respectivo caldo avaliado sensorialmente. Como critério de seleção, foi estabelecido, para este trabalho, um Fator de Qualidade (Fq), definido conforme a equação 2,1:

$$Fq = \left[\text{Rendimento} \times \frac{^{\circ}\text{Brix}}{\text{ATT}} \right] \div 100 \quad (\text{eq.2.1})$$

Assim, considerou-se o fator de qualidade diretamente proporcional ao rendimento, pelo fato deste ser um parâmetro muito importante num processo industrial. E diretamente proporcional ao teor de sólidos solúveis ($^{\circ}\text{Brix}$) é inversamente proporcional a Acidez Total Titulável (%), por serem características dos alimentos, de forma geral, que notoriamente afetam a percepção do sabor e, conseqüentemente, a escolha do consumidor diante do alimento. Em complementação, este fator de qualidade, foi definido com base em pesquisa anterior (Silva, 2004) que relata o aumento da aceitação de caldo de cana por consumidores brasileiros, conforme ocorre o aumento do teor de sólidos solúveis e a acidez total titulável (%) diminui aumenta-se a aceitação do caldo de cana.

O resultado do Fq foi expresso em partes por 100 (cem), sendo calculada, para cada variedade, a média do Fq dos meses de fevereiro a setembro de 2007. As variedades que apresentaram os 10 (dez) maiores valores médios de Fq foram selecionadas para avaliação sensorial de seus respectivos caldos de cana..

As canas utilizadas no preparo do caldo de cana utilizado nesta etapa da pesquisa foram colhidas em setembro de 2008. As amostras de caldo de cana foram obtidas conforme procedimento de extração descrito no item 2.2.2

2.2.4.2. Condições do Teste de ordenação

Foi realizado um teste de ordenação-preferência em nível laboratorial (MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999) com relação à impressão global, à cor e ao sabor dos caldos de cana. A Figura 2.1 apresenta a ficha de aplicação do teste.

Os consumidores (n = 120), com idade entre 17 e 65 anos, 63 do sexo masculino e 57 do feminino, foram recrutados entre alunos e funcionários da UNICAMP, através de questionário (Figura a – apêndice) em que expressavam seu consentimento de participação voluntária no teste.

O teste foi realizado em cabines individuais do Laboratório de Análise Sensorial do Departamento de Tecnologia de Alimentos, da FEA, UNICAMP, sob luz fluorescente branca. Foram servidos 30 mL de cada amostra, à temperatura de $8 \pm 2^{\circ}\text{C}$, em copos descartáveis de 50 mL, codificados com números aleatórios de três dígitos.

Quando um grande conjunto de amostras é apresentado a cada provador para classificação, como é o caso de um teste de ordenação, resultados imprecisos podem ser produzidos tanto devido à fadiga sensorial ou pela tendência da atenção dos provadores está focada apenas nas amostras com as maiores e menores intensidades. Considerando o teste do gosto e a classificação de vinhos e bebidas destiladas, como mostradas por MARGOLIN (1982), provadores especializados encontraram um aumento na dificuldade em avaliar os tratamentos de forma significativa conforme o número de amostras por sessão aumentava. No caso de um extenso número de tratamentos (t), o uso de um delineamento em blocos incompletos balanceados (BIB) é mais adequado. Em um BIB, apenas k tratamentos ($k < t$) dentro de cada bloco (provador) são avaliados (BI, 2009; MEILGAARD; CIVILLE; CARR, 1999).

Assim, nesta etapa do trabalho, foi utilizado um delineamento de blocos incompletos balanceados – BIB (Tabela a - Apêndice), sendo: t = 10 tratamentos (variedades selecionadas para avaliação sensorial); k = 3 unidades experimentais por bloco (amostras avaliadas por cada consumidor); n = 30 blocos (consumidores) por delineamento; r = 36 repetições, que correspondem ao número de vezes que um mesmo tratamento aparece no delineamento e é

avaliado pelos consumidores; $\lambda = 2$, blocos nos quais os tratamentos i e i' aparecem juntos; $c = 4$ replicações do delineamento. Os parâmetros em um BIB satisfazem as restrições $\lambda(t-1) = r(k-1)$, $rt = bk$ e $b \neq t$.

ANÁLISE SENSORIAL DE CALDO DE CANA		
Nome: _____ Data: ____/____/____		
Por favor, avalie as amostras codificadas de CALDO DE CANA, da esquerda para a direita, e ordene-as em ordem CRESCENTE de sua PREFERÊNCIA com relação à:		
IMPRESSÃO GLOBAL		
_____ (-) preferida	_____	_____ (+) preferida
COR		
_____ (-) preferida	_____	_____ (+) preferida
SABOR:		
_____ (-) preferida	_____	_____ (+) preferida
Comentário: _____		

Figura 2.1. Ficha de avaliação da preferência quanto à impressão global, à cor e ao sabor das dez amostras de caldo de cana.

2.2.5. Análises Estatísticas

Foram realizadas análises de variância (ANOVA) apenas para o fator de qualidade (Fq) com o escopo de fazer comparações ao nível de 5% de significância entre as variedades. Mas as médias que foram utilizadas para determinar o ranking na realização do teste de Durbin, sem considerar igualdades estatísticas determinada pelo teste de variância.

Para comparação das amostras de caldo de cana provenientes das vinte variedades, resultados das determinações físico-químicas, bem como do fator de qualidade, obtidos em todo o período de estudo, foram submetidas à análise da variância (ANOVA) e ao teste de média Tukey ($p < 0,05$).

Os dados obtidos no teste sensorial de ordenação-preferência foram analisados utilizando-se o teste de Durbin ($p < 0,05$), conforme recomendado por

MEILGAARD et. al.(1999) e BI (2009) para análise estatística de dados dessa natureza e gerada com o uso de delineamentos em blocos incompletos balanceados.

O teste de Durbin é o teste de Friedman aplicado a um delineamento em blocos incompletos balanceados, que, por sua vez, é uma extensão do teste de Friedman largamente usado em análise sensorial para testar os efeitos de tratamento em um delineamento em blocos completos casualizados (APUD). Durbin (1951) desenvolveu a estatística do teste e SKILLINGS e MACK (1981) introduziram a estatística geral do tipo Friedman e os procedimentos de múltipla comparação para delineamento em blocos casualizados (ambos completo e incompleto). Portanto, a estatística de Durbin é um caso especial da estatística geral, sendo também conhecida como estatística Durbin-Skillings-Mack (HOLLANDER e WOLFE, 1999).

Segundo BI (2009), a estatística de Durbin, originalmente, é expressa pela equação 2.2.

$$D = \left[\frac{12(t-1)}{rt(k^2-1)} \right] \sum_{j=1}^t \left\{ R_j - \frac{r(k+1)}{2} \right\}^2 \quad \text{Eq.(2.2)}$$

Onde:

t = o número de tratamentos a serem testados.

k = o número de tratamentos dentro de cada bloco $k < t$.

b = o número de blocos do delineamento BIB.

r = o número de vezes que cada tratamento aparece no delineamento $r < b$.

λ = o número de blocos nos quais os tratamentos i e i' aparecem juntos.

c = o número de replicações do delineamento BIB.

R_j = somatório de ordenação para o tratamento j^{th} , $j=1,2,\dots,t$.

No entanto, a Equação 2.2 também pode ser expressa conforme a Equação 2.3 (SKILLINGS e MACK, 1981).

$$D = \left[\frac{12}{\lambda t(k+1)} \right] \sum_{j=1}^t R_j^2 - \frac{3(k+1)r^2}{\lambda} \quad \text{Eq.(2.3)}$$

Durbin (1951) mostrou que a estatística D converge assintoticamente para a distribuição qui-quadrado com (t-1) graus de liberdade. MEILGAARD, CIVILLE; CARR (1999) discutiram a situação de um delineamento BIB replicado várias vezes, como todo DBIB deve ser. Assim, as Equações 2.2 e 2.3 podem ainda ser escritas com $r' = cr$, $\lambda' = c\lambda$ e $b' = cb$, como segue:

$$R'_i = \sum_{u=1}^c R_{i,u} \quad \text{Eq.(2.4)}$$

Caso se rejeite a hipótese nula, de igualdade de efeito dos tratamentos, deve-se utilizar um procedimento de comparações múltiplas (BI, 2009). O método descrito por MEILGAARD, CIVILLE; CARR (1999) e apresentado a seguir pode ser usado para comparar pares de tratamentos.

Considere dois tratamentos distintos, i e i' , se seus somatórios de ordenação satisfazem a desigualdade:

$$\left| R_{i'} - R_i \right| > t_{(1-\alpha/2)} \sqrt{\frac{r(k+1)(k-1)[bk(t-1)-tT]}{6(t-1)(bk-t-b+1)}} \quad \text{Eq.(2.5)}$$

onde $t_{(1-\alpha/2)}$ é o quantil da distribuição t de *Student* com $bk - t - b + 1$ graus de liberdade.

Chama-se o lado direito da desigualdade de Diferença Mínima Significativa (DMS). Como em outros testes de comparação múltipla, se a diferença entre os somatórios de ordenação de dois tratamentos for maior que o DMS, há diferença significativa entre os tratamentos, ao nível de significância estabelecida.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Avaliação das vinte variedades de cana-de-açúcar

As Tabelas 2.3 a 2.7 apresentam as médias mensais, de fevereiro a setembro de 2007, e os respectivos desvios padrão dos parâmetros avaliados - teor de sólidos solúveis (^oBrix), rendimento (%), pH, acidez total titulável (%) e *ratio*, bem como a média geral de cada parâmetro.

A Tabela 2.8 mostra as médias gerais do período de estudo dos parâmetros avaliados e o resultado do teste de Tukey para esses parâmetros, exceto para o rendimento, e para o fator de qualidade (Fq), bem como a ordenação decrescente das amostras de caldo de cana, com base no Fq.

Tabela 2.3. Médias e desvios padrão dos teores de sólidos solúveis (°Brix) das variedades de cana-de-açúcar estudadas de fevereiro a setembro de 2007.

Variedades	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
V1	20,5±0,1	21,0±0,1	21,7±0,0	22,0±0,1	22,5±0,1	21,3±0,0	20,3±0,1	21,6±0,1	21,45±0,03^a
V2	18,8±0,1	19,1±0,1	19,1±0,1	19,6±0,1	18,6±0,1	18,9±0,1	19,6±0,1	21,3±0,0	19,15±0,03^b
V3	17,6±0,1	17,8±0,1	17,6±0,1	18,0±0,4	19,6±0,1	19,0±0,1	18,4±0,1	21,7±0,0	18,20±0,17^c
V4	17,6±0,1	18,0±0,1	18,0±0,0	18,1±0,1	19,7±0,1	19,2±0,0	18,5±0,1	20,9±0,1	18,30±0,06^c
V5	20,4±0,0	20,1±0,1	20,3±0,0	20,3±0,1	19,4±0,0	19,8±0,1	21,1±0,1	22,3±0,1	20,30±0,03^b
V6	19,9±0,1	18,7±0,1	18,9±0,0	19,4±0,1	22,0±0,1	21,5±0,1	20,9±0,0	23,1±0,1	20,40±0,03^b
V7	18,6±0,1	19,1±0,0	19,6±0,1	20,6±0,1	20,1±0,0	20,0±0,1	18,9±0,1	20,5±0,1	19,80±0,05^b
V8	18,7±0,1	18,5±0,1	18,5±0,1	18,3±0,1	21,5±0,1	20,1±0,1	19,8±0,1	22,0±0,0	19,30±0,03^b
V9	17,4±0,1	17,6±0,0	18,5±0,1	19,1±0,0	22,5±0,1	21,5±0,0	20,6±0,0	22,6±0,1	19,85±0,00^b
V10	18,5±0,1	18,7±0,1	19,2±0,1	19,4±0,1	17,4±0,1	19,5±0,0	20,7±0,1	22,2±0,1	19,35±0,03^b
V11	20,8±0,1	20,3±0,0	18,2±0,1	19,3±0,0	19,6±0,1	20,2±0,1	20,5±0,0	22,0±0,1	20,25±0,05^b
V12	19,6±0,1	19,6±0,1	19,6±0,0	19,8±0,1	20,4±0,1	22,5±0,1	23,1±0,1	23,9±0,1	20,10±0,05^b
V13	20,4±0,1	19,3±0,1	19,1±0,1	19,6±0,1	18,1±0,0	20,3±0,0	22,4±0,1	21,8±0,1	19,95±0,03^b
V14	17,9±0,1	17,5±0,0	17,5±0,1	17,8±0,0	13,4±0,1	18,7±0,1	19,8±0,1	21,2±0,1	19,95±0,03^b
V15	18,7±0,1	18,8±0,0	17,5±0,1	19,4±0,1	19,8±0,1	19,8±0,1	20,7±0,0	22,4±0,1	19,55±0,03^d
V16	14,7±0,1	15,3±0,1	15,1±0,1	17,1±0,0	14,6±0,1	15,8±0,0	16,7±0,0	20,5±0,1	15,55±0,08^d
V17	18,8±0,1	18,9±0,0	19,0±0,0	19,5±0,1	18,8±0,1	18,1±0,1	18,7±0,1	22,8±0,1	18,85±0,03^c
V18	18,6±0,1	18,0±0,1	17,1±0,1	17,8±0,1	16,3±0,0	18,3±0,1	19,5±0,0	21,9±0,1	18,15±0,08^c
V19	20,1±0,1	17,8±0,1	16,8±0,0	15,8±0,1	19,7±0,1	21,1±0,1	20,4±0,1	22,9±0,1	19,90±0,03^b
V20	19,3±0,1	18,9±0,0	19,5±0,1	19,8±0,1	18,6±0,1	18,1±0,0	17,8±0,1	20,8±0,1	19,10±0,05^b

Tabela 2.4. Médias e desvios padrão do rendimento (%) das variedades de cana-de-açúcar estudadas de fevereiro a setembro de 2007.

Variedades	Fevereiro	Março	Abril	Maió	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
V1	40,63±0,16	40,35±0,13	40,84±0,53	57,82±1,00	44,04±0,52	61,10±0,13	63,85±3,20	50,85±1,63	47,39±0,93
V2	44,35±0,41	45,35±0,55	48,57±0,41	51,90±0,58	56,78±0,14	58,00±0,19	57,75±0,73	49,25±0,29	50,65±0,33
V3	47,67±0,15	41,44±1,08	45,72±0,48	57,73±1,50	58,99±0,29	60,30±0,37	63,54±0,49	55,29±1,40	56,70±1,36
V4	44,39±1,30	45,37±0,47	44,37±0,32	58,34±1,05	67,03±1,79	62,43±2,05	63,25±0,66	58,20±1,44	58,05±1,09
V5	50,53±0,50	48,77±0,38	54,46±2,09	53,84±0,24	56,68±0,54	64,76±0,51	67,11±1,14	57,31±0,25	55,83±0,53
V6	39,07±0,65	48,62±0,11	44,61±0,09	51,91±0,57	42,70±0,10	58,96±0,83	61,70±0,92	54,44±0,93	50,40±0,25
V7	48,17±0,28	51,45±1,63	52,29±1,18	63,62±0,26	55,43±0,72	64,36±0,97	67,52±1,03	54,80±0,43	55,38±0,56
V8	52,60±0,48	48,20±0,29	51,94±0,62	57,67±0,31	53,81±1,20	62,30±0,15	67,20±0,54	53,37±0,38	53,65±0,62
V9	48,25±0,44	46,33±0,48	55,54±0,80	52,50±0,50	51,69±0,76	63,40±0,46	63,73±2,38	55,24±1,17	53,70±0,20
V10	50,79±0,49	48,85±1,03	85,03±0,79	52,91±0,74	57,83±0,78	65,99±0,61	58,25±0,76	48,23±0,63	55,37±0,10
V11	49,54±0,08	48,66±0,16	53,37±1,10	51,25±1,03	54,04±0,72	55,51±5,77	68,08±0,67	57,67±1,20	53,24±0,31
V12	50,36±1,68	48,11±0,91	58,41±0,65	52,83±0,80	52,78±0,18	66,46±0,49	68,76±0,49	54,26±0,56	53,59±0,40
V13	40,70±0,81	49,29±0,59	45,30±0,78	47,94±1,22	49,71±0,73	64,44±0,51	78,56±0,57	56,90±0,26	49,13±0,66
V14	46,22±0,74	43,81±1,38	48,41±0,56	53,22±0,58	69,60±1,44	63,61±0,29	74,22±0,23	53,72±0,11	53,59±0,28
V15	46,07±0,67	48,82±0,74	52,11±1,79	53,48±1,12	53,78±1,54	64,93±1,21	64,68±0,66	53,64±0,21	53,41±0,40
V16	52,12±0,59	46,48±1,05	52,45±0,12	47,73±0,63	56,72±0,03	63,26±0,43	70,62±0,51	59,05±0,57	54,55±0,13
V17	38,16±0,97	50,83±0,52	53,39±0,83	51,68±1,47	55,99±0,75	63,23±1,48	60,39±0,90	56,54±1,80	54,32±0,78
V18	47,96±0,38	46,92±0,80	49,28±0,50	48,48±1,19	67,69±0,85	64,45±0,29	75,30±1,07	45,74±0,67	48,73±0,59
V19	43,12±0,55	47,18±0,33	34,09±0,59	58,78±1,18	37,86±0,83	67,72±1,16	61,36±1,19	53,80±1,62	50,26±0,82
V20	44,87±1,57	39,97±0,39	42,17±1,37	51,13±1,03	56,50±1,14	59,30±0,57	61,49±0,22	55,36±2,22	52,75±1,62

Tabela 2.5. Médias e desvios padrão do pH das variedades de cana-de-açúcar estudadas de fevereiro a setembro de 2007.

Variedades	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
V1	5,42±0,01	5,44±0,01	5,25±0,01	5,32±0,01	5,49±0,01	5,45±0,01	5,40±0,01	5,33±0,01	5,36±0,10
V2	5,44±0,00	5,53±0,00	5,46±0,00	5,48±0,00	5,49±0,00	5,46±0,00	5,38±0,00	5,37±0,01	5,43±0,05
V3	5,31±0,00	5,31±0,00	5,34±0,00	5,31±0,00	5,69±0,00	5,53±0,00	5,35±0,00	5,39±0,01	5,33±0,02
V4	5,33±0,01	5,48±0,01	5,47±0,01	5,50±0,01	5,44±0,01	5,38±0,00	5,30±0,00	5,34±0,01	5,38±0,07
V5	5,41±0,01	5,43±0,00	5,55±0,00	5,30±0,00	5,57±0,00	5,49±0,00	5,44±0,00	5,35±0,01	5,39±0,08
V6	5,59±0,00	5,51±0,01	5,41±0,00	5,34±0,01	5,56±0,01	5,48±0,00	5,45±0,00	5,42±0,01	5,42±0,07
V7	5,55±0,01	5,54±0,01	5,41±0,00	5,35±0,00	5,42±0,00	5,42±0,00	5,42±0,00	5,33±0,01	5,39±0,05
V8	5,43±0,06	5,41±0,01	5,41±0,00	5,50±0,00	5,35±0,00	5,42±0,00	5,48±0,00	5,21±0,00	5,35±0,12
V9	5,49±0,00	5,58±0,00	5,62±0,00	5,45±0,00	5,45±0,00	5,39±0,00	5,37±0,00	5,34±0,00	5,41±0,06
V10	5,47±0,00	5,40±0,00	5,43±0,00	5,31±0,00	5,48±0,00	5,45±0,00	5,40±0,00	5,33±0,00	5,38±0,06
V11	5,35±0,00	5,44±0,00	5,38±0,00	5,41±0,00	5,55±0,00	5,50±0,00	5,45±0,00	5,33±0,00	5,39±0,05
V12	5,74±0,00	5,55±0,00	5,79±0,00	5,57±0,00	5,53±0,00	5,52±0,00	5,51±0,00	5,39±0,00	5,49±0,09
V13	5,49±0,00	5,52±0,00	5,50±0,00	5,43±0,00	5,55±0,00	5,55±0,00	5,56±0,00	5,44±0,00	5,48±0,05
V14	5,36±0,00	5,49±0,00	5,34±0,00	5,23±0,00	5,48±0,00	5,03±0,01	5,33±0,01	5,25±0,01	5,24±0,18
V15	5,22±0,01	5,44±0,01	5,31±0,01	5,19±0,01	5,37±0,01	5,37±0,01	5,35±0,01	5,31±0,01	5,29±0,08
V16	5,34±0,01	5,31±0,01	5,39±0,01	5,30±0,01	5,59±0,01	5,62±0,01	5,67±0,01	5,33±0,01	5,35±0,04
V17	5,32±0,00	5,32±0,00	5,32±0,01	5,12±0,01	5,40±0,01	5,34±0,01	5,18±0,01	5,32±0,01	5,26±0,12
V18	5,37±0,01	5,55±0,01	5,52±0,01	5,39±0,01	5,55±0,01	5,42±0,01	5,38±0,01	5,35±0,01	5,39±0,04
V19	5,54±0,00	5,33±0,00	5,55±0,01	5,72±0,01	5,65±0,00	5,62±0,00	5,61±0,00	5,45±0,01	5,50±0,15
V20	5,35±0,00	5,44±0,00	5,32±0,00	5,41±0,00	5,44±0,00	5,38±0,00	5,32±0,00	5,36±0,01	5,36±0,03

Tabela 2.6. Médias e desvios padrão da Acidez Total Titulável (%) das variedades de cana-de-açúcar estudadas de fevereiro a setembro de 2007.

Variedades	Fevereiro	Março	Abril	Mai	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
V1	0,11±0,01	0,06±0,01	0,11±0,01	0,20±0,00	0,13±0,01	0,15±0,01	0,16±0,01	0,17±0,01	0,14±0,00
V2	0,03±0,01	0,07±0,01	0,11±0,01	0,18±0,01	0,15±0,00	0,15±0,01	0,15±0,00	0,14±0,01	0,15±0,00
V3	0,09±0,00	0,06±0,00	0,12±0,01	0,19±0,01	0,18±0,01	0,19±0,01	0,21±0,01	0,22±0,01	0,18±0,00
V4	0,12±0,01	0,07±0,01	0,10±0,01	0,12±0,01	0,21±0,02	0,21±0,01	0,22±0,01	0,17±0,00	0,15±0,00
V5	0,08±0,01	0,11±0,01	0,08±0,01	0,18±0,01	0,18±0,01	0,17±0,01	0,18±0,01	0,18±0,01	0,18±0,01
V6	0,10±0,01	0,08±0,01	0,08±0,01	0,16±0,00	0,10±0,01	0,10±0,01	0,12±0,00	0,16±0,00	0,10±0,01
V7	0,08±0,01	0,06±0,01	0,14±0,01	0,17±0,00	0,18±0,00	0,11±0,00	0,19±0,01	0,17±0,01	0,15±0,01
V8	0,16±0,00	0,14±0,01	0,12±0,01	0,13±0,01	0,11±0,01	0,11±0,00	0,11±0,01	0,18±0,00	0,13±0,00
V9	0,09±0,00	0,08±0,01	0,08±0,01	0,18±0,01	0,19±0,00	0,17±0,01	0,14±0,01	0,22±0,01	0,16±0,01
V10	0,08±0,01	0,08±0,01	0,06±0,00	0,19±0,01	0,17±0,01	0,15±0,00	0,11±0,00	0,12±0,01	0,11±0,00
V11	0,05±0,01	0,08±0,01	0,12±0,01	0,12±0,01	0,17±0,00	0,16±0,00	0,14±0,01	0,21±0,01	0,13±0,00
V12	0,04±0,00	0,05±0,01	0,06±0,01	0,07±0,01	0,07±0,00	0,10±0,01	0,11±0,01	0,11±0,01	0,07±0,00
V13	0,11±0,00	0,08±0,00	0,08±0,01	0,06±0,00	0,17±0,00	0,19±0,01	0,18±0,00	0,25±0,01	0,14±0,00
V14	0,12±0,01	0,06±0,00	0,09±0,01	0,15±0,00	0,18±0,00	0,16±0,00	0,14±0,00	0,24±0,01	0,14±0,00
V15	0,12±0,01	0,15±0,01	0,13±0,00	0,25±0,01	0,24±0,01	0,22±0,01	0,21±0,01	0,24±0,01	0,21±0,01
V16	0,14±0,00	0,10±0,01	0,08±0,01	0,25±0,01	0,14±0,00	0,15±0,00	0,15±0,01	0,18±0,00	0,14±0,00
V17	0,09±0,01	0,09±0,01	0,07±0,00	0,21±0,01	0,17±0,01	0,16±0,00	0,16±0,00	0,20±0,01	0,16±0,00
V18	0,12±0,01	0,12±0,01	0,14±0,00	0,18±0,01	0,18±0,00	0,19±0,01	0,21±0,01	0,23±0,01	0,18±0,00
V19	0,12±0,01	0,10±0,00	0,07±0,01	0,09±0,01	0,12±0,01	0,11±0,00	0,12±0,00	0,18±0,00	0,12±0,00
V20	0,11±0,01	0,08±0,00	0,13±0,01	0,13±0,00	0,16±0,01	0,19±0,01	0,21±0,01	0,25±0,00	0,15±0,00

Tabela 2.7. Médias e desvios padrão do *ratio* das variedades de cana-de-açúcar estudadas de fevereiro a setembro de 2007.

Variedades	Fevereiro	Março	Abril	Maiο	Junho	Julho	Agosto	Setembro	Média
V1	186,36±12,02	356,66±37,49	193,97±8,70	109,89±0,26	172,31±7,13	142,00±6,83	123,13±7,05	127,06±4,08	177,12±5,60
V2	626,67±95,18	270,32±19,47	171,62±7,84	108,89±3,58	123,33±1,30	123,46±3,74	130,67±0,38	150,73±5,49	214,29±16,51
V3	194,44±4,75	296,67±2,28	146,67±6,07	98,42±2,70	108,89±4,54	100,53±3,29	87,14±2,91	98,64±3,29	140,73±1,89
V4	149,46±7,36	254,76±18,38	180,00±15,35	145,57±5,81	94,29±6,55	93,17±2,13	84,09±3,00	122,35±2,52	139,86±2,68
V5	266,51±18,62	183,64±11,68	246,26±14,60	111,67±4,51	107,78±4,52	115,88±3,42	117,78±3,52	123,89±3,93	159,77±0,84
V6	198,00±10,17	233,75±27,94	246,92±17,25	121,88±0,77	220,00±13,28	215,00±0,65	174,17±7,31	144,38±2,66	197,22±7,87
V7	232,50±18,12	318,33±45,07	144,73±10,68	120,64±0,33	111,67±1,90	181,82±0,52	100,31±2,66	121,18±4,19	167,77±3,14
V8	116,88±2,19	136,61±10,07	154,17±6,81	141,54±8,48	192,18±8,28	182,73±3,45	177,88±8,12	122,22±1,34	152,40±1,93
V9	194,44±1,89	220,00±26,80	224,43±13,83	106,11±3,94	118,95±1,75	126,47±5,55	145,78±5,31	101,01±2,05	155,85±6,97
V10	231,25±18,06	233,75±18,22	321,67±3,15	102,96±2,88	101,90±2,84	130,00±1,51	187,27±1,62	188,52±8,56	188,11±4,00
V11	414,00±67,57	253,75±20,41	155,40±7,13	163,89±7,71	115,29±0,36	126,25±1,06	145,07±5,29	106,75±2,43	184,22±9,98
V12	487,50±7,73	390,00±93,76	326,67±46,25	278,82±19,35	291,43±8,67	225,00±25,67	210,00±13,43	217,27±12,68	299,31±13,95
V13	185,45±2,10	241,25±4,51	231,71±13,12	325,00±13,43	106,47±2,31	107,74±3,20	124,44±2,90	87,20±1,89	175,02±3,26
V14	148,33±7,43	291,67±3,20	194,44±17,54	118,67±1,38	74,44±1,11	116,88±2,19	141,43±0,35	141,43±2,88	145,51±2,66
V15	155,83±8,79	127,72±4,64	134,62±3,36	78,04±199	83,64±1,66	89,55±2,67	98,57±3,14	98,57±1,81	107,69±2,17
V16	105,00±0,97	152,85±7,46	190,00±13,25	68,40±1,94	104,29±0,98	105,33±1,16	111,33±5,36	113,89±1,76	120,10±2,38
V17	208,89±17,67	213,99±14,14	271,43±1,45	93,33±2,50	110,59±4,57	113,13±2,48	116,88±1,03	113,00±3,46	153,82±4,32
V18	155,00±8,31	152,85±7,71	122,14±3,67	100,20±3,05	90,56±0,99	96,59±3,33	92,86±2,96	95,22±2,58	113,35±0,39
V19	167,50±16,87	178,00±0,63	237,77±16,71	176,67±17,51	160,13±6,45	190,91±7,35	169,17±2,23	127,22±1,58	173,77±4,22
V20	171,62±7,96	236,25±6,16	150,00±7,57	152,31±3,95	112,21±3,17	96,06±2,85	85,24±2,88	83,20±0,67	135,01±0,79

Tabela 2.8. Médias das determinações de rendimento, físico-químicas, fator de qualidade e *ranking* das variedades.

Variedades	Rendimento (%)	TSS (°Brix)	ATT (%)	pH	ratio	Fq	Ranking
V12	53,59±0,40	20,10±0,05 ^b	0,07±0,00 ^f	5,54±0,00 ^a	299,31±13,95 ^a	163,33±6,43 ^a	1º
V10	55,37±0,10	19,35±0,03 ^b	0,11±0,00 ^e	5,42±0,00 ^b	188,11±4,00 ^c	104,09±2,39 ^b	2º
V2	50,65±0,33	19,15±0,03 ^b	0,15±0,00 ^c	5,46±0,00 ^{ab}	214,29±16,51 ^b	103,90±8,29 ^b	3º
V11	53,24±0,31	20,25±0,05 ^b	0,13±0,00 ^d	5,43±0,00 ^b	184,22±9,98 ^c	100,01±5,64 ^c	4º
V6	50,40±0,25	20,40±0,03 ^b	0,10±0,01 ^e	5,47±0,00 ^a	197,22±7,87 ^b	97,62±4,43 ^d	5º
V7	55,38±0,56	19,80±0,05 ^b	0,15±0,01 ^c	5,42±0,00 ^b	167,77±3,14 ^{de}	93,28±0,81 ^e	6º
V5	55,83±0,53	20,30±0,03 ^b	0,18±0,01 ^b	5,44±0,00 ^b	159,77±0,84 ^e	88,99±0,84 ^f	7º
V19	50,26±0,82	19,90±0,03 ^b	0,12±0,00 ^d	5,58±0,00 ^a	173,77±4,22 ^d	88,80±3,58 ^f	8º
V13	49,13±0,66	19,95±0,03 ^b	0,14±0,00 ^d	5,51±0,00 ^a	175,02±3,26 ^d	86,19±0,61 ^{fg}	9º
V17	54,32±0,78	18,85±0,03 ^c	0,16±0,00 ^{bc}	5,32±0,00 ^c	153,82±4,32 ^e	85,31±1,91 ^g	10º
V1	47,39±0,93	21,45±0,03 ^a	0,14±0,00 ^c	5,41±0,01 ^b	177,12±5,60 ^d	84,07±3,85 ^g	11º
V9	53,70±0,20	19,85±0,00 ^b	0,16±0,01 ^b	5,45±0,00 ^b	155,85±6,97 ^e	82,62±3,67 ^h	12º
V8	53,65±0,62	19,30±0,03 ^b	0,13±0,00 ^d	5,41±0,01 ^b	152,40±1,93 ^e	81,65±1,97 ^h	13º
V4	58,05±1,09	18,30±0,06 ^c	0,15±0,00 ^c	5,41±0,00 ^b	139,86±2,68 ^f	81,54±1,35 ^h	14º
V3	56,70±1,36	18,20±0,17 ^c	0,18±0,00 ^b	5,35±0,00 ^{bc}	140,73±1,89 ^f	79,75±2,57 ⁱ	15º
V14	53,59±0,28	19,95±0,03 ^b	0,15±0,00 ^c	5,34±0,00 ^{bc}	145,51±2,66 ^{ef}	78,50±1,02 ⁱ	16º
V20	52,75±1,62	19,10±0,05 ^b	0,15±0,00 ^c	5,37±0,00 ^c	135,01±0,79 ^f	72,09±2,60 ^j	17º
V16	54,55±0,13	15,55±0,03 ^d	0,14±0,00 ^c	5,37±0,01 ^c	120,10±2,38 ^g	65,36±1,41 ^l	18º
V15	53,41±0,40	19,55±0,08 ^b	0,21±0,01 ^a	5,33±0,01 ^{bc}	107,69±2,17 ^h	57,53±1,42 ^m	19º
V18	48,73±0,59	18,15±0,08 ^c	0,18±0,00 ^b	5,41±0,01 ^b	113,35±0,39 ^{gh}	55,60±0,84 ^m	20º
Geral	53,10±2,76	19,27±1,22	0,14±0,03	5,42±0,07	165,13±42,01	87,52±22,15	----

* médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p \leq 0,05$.

O valor médio de rendimento de caldo de cana das variedades estudadas foi igual a $53,10 \pm 2,76\%$ (Tabelas 2.6 e 2,10), com valor mínimo de $47,39 \pm 0,93\%$ (IAC 87-3396) e máximo de $58,05 \pm 1,09\%$ (IAC91-2205). Observou-se um rendimento de caldo de cana satisfatório, sobretudo se comparado aos valores encontrados por CRISPIM (2006) em seu trabalho – de 44,5 a 55,0%. Em ordem decrescente, os cultivares que apresentaram maiores valores de rendimento, no trabalho desse pesquisador, foram: IAC82-2045, RB735320, IAC87-3396, RB806043, RB72454, RB765418, IAC86-2210 e SP70-1143. Entretanto, não foram verificadas diferenças significativas com relação a esse parâmetro.

O pH do caldo de cana da maioria das variedades analisadas (Tabela 2.7) apresentou-se dentro da faixa encontrada na literatura, que varia entre 5,0 e 5,5. As seguintes variedades tiveram um valor acima do descrito anteriormente foram IACSP93-3046 ($5,54 \pm 0,00$), IACSP94-4002 ($5,58 \pm 0,00$) e IACSP94-2211 ($5,51 \pm 0,00$). A média geral das variedades estudadas comportou-se de acordo com a literatura consultada, com valor de $5,42 \pm 0,07$.

O alto teor de sólidos solúveis ($^{\circ}$ Brix) da variedade RB72454 é uma característica relatada em outro trabalho (MATSUOKA, 1987). Entretanto, nas condições deste experimento, esse resultado não se reproduziu e essa variedade apresentou valores ligeiramente inferiores ($19,10 \pm 0,05^{\circ}$ Brix) à média geral ($19,27 \pm 1,22^{\circ}$ Brix), conforme mostra a Tabela 2.5. .

Desempenho superior foi verificado para a variedade IAC87-3396, com teor de sólidos solúveis acima da média geral, de $21,45 \pm 0,03^{\circ}$ Brix (Tabela 2.5). Porém, o rendimento de caldo (%) - $47,39\% \pm 0,93\%$ - apresentou-se abaixo da média geral (Tabela 2.6).. Esta variedade é relatada como uma cana de alta produtividade, bom teor de sólidos solúveis, boa adaptação à baixa disponibilidade de água (AGRONÔMICO, 1999), sendo adequada a solos menos férteis. No entanto, esta variedade não foi selecionada para a avaliação sensorial devido ao baixo fator de qualidade, utilizado como critério de seleção neste trabalho.

Conforme pode ser observado na Tabela 2.10, as dez variedades que resultaram em caldo com os maiores fatores de qualidade, em ordem decrescente, foram: V12 (IACSP93-3046), V10 (IACSP93-6048), V2 (IAC86-

2480), V11 (IACSP93-3050), V6 (IAC91-3111), V7 (IAC91-5155), V5(IAC91-2218), V19 (IACSP94-4002), V13 (IACSP94-2211) e V17 (IACSP95-6071). , Embora nem todas essas variedades tenham diferido significativamente ($p < 0,05$) entre si com relação ao Fq de seus caldos, foram todas selecionadas para serem avaliadas através do teste de preferência, em virtude de se desconhecer suas características sensoriais e a preferência do consumidor entre as mesmas.

A utilização pelos produtores de cultivares precoces, médias e tardias, permite fazer um escalonamento da produção, visto que cultivares precoces apresentam teores de sacarose mais elevados logo no início da safra, enquanto as cultivares tardias apresentaram teor elevado de sacarose mais tardiamente, conforme pode ser verificado na Tabela 2.5. Deste modo, pode-se ter um período mais amplo de uso da cana na propriedade ou mesmo na indústria objetivando sempre o máximo rendimento baseado no fator de qualidade aqui avaliado.

3.2. Características dos provadores

Utilizando um questionário em conjunto com o termo de consentimento (Apêndice) foi avaliado os provadores em relação ao sexo, na figura 2.2 descreve os resultados:



Figura 2.2. Sexo dos provadores.

Observou-se que foi homogênea a distribuição em relação ao sexo dos provadores.

Em relação à faixa etária dos provadores a faixa de maior frequência foi entre 18 e 30 anos, a qual tem a maior potencial de consumo do produto avaliado.

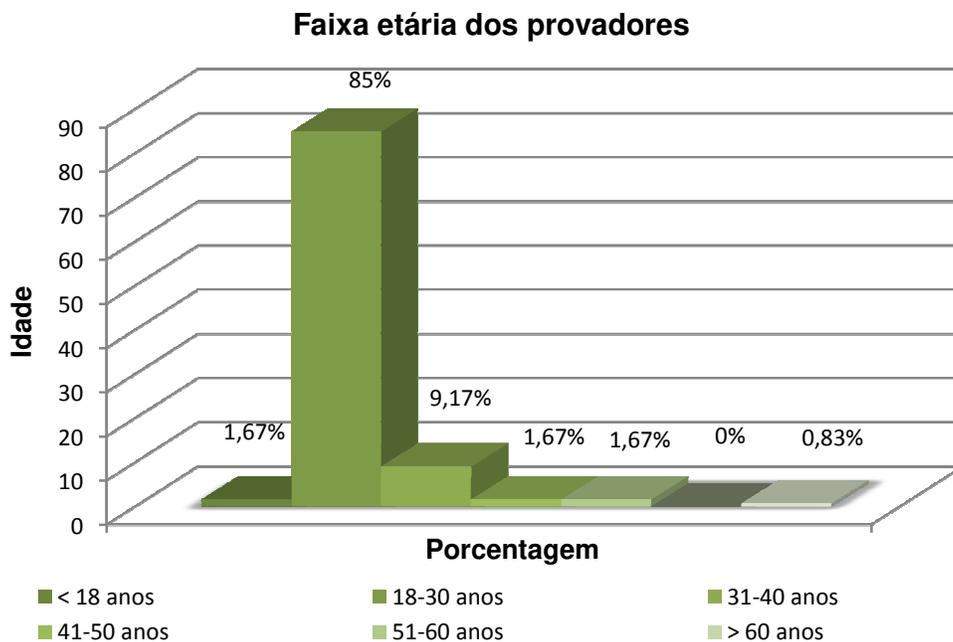
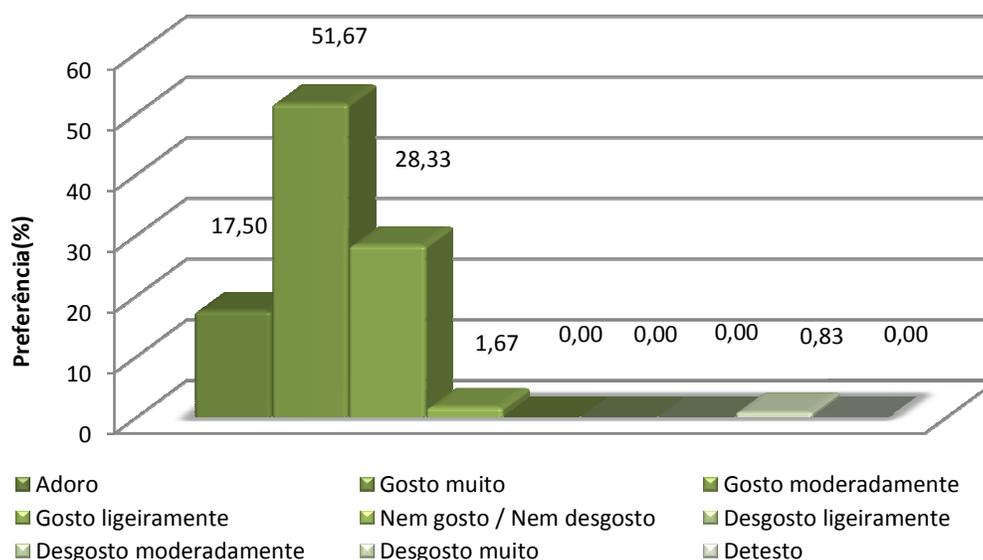


Figura 2.3. Faixa etária dos provadores.

Os resultados obtidos demonstram que os provadores que mais participaram das análises foram de uma faixa de potenciais consumidores, que varia entre 18 e 30 anos.

Foi avaliada também a preferência dos provadores pelo caldo de cana “*in-natura*”, sendo perguntado o quanto que o mesmo gosta ou desgosta de caldo de cana. Os resultados estão descritos na figura 2.4.

Preferência dos provadores



Foi determinado que 17,50% dos provadores adora caldo de cana e 51,67% dos provadores gostam muito de caldo de cana, somados equivale a 69,17% do total. Observa-se que a maioria dos provadores tem uma boa aceitação pelo produto avaliado, sendo indicados ao teste sensorial realizado.

3.3. Avaliação Sensorial

3.3.1. Preferência quanto ao sabor

Na tabela 2.9, estão apresentados os somatórios de ordenação de preferência em relação ao sabor (R_j) e $(R_j)^2$ das amostras de caldo de cana avaliadas pelos 120 consumidores.

Tabela 2.9. Somatório de preferência em relação ao sabor (R_j) e $(R_j)^2$ das amostras de caldo de cana.

	Variedades										
	V2	V5	V6	V7	V10	V11	V12	V13	V17	V19	
R_j	68	76	87	54	83	75	72	73	65	67	720
R_j^2	4624	5776	7569	2916	6889	5625	5184	5329	4225	4489	52626

O valor da Estatística de Durbin (D) foi igual a 29,475. O valor de qui-quadrado (χ^2), para 9 graus de liberdade e nível de significância de 5%, é igual

a 16,918978. Como a estatística de Durbin é maior que o valor de qui-quadrado tabelado, devemos rejeitar a hipótese nula e, assim, podem ser observadas diferenças significativas entre as variedades quanto ao sabor.

Utilizando a equação 2.5, foi determinado o valor de Diferença Mínima Significativa (DMS) ao nível de 5% de significância, para fazer a comparação entre as variedades. O mesmo foi de 16,24, utilizando $t(1-\alpha/2) = 1,970287$, determinado pelo software STATISTICA 7.0 (2004) utilizando o grau de liberdade (df) de 231 e significância (p) de 0,05.

Tabela 2.10. Resultado do teste de comparação múltipla entre os somatórios de ordenação de preferência quanto ao sabor das amostras de caldo de cana-de-açúcar.

Variedades	V2	V5	V6	V7	V10	V11	V12	V13	V17	V19
R _j	68	76	87	54	83	75	72	73	65	67
V2	68	8	19*	14	15	7	4	5	3	1
V5	76		11	22*	7	1	4	3	11	9
V6	87			33*	4	12	15	14	22*	20*
V7	54				29*	21*	18*	19*	11	13
V10	83					8	11	10	18*	16
V11	75						3	2	10	8
V12	72							1	7	5
V13	73								8	6
V17	65									2
V19	67									

*variedades diferem significativamente ($p < 0,05$) quanto à preferência em relação ao sabor.

O caldo de cana oriundo da variedade V6 (IAC91-3111), foi a de maior R_j,(87) sendo que a mesma diferiu ao nível de 5% de significância em relação ao sabor das variedades V2 (IAC86-2480), V19 (IACSP94-4002), V7 (IAC91-5155) e V17 (IACSP95-6071), tendo também estas variedades o F_q abaixo da variedade V6 (IAC91-3111).

O caldo de cana proveniente da variedade V7 (IAC91-5155), que apresentou menor somatório de preferência quanto ao sabor, diferiu significativamente ($p < 0,05$) das amostras das variedades V10 (IACSP93-6048), V11 (IACSP93-3050), V12 (IACSP93-3046), V13 (IACSP94-2211), V5 (IAC91-2218) e V6 (IAC91-3111).

A amostra V6 (IAC91-3111), não diferiu ao nível de 5% das amostras V12, V10 (IACSP93-3050), V11 (IACSP93-3050), V17 (IAC91-5155) e V5

(IAC91-2218), sendo que duas destas (V10 e V12) foram melhores colocadas no Fq.

Observou-se que as amostras V10 e V12 tiveram boa aceitação em relação ao sabor, sendo estas variedades selecionadas no atributo sabor.

3.3.2. Preferência quanto à cor

Na tabela 2.11, está apresentados os somatórios de ordenação de preferência em relação ao sabor (R_j) e $(R_j)^2$ das amostras de caldo de cana avaliadas pelos 120 consumidores.

Tabela 2.11. Somatório de preferência em relação à cor (R_j) e $(R_j)^2$ das amostras de caldo de cana.

	Variedades										$\sum R_j''$
	V2	V5	V6	V7	V10	V11	V12	V13	V17	V19	
R_j	76	75	76	67	87	74	71	67	65	62	720
R_j^2	5776	5625	5776	4489	7569	5476	5041	4489	4225	3844	52310

O valor da Estatística de Durbin (D) foi igual a 17,625. Com a utilização do programa estatístico STATISTICA 7.0 (2004), obteve-se o valor de qui-quadrado (χ^2), com 9 graus de liberdade e nível de significância de 5%, igual a 16,918978. Como a estatística de Durbin é maior que o valor de qui-quadrado tabelado, a hipótese nula foi rejeitada e, assim, podem ser observadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto à cor.

Utilizando a equação 2.5, foi determinado o valor de Diferença Mínima Significativa (DMS) ao nível de 5% para fazer a comparação entre as variedades. O valor foi de 16,57, utilizando $t(1-\alpha/2) = 1,970287$, determinado pelo software STATISTICA 7.0 (2004) utilizando o grau de liberdade (df) de 231 e significância (p) de 0,05.

Tabela 2.12. Valores de diferença entre os Rj das variedades de cana-de-açúcar em relação ao atributo cor.

Variedades	V2	V5	V6	V7	V10	V11	V12	V13	V17	V19
Rj	76	75	76	67	87	74	71	67	65	62
V2	76	1	0	9	11	2	5	9	11	14
V5	75		1	8	12	1	4	8	10	13
V6	76			9	11	2	5	9	11	14
V7	67				20*	7	4	0	2	5
V10	87					13	16	20*	22*	25*
V11	74						3	7	9	12
V12	71							4	6	9
V13	67								2	5
V17	65									3
V19	62									

*valores acima do DMS ao nível de 5% de significância.

A variedade V10 (IACSP93-6048) diferiu estatisticamente com relação às variedades V7 (IAC91-5155), V13 (IAC91-2195), V17(IACSP95-6071) e V19 (IACSP94-4002), ao nível de significância de 5%. Ela não diferiu estatisticamente das variedades V12 (IACSP93-3046), V11 (IACSP93-3050), V6 (IAC91-3111), V2 (IAC86-2480) e V5 (IAC91-2218) ao nível de significância de 5%.

Observou-se uma ampla diferença de Rj entre a variedade V10 (IACSP93-6048) e a segunda colocada, a V6 (IAC91-3111), em torno de 11, concluindo a grande aceitação dos provadores pela variedade IACSP93-6048 em relação à cor e nas condições experimentais apresentadas neste trabalho.

3.3.3. Preferência quanto à Impressão Global

Na tabela 2.13, está descrita a soma dos pontos marcados (R_j) e $(R_j)^2$ para as variedades analisadas pelos 120 provadores em relação à impressão global das variedades.

Tabela 2.13. Somatório de preferência em relação à impressão global (R_j) e $(R_j)^2$ das amostras de caldo de cana.

	Variedades										$\sum R_j''$
	V2	V5	V6	V7	V10	V11	V12	V13	V17	V19	
R_j	71	66	79	67	87	76	71	83	55	65	720
R_j^2	5041	4356	6241	4489	7569	5776	5041	6889	3025	4225	52652

O valor do Teste de Durbin (D) foi igual a 30,45. Com a utilização do programa estatístico STATISTICA 7.0 (2004), obteve-se o valor de qui-quadrado (Chi^2), com 9 graus de liberdade e nível de significância de 5%, igual a 16,918978. Como a estatística de Durbin é maior que o valor de qui-quadrado tabelado, devemos rejeitar a hipótese nula e, assim, podem ser observadas diferenças significativas entre os tratamentos quanto à impressão global.

Utilizando a equação 2.5, foi determinado o valor de Diferença Mínima Significativa (DMS) ao nível de 5% para fazer a comparação entre as variedades. O mesmo foi de 16,22, utilizando $t(1-\alpha/2) = 1,970287$, pelo software STATISTICA 7.0 utilizando o grau de liberdade (df) de 231 e significância (p) de 0,05.

Tabela 2.14. Valores de diferença entre os Rj das variedades em relação ao atributo impressão global.

Variedades	V2	V5	V6	V7	V10	V11	V12	V13	V17	V19
Rj	71	66	79	67	87	76	71	83	55	65
V2	71	5	8	4	16	5	0	12	16	6
V5	71		13	1	21*	10	5	17*	11	1
V6	76			12	8	3	8	4	24*	14
V7	66				20*	9	4	16	12	2
V10	67					11	16	4	32*	22*
V11	87						5	7	21*	11
V12	55							12	16	6
V13	83								28*	18*
V17	65									10
V19	79									

*valor acima do DMS ao nível de 5% de significância.

A variedade V10 (IACSP93-6048) apresenta diferenças significativas com relação às variedades V5 (IAC91-2218), V7 (IAC91-5155), V17 (IACSP93-6006) e V19 (IACSP94-4002). Não diferiu estatisticamente das variedades V12 (IACSP93-3046), V2 (IAC86-2480), V13(IAC91-2195) e V11 (IACSP93-6048) ao nível de significância de 5%.

Em relação à impressão global as variedades V10 (IACSP93-6048) e V13 (IAC91-2195) teve valores de Rj muito próximos, diferente dos atributos de sabor e cor, que as variedades V10 (IACSP93-6048) e V6 (IAC91-3111), obtiveram resultados próximos. No entanto, a variedade V13 (IAC91-2195) teve baixa colocação na determinação do Fq, o que reduz seu potencial para a produção de caldo de cana industrializado.

4. CONCLUSÃO

Nas determinações físico-químicas, a variedade V12 (IACSP93-3046) apresentou um resultado muito acima das outras variedades da população amostral. Mas a segunda colocada no fator de qualidade, V10 (IACSP93-6048), teve uma melhor avaliação sensorial em relação aos atributos sabor, cor e impressão global em relação a V12.

Observou-se uma grande semelhança entre as variedades V10 e V6 em relação às medidas físico-químicas, com pequena diferença na acidez total titulável, sendo a média de $0,07 \pm 0,00$ e $0,10 \pm 0,01$, respectivamente, valores estes que interferem significativamente no valor de ratio e, por conseqüência, no fator de qualidade.

Como as características sensoriais são de extrema importância para se desenvolver um caldo de cana-de-açúcar processado, a variedade IACSP93-6048 (V10) foi a mais indicada para este fim, seguida da variedade IAC91-3111 (V6), que também teve resultados satisfatórios nos experimentos realizados.

Enfim, este trabalho proporcionou uma caracterização ampla e detalhada das principais determinações empregadas de forma científica na caracterização de variedades e descrevendo novas metodologias de análise sensorial importantes para a aplicação em testes de preferência envolvendo mais que 5 amostras.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGRÔNOMICO. IAC recebe primeiro certificado de proteção de cultivar. **O Agrônomo. Campinas**, v.51, n.2/3, 1999.

A.O.A.C. 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.

BI, J. **Sensory discrimination tests and measurements: Statistical principles, procedures and tables.** Ames, IA: Blackwell Publishing, 2006.

CPT (Centro de Produções Técnicas). **Produção de cachaça orgânica.** (Série Agroindústria) n. 420, CPT, Viçosa-MG, p.186, 2003.

CRISPIM, J.E., Cana de Açúcar em Santa Catarina, **empresa de pesquisa agropecuária e extensão rural de Santa Catarina**, Urussanga, Santa Catarina 2006.

DURBIN, J.M **Incomplete blocks in ranking experiments**. British Journal of Psychology (Statistical Section), n.4, p. 85-90, 1951.

FAWCETT, R. F., SALTER, K. C. Distributional studies and the computer: An analysis of Durbin's rank test. **The American Statistician**, n.41, p.81-83, 1987.

FAWCETT, R. F., SALTER, K. C. **Reply to the letter to the editor**. The American Statistician, n.42, p.165-167, 1988.

HOLLANDER, M., & WOLFE, D. A. **Nonparametric statistical methods (2nd ed.)**. New York: Wiley, (1999).

IAA (Instituto do Açúcar e do Alcool). **Novas variedades RB para a região centro-sul do Brasil**. [S.l.] : Ministério da Indústria e Comércio, p.21,1988.

ISO 8587, **Sensory analysis–methodology–ranking**. Geneva, Switzerland, 1988.

MARGOLIN, B. H., Blocks, balanced incomplete. In KOTZ, S.; JOHNSON, N. L. (Eds.). **Encyclopedia of statistical sciences** (I, pp. 284-288). New York: Wiley.,1982.

MATSUOKA, S. RB 72 454: uma variedade de cana-de-açúcar para todo o Brasil. **Brasil Açucareiro**, Rio de Janeiro, v.105, n.4/6, p.48-53, 1983.

MEILGAARD, M., CIVILLE, G. V., & CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques (2nd ed.)**. Boca Raton, FL: CRC Press, Inc.1991.

SKILLINGS, J. H., & MACK, G. A., On the use of a Friedman type statistic in balanced and unbalanced block designs. **Technometrics**, n.23, p.171-177, 1981.

STATISTICA, **StatSoft, Inc. STATISTICA** (data analysis software system), versão 7.0., 2004.

VIEIRA, S.A.; ALTHOFF, D.A. Avaliação de Cana-de-açúcar no Litoral Sul Catarinense. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.6, n. 3, p.16-18, 1993.

CAPÍTULO 3

ESTUDOS DE DESTRUIÇÃO MICROBIOLÓGICA EM CALDO DE CANA PELOS PROCESSOS TÉRMICOS E QUÍMICOS COMBINADOS.

RESUMO

O caldo de cana é uma bebida nutritiva, energética e muito popular no Brasil. A pasteurização é empregada para a inativação enzimática, destruição de microrganismos patogênicos, sendo utilizada quando tratamentos mais rigorosos podem influenciar negativamente as propriedades sensoriais e nutritivas do alimento. O Dimetil Dicarbonato (DMDC) é um líquido incolor utilizado a frio como agente de controle de microrganismos para a conservação de bebidas com pH entre 2,0 e 4,2. O presente trabalho teve como objetivo testar diferentes concentrações de DMDC, avaliando sua ação destrutiva sobre os microrganismos. O caldo de cana, depois de extraído, foi acidificado até o pH 4,2 com ácido cítrico P.A. sendo submetido ao tratamento térmico a 90°C/40s. Coletou-se uma amostra controle com o caldo de cana “in-natura” (ensaio 0), bem como foi coletada uma amostra do caldo de cana acidificado e pasteurizado (ensaio 1), sendo realizadas as determinações necessárias à comparação. O processo de adição do DMDC ao caldo de cana, que apresentou um teor de sólidos solúveis de 21,7 ±0,1 °Brix a 20°C, foi realizado segundo um planejamento composto central (2²). No ensaio 0, controle, observou-se uma alta carga microbiana para Aeróbios Mesófilos, Bactérias Lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes. Nos ensaios entre 2 e 12 houve uma redução satisfatória na contagem de todos os microrganismos. Este efeito foi ocasionado pela influência do DMDC que teve uma boa ação sobre o espectro de microrganismos presentes no caldo de cana. Todos os ensaios aqui mencionados tiveram uma redução mínima de 4D's, possibilitando o consumo humano sem riscos à saúde. Em relação aos aeróbios mesófilos, os ensaios 3, 4 e 7 não diferiram de forma significativa ao $p \leq 0,05$, o que demonstra que 220ppm de DMDC a 15°C tem a mesma efetividade que 180ppm a 35°C ou 200ppm a 46°C. Pode-se comprovar, como também aconteceu com as Bactérias Lácticas, que em uma faixa de concentração de DMDC entre 180 e 220ppm, em temperaturas variadas de processo, a efetividade do composto foi sempre satisfatória. A turbidez apresentou valores altos, que, entretanto, não oscilaram entre os ensaios. A luminosidade oscilou,

Capítulo 3: destruição microbiológica pelos processos térmicos e químicos combinados sendo que houve diferença significativa entre os valores de L_{Hunter} , refletindo um discreto escurecimento entre os ensaios 7 a 12. Em relação ao parâmetro a_{Hunter} houve variação entre os ensaios, enquanto que b_{Hunter} apresentou diferenças entre os ensaios 7, 8 e 9 e os ensaios 1, 2, 3 e 5. Verificou-se que a adição de DMDC não alterou o pH, Acidez Total Titulável(%) e o *ratio*, portanto o dióxido de carbono (CO_2), produzido na reação do DMDC, foi insuficiente para aumentar a acidez ou reduzir o pH das amostras analisadas. O Ensaio 6 teve um reduzido valor da diferença total de cor (ΔE), pelo fato de ter sofrido menor efeito da temperatura (apenas 4°C), se comparado ao controle.

Palavras-chave: caldo de cana, tratamento térmico, dimetil dicarbonato.

ABSTRACT

The cane juice it's a nutritive beverage, energetic and very popular in Brazil. The pasteurization it's done for the enzymatic inactivation, destruction of pathogenic microorganisms, it's used when more rigorous treatments can negatively influence the sensory and nutritive properties of the food. The Dimethyl Dicarbonate (DMDC) it's a colorless liquid in cold used as a microorganisms control agent for the conservation of the beverages with the pH between 2, 0 and 4, 2. The present work had as objectives testing different concentrations of DMDC, evaluating its destructive action for the microorganisms. The cane juice, after extracted, was acidized until the pH 4,2 with citric acid P.A., had been done thermal treatment at 90° C/40s. Was collected a control sample with the cane juice "in-nature" (essay 0), as the juice cane acidized was collected and pasteurized (essay 1), and the necessary determinations was done for the comparison. The addition process of the DMDC to the cane juice, who presented a number of soluble solids of 21, 7 ±0, 1 Brix at 20°C, was accomplished as a central composite plan (2²). At the essay 1, the control, could be observed a high microbiologic load for the Mesofilic's Aerobics, Lactic Bacteria's and duriforms yeasts. At the essays 2 and 12 had a satisfactory reduction on the total microorganisms counting. This effect was caused by the action of the DMDC that had a good action on the present spectrum of microorganisms present on the juice cane. All the essays here mentioned had a minimum reduction of 4 (four) D's, becoming possible the human consume without healthy risks. Related to the Mesofilic's Aerobics, the essays 3, 4 and 7 didn't differ on a significant way to the $p \leq 0.05$, demonstrating that 220PPM of DMDC at 15°C has the same effectiveness that 180PPM at 35°C or 200PPM at 46 °C. Could be proved that, as it happened with the lactic bacteria's too, that in a concentration range of DMDC, between 180 and 220PPM, in varied process temperatures, the effectiveness of DMDC would be always satisfactory. The turbidity presented high values, which, however, didn't oscillate among the essays. The luminosity oscillated, a significant difference could be seen on the L_{Hunter} values, reflecting a discrete darkening among the essays 7 and 12. The instrumental color, a_{Hunter} have varied a lot among the

Capítulo 3: destruição microbiológica pelos processos térmicos e químicos combinados

essays, and it practically disappeared between the essays 7 and 12, while the b_{Hunter} differed, principally the essays 7, 8 and 9 in relation to the 1, 2, 3 and 5 of the study. The essay didn't significantly alter the soluble solids concentration. Was verified that the addition of DMDC didn't altered the pH, Total Titratable Acidity (%) and the ratio. Was observed that the carbon dioxide (CO_2), produced on the DMDC reaction, was insufficient to increase the acidity or reducing the pH of the samples used on the essays. The essay 6 had a reduced value on the total color difference (ΔE). Was observed that by the fact of suffering less temperature effect of the essay (only 4°C), the color had less change, if compared to the control.

Keywords: cane juice, thermal treatment, dimetil carbonate.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Caldo de Cana e o crescimento do setor de bebidas

O caldo de cana é uma bebida nutritiva, energética, muito popular no Brasil sendo consumida por pessoas de todas as idades e classes sociais, especialmente nos períodos mais quentes do ano. É obtida pela extração em moendas elétricas ou manuais, coado em peneiras metálicas ou plásticas e servido com gelo, podendo ser consumido puro ou adicionado de suco de frutas ácidas. A bebida é comercializada em vias públicas, parques, praças e feiras por vendedores denominados de garapeiros (LUBATTI, 1999; SOCCOL et al, 1990).

O crescimento do setor de bebidas, baseado tanto no aumento do volume de produção quanto no aumento do consumo per capita, tem despertado o interesse da indústria de bebidas para a produção de novos tipos de produtos e diversificação nas formas de consumo. Apenas na década de 90, o consumo per capita das principais categorias de bebidas aumentou em 31,9% frente a um aumento de 20,5% da população brasileira neste mesmo período. De 1999 para 2003, o movimento do setor consolidou-se com um aumento do consumo per capita de 12,4% frente a um aumento de 4,71% da população neste mesmo período (CIPOLLA et.al, 2002).

No Brasil, o segmento de sucos prontos para beber movimentou 130 milhões de litros em 2001, equivalente a 320 milhões de reais (ARAÚJO, 2002). Em 2004, o mercado de sucos prontos no Brasil apresentou crescimento de 15,5%, movimentando 350 milhões de litros, o equivalente a 900 milhões de reais, atingindo proporções maiores do que o de refrigerantes, cujo aumento foi de apenas 6,54%. Esse fato explica o ingresso e o aumento do investimento de empresas nacionais e multinacionais em instalações e desenvolvimento de novos produtos para o setor (MONTEIRO, 2006).

1.2. Tratamento térmico

A pasteurização é um processamento térmico empregado para a inativação enzimática, destruição de microrganismos patogênicos e

Capítulo 3: destruição microbiológica pelos processos térmicos e químicos combinados

deterioradores de baixa resistência ao calor, sendo utilizada quando tratamentos mais rigorosos podem influenciar negativamente as propriedades sensoriais e nutritivas do alimento. Também é aplicada em produtos alimentícios que serão posteriormente armazenados em condições que minimizem o crescimento bacteriano, como a refrigeração e o uso de aditivos químicos e de embalagens herméticas, visando à conservação do alimento.

1.3. Dimetil Dicarbonato

Dimetil Dicarbonato (DMDC) é um líquido incolor utilizado a frio como agente de controle microbiano para a conservação de bebidas com pH entre 2,0 e 4,2. Dentro desta faixa de trabalho não há limitação para o tipo de bebida: alto/baixo conteúdo de polpa/suco, carbonatado ou não, adoçado ou não. Algumas das suas vantagens são: não há impacto sobre o sabor, odor ou cor da bebida final tratada; não é consumido pelo consumidor; devido ao processo de hidrólise que ocorre; apresenta excelente efetividade contra leveduras; não gera resistência aos microorganismos; compatível com todos os tipos de embalagens (vidro, metal, plástico, cartonado); baixo investimento inicial, quando comparado com linhas assépticas ou hot-filling (LANXESS, 2005).

O Ministério da Saúde através da Resolução de Diretoria Colegiada - RDC nº. 70, de 22 de outubro de 2007 aprovou o uso do aditivo INS 242 Dimetil Dicarbonato, Dicarbonato Dimetílico na função conservador para alimentos e respectivos limites máximos de uso em 250 ppm (ANVISA, 2008).

A velocidade de decomposição de DMDC depende, principalmente, da temperatura da bebida que está sendo tratada, sendo que a influência do pH da bebida é negligenciável. Não foi possível comprovar qualquer influência do teor de CO₂ sobre a decomposição de DMDC. No âmbito da precisão analítica (limite de detecção: cerca de 0,04 ppm DMDC), os tempos de decomposição ilustrados na Figura 1 foram determinados por meio de cromatografia gasosa (LANXESS, 2005).

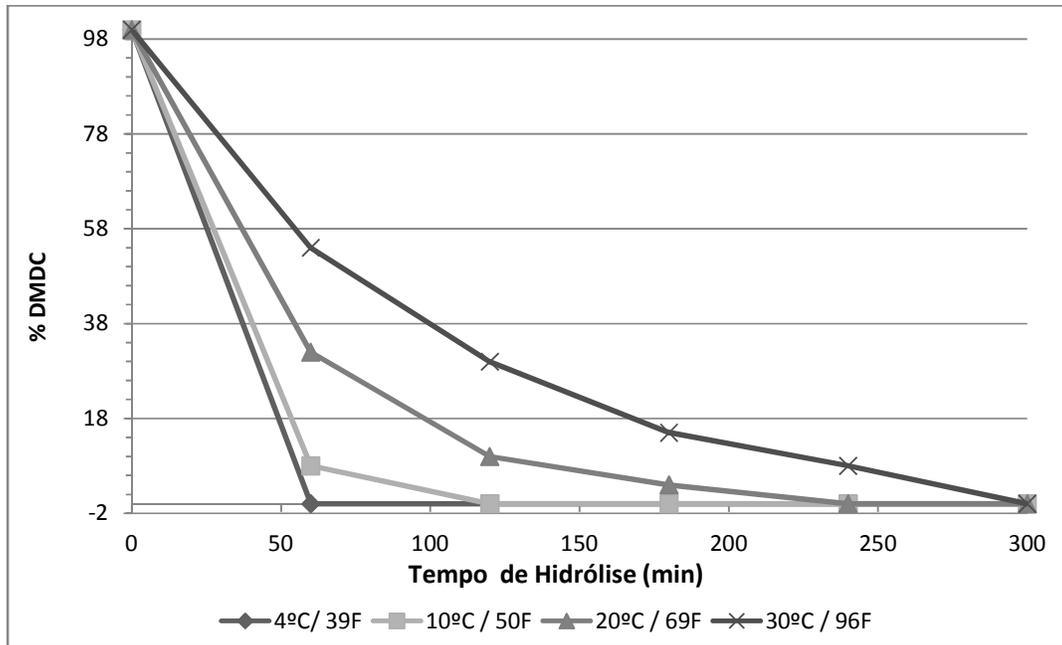


Figura 3.1. Decomposição de 250ppm de DMDC em bebidas em diferentes temperaturas.

Após a decomposição de DMDC já não existe efeito germicida. A combinação de DMDC com conservantes clássicos persistentes permite obter uma proteção ótima também depois da abertura do recipiente.

Aplicado em dosagem mínima, o DMDC já mostra um efeito particularmente acentuado contra microrganismos típicos das bebidas, como leveduras fermentativas, micodermas e bactérias enzimogênicas. Em dosagens maiores, o produto também abrange um grande número de bactérias, leveduras selvagens e fungos. Em alguns tipos de bebidas podem ser necessárias medidas complementares que visem reduzir o número de agentes nocivos. Deve-se excluir a presença de esporos como conídios, ascospórios e endospórios na bebida pronta para consumo.

O presente trabalho teve como objetivo realizar a caracterização físico-química e microbiológica de caldo de cana submetido ao tratamento térmico (90°C/40s) e/ou à adição de diferentes concentrações de Dimetil Dicarbonato em diferentes temperaturas de processo.

1.4. Cor Instrumental

A cor pode ser definida como a sensação experimentada por indivíduo quando a energia da luz correspondente ao espectro visível atinge a retina do

Capítulo 3: destruição microbiológica pelos processos térmicos e químicos combinados
olho. A região do espectro eletromagnético sensível ao olho humano está na faixa de comprimento de onda (λ) entre 390nm a 750nm (FRANCIS; CLYDESDALE, 1975).

As cores referentes à faixa visível do espectro podem ser descritas subjetivamente, como por exemplo “vermelho”, e objetivamente, segundo o seu comprimento de onda. As cores vermelho, amarelo, verde e violeta, apresentam comprimentos de onda situados ao redor de 680nm, 575nm, 520nm e 450nm, respectivamente (FERREIRA, 1991).

Com o objetivo de normalizar a medição da cor, em 1931 a CIE (Commission Internationale de l'Eclairage) adotou os seguintes métodos para medição e especificação de cor: uso de fontes de luz-padrão definidas pela CIE, condições exatas para observação ou medição da cor, uso de unidades matemáticas apropriadas para expressar a cor e definição do observador-padrão (JIMÉNEZ; GUTIÉRREZ, 2001).

A medida da cor pode ser realizada através de espectrofotômetro, colorímetros triestímulos e colorímetros visuais. O espectrofotômetro é um instrumento que fornece a análise espectral das propriedades de reflectância e/ou transmitância de um objeto a cada comprimento de onda, e pode calcular indiretamente as informações psicofísicas (colorimetria). O colorímetro triestímulo é um instrumento que proporciona medições correlatas à percepção do olho humano através dos valores triestímulos (XYZ, L a b, etc).

Os colorímetros visuais são de dois tipos: aditivos e subtrativos. Os colorímetros visuais aditivos baseiam-se na adição das três cores primárias (vermelho, verde e azul) para formar quaisquer cores; enquanto, os colorímetros visuais subtrativos envolvem a remoção de partes do espectro visível através de filtros com as cores primárias (HUNTER; HAROLD, 1981).

Em 1976, a CIE recomendou o uso da escala de cor CIE $L^*a^*b^*$, ou CIELAB (Figura 1.3). O máximo valor de L^* (luminosidade) é 100, e representa uma perfeita reflexão difusa, enquanto que o valor mínimo é zero e constitui o preto. Os eixos a^* e b^* não apresentam limites numéricos específicos. A coordenada a^* varia do vermelho ($+a^*$) ao verde ($-a^*$), e a coordenada b^* do amarelo ($+b^*$) ao azul ($-b^*$). Os valores delta (ΔL^* , Δa^* e Δb^*) indicam o quanto a amostra diferiu do padrão para L^* , a^* e b^* , e são freqüentemente utilizados no

Capítulo 3: destruição microbiológica pelos processos térmicos e químicos combinados
controle de qualidade e ajustes de formulação, além de serem utilizados para o
cálculo da diferença total de cor (ΔE^*) (HUNTERLAB, 1996).

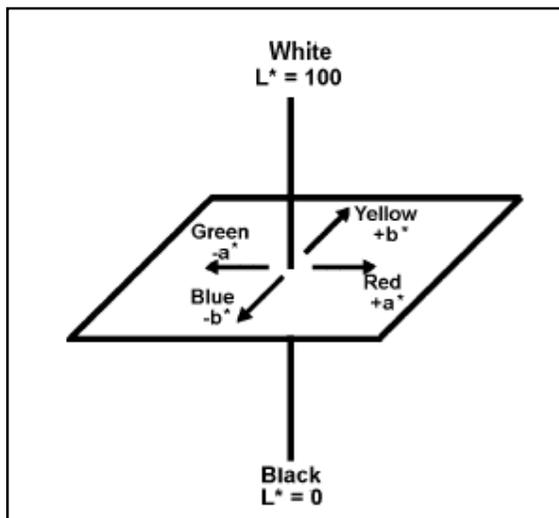


Figura 3.2. espaço de cor CIELAB (HUNTERLAB, 1996).

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Materiais

Foi utilizada cana-de-açúcar (*Saccharum officinarum*) da variedade IACSP93-6048. O caldo foi extraído em moenda elétrica (Modelo STN-30/270RPM), na Planta Piloto do DTA - FEA - UNICAMP.

O Dimetil Dicarbonato foi adquirido por doação da Lanxess, representada pela Döhler América Latina (Representante Técnico), situada na cidade de Limeira-SP.

2.2. Métodos

Anteriormente à extração do caldo, a cana recebida passou por um processo de remoção mecânica da casca utilizando um equipamento apropriado para o devido fim, e depois de limpa, a mesma foi sanitizada com solução de 10ppm de Cloro Ativo. Após 20 minutos de contato com a solução sanificante, o material foi enxaguado em água corrente potável. A moenda sofreu o mesmo processo de sanitização.

O caldo de cana extraído foi acidificado até o pH 4,2 com ácido cítrico P.A. utilizando o Potenciômetro Digital da marca Digimed e sendo a seguir tratado térmicamente a 90°C/40s.

Coletou-se uma amostra controle com o caldo de cana “*in-natura*” (ensaio 0), bem como foi coletada uma amostra do caldo de cana acidificado e pasteurizado (ensaio 1), sendo realizadas as determinações necessárias à comparação.

2.2.1. Tratamento térmico

O sistema de pasteurização tubular (Figura 3.3.) utilizado é constituído de três seções: aquecimento, retenção e resfriamento foi desenvolvido especialmente para este trabalho. O funcionamento baseia-se na passagem do caldo de cana por uma bomba peristáltica com controle de vazão de alta precisão, que impulsiona o caldo pelas três seções até o envase, através de mangueiras plásticas (específicas para o uso em produtos alimentícios) e serpentinas de aço inoxidável (AISI 314), que se encontram dentro de banhos com temperatura controlada.

Os parâmetros estabelecidos, preliminarmente, para o controle dos ensaios de pasteurização foram o comprimento e o diâmetro das serpentinas e mangueiras plásticas, a capacidade da bomba peristáltica e a temperatura dos banhos de aquecimento e resfriamento. As temperaturas de processo foram monitoradas em diversos pontos do sistema de pasteurização, como pode ser visto na Figura 3.3. O caldo de cana processado foi envasado em garrafas de vidro estéreis e as embalagens foram seladas e submetidas às temperaturas de adição do DMDC, como descrito no item 2.2.2, a seguir.

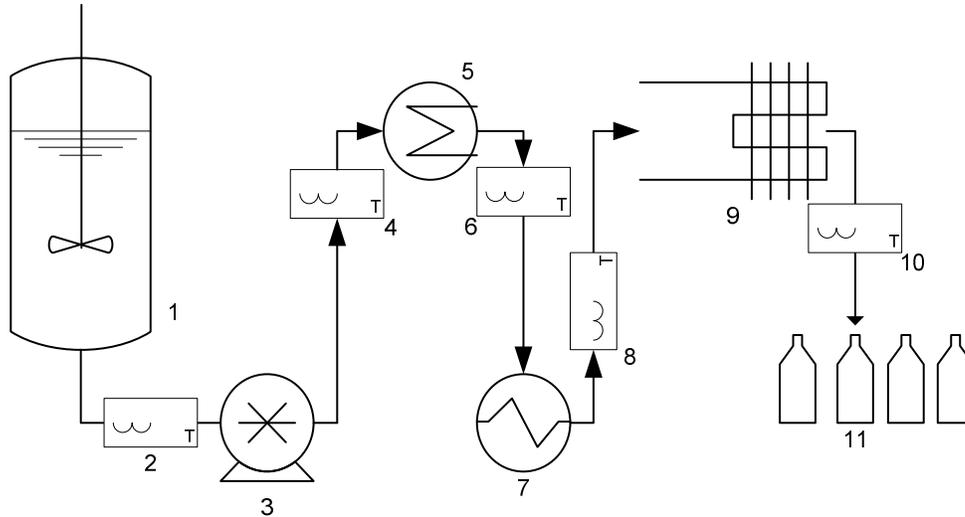


Figura 3.3. Sistema de pasteurização tubular.

Legenda: 1. Recipiente em Aço inox (AISI 314) com sistema de Homogeneização, 2. Termômetro de escala externa – álcool, 3. Bomba peristáltica, 4. Idem ao item 2, 5. Serpentina em Aço inox (AISI 314) em banho a $90^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$, 6. Idem ao item 2, 7. Serpentina para retenção de $90^{\circ}/40\text{s}$, 8. Idem ao item 2, 9. Serpentina imersa em água/álcool (50:50) a $2^{\circ}\text{C}\pm 1^{\circ}\text{C}$, 10. Idem ao item 2, 11. Garrafas estéreis de vidro.

2.2.2. Delineamento experimental

O processo de adição do Dimetil Dicarbonato ao caldo de cana, que apresentou um teor de sólidos solúveis de $21,7\pm 0,1$ °Brix a 20°C , foi realizado segundo um planejamento composto central (2^2) (BARROS NETO; et. al., 2002) constituído por quatro ensaios lineares nos níveis -1 e +1, quatro ensaios axiais ($\alpha=1,414$) e três ensaios no ponto central, como pode ser observado na Tabela 3.2. As variáveis independentes foram: temperatura ($^{\circ}\text{C}$) e Concentração de DMDC (ppm), sendo seus níveis apresentados na Tabela 3.1. As variáveis dependentes avaliadas foram: coordenadas de cor instrumental a^* e b^* , diferença total de cor (ΔE^*) e análises microbiológicas.

Utilizou-se o programa StatSoft, Inc. (2004). STATISTICA (data analysis software system), versão 7.0. no qual foram estudados 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 obtidos pela Análise de Variância (ANOVA). O teste de Tukey foi utilizado segundo GOMES (1990).

Para avaliar estatisticamente os resultados das determinações físico-químicas foi aplicado Análise de Variância (ANOVA) e Teste de Tukey a 5% de significância.

Tabela 3.1. Variáveis independentes e seus diferentes níveis.

	Codificado	Níveis				
		- α	-1	0	+1	+ α
Temperatura (°C)	X1	4	15	25	35	46
DMDC (PPM)	X2	150	180	200	220	250

A seguir se descreve o planejamento experimental adotado em níveis codificados e reais.

Tabela 3.2. Planejamento experimental completo (2^2).

Ensaio	Níveis codificados		Níveis Reais	
	X1	X2	Temperatura (°C)	DMDC (PPM)
2	-1	-1	15	180
3	-1	+1	15	220
4	+1	-1	35	180
5	+1	+1	35	220
6	-1,414	0	4	200
7	+1,414	0	46	200
8	0	-1,414	25	150
9	0	+1,414	20	250
10	0	0	20	200
11	0	0	20	200
12	0	0	20	200

2.2.3. Determinação Instrumental da Cor

A cor foi avaliada através de um espectrofotômetro Colorquest Hunterlab, usando um sistema de leitura CIELAB para reflectância especular incluída, conferindo os seguintes padrões de calibração:

Nº C6299 de março de 1996, D65/10º Branco X7746 Y8208 Z8838

As amostras foram colocadas em cubeta de vidro opticamente limpo com 10 mm de caminho óptico. Realizaram-se três repetições por amostra. Calculou-se a diferença total de cor (ΔE^*) de acordo com a equação:

$$\Delta E^* = [(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2} \quad (\text{eq.1})$$

Onde: Δ é a diferença entre cada parâmetro de cor da amostra controle (caldo de cana não pasteurizado e não adicionado DMDC) e as amostra submetidas à pasteurização térmica com adição do DMDC.

2.2.4. Determinações físico-químicas

- Acidez Total Titulável ou ATT (% ácido cítrico): Segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.37, 1997);
- pH: segundo metodologia da A.O.A.C (n.42.1.04, 1997);
- Teor de Sólidos Solúveis ($^{\circ}$ Brix): foi determinado utilizando um refratômetro portátil da marca Tecnal AR200;
- Relação Brix/Acidez ("ratio"): obtida dividindo-se o teor de sólidos solúveis totais ($^{\circ}$ Brix) pelo valor da acidez total titulável (%);

2.2.5. Determinações Microbiológicas

Foram feitas determinações de coliformes totais e fecais, aeróbicos mesófilos, bactérias lácticas, fungos filamentosos e leveduriformes, conforme a metodologia indicada pela APHA (VANDERSANT & SPLITSTOESSER, 1992).

As determinações foram realizadas conforme a resolução RDC Nº12 de 2 de janeiro de 2001, que aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, onde classifica caldo de cana pasteurizado e refrigerado como pertencente ao grupo 17 item i. (BRASIL, 2001).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Determinações microbiológicas

Os resultados da contagem de microrganismo dos ensaios após o tratamento estão descritos na tabela 3.3.

Tabela 3.3. Contagem de microrganismo do controle e após o processamento.

Ensaio	Aeróbios Mesófilos (UFC/mL)	Bactérias Lácticas (UFC/mL)	Fungos Filamentosos e Leveduriformes (UFC/mL)	Coliformes Totais (NMP/50 mL)	Coliformes Termotolerantes (NMP/50 mL)
0*	$> 6,5 \times 10^{6a}$	$> 6,5 \times 10^{6a}$	$> 6,5 \times 10^6$	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
1**	$4,5 \times 10^{3b}$	$> 6,5 \times 10^{6a}$	$5,8 \times 10$	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
2	$3,7 \times 10^2$	$3,1 \times 10^{2c}$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
3	$2,6 \times 10^{2d}$	$2,6 \times 10^{2b}$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
4	$2,6 \times 10^{2d}$	$3,8 \times 10^2$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
5	$3,1 \times 10^{2e}$	$3,0 \times 10^{2c}$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
6	$3,3 \times 10^{2e}$	$2,8 \times 10^{2bc}$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
7	$2,8 \times 10^{2de}$	$2,8 \times 10^{2bc}$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
8	$9,8 \times 10^{2f}$	$9,8 \times 10^{2d}$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
9	$9,9 \times 10^{2f}$	$9,9 \times 10^{2d}$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
10	$7,3 \times 10^{2f}$	$5,6 \times 10^2$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
11	$7,0 \times 10^{2f}$	$6,2 \times 10^{2e}$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$
12	$7,1 \times 10^{2f}$	$6,3 \times 10^{2e}$	$< 1^b$ (est)***	$< 1,1^a$	$< 1,1^a$

* Caldo de cana *in-natura*. ** Caldo de cana pasteurizado e acidificado. ***Contagem estimada, abaixo do limite de quantificação do método.

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p < 0,05$.

* médias de 3 repetições .

Segundo DUNCAN e COLMER (1964) e MAYEUX e COLMER(1960) canas-de-açúcar saudáveis podem conter 10^1 a 10^8 colônias de bactérias por grama do colmo e 10^1 a 10^3 colônias de fungos por grama do colmo.

No ensaio 0 (controle) observou-se uma alta carga microbiana para Aeróbios Mesófilos, Bactérias Lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes característica do caldo de cana *in-natura*, que nas condições experimentais empregadas foi considerado não contável. Os resultados encontrados para as contagens de mesófilos, bactérias lácticas e fungos filamentosos e

Capítulo 3: destruição microbiológica pelos processos térmicos e químicos combinados

leveduriformes na ordem de 10^6 eram esperados. Enfim, um produto totalmente insatisfatório ao consumo humano, apesar de os coliformes totais e termotolerantes terem apresentado valores na ordem de $<1,1$ NMP/50 ml, confirmando a ausência dos mesmos.

No ensaio 1, caldo de cana acidificado até pH 4,2, teve o mesmo comportamento para bactérias lácticas, fungos filamentosos e leveduriformes e coliformes totais, tendo diferenciação na contagem de aeróbios mesófilos, que foi menor que o controle, $4,5 \times 10^3$ UFC/mL. A contagem de coliformes totais e termotolerantes foi igual ao controle, dentro dos níveis exigidos pela Legislação Sanitária Brasileira.

Nos ensaios entre 2 e 12 houve uma redução satisfatória na contagem de todos os microrganismos. Este efeito foi ocasionado pela ação do Dimetil Carbonato no espectro de microrganismos presentes no caldo de cana. Todos os ensaios aqui mencionados tiveram uma redução mínima de 4D, possibilitando o consumo humano sem riscos à saúde.

As bactérias lácticas e as leveduras apresentam baixa resistência térmica, sendo geralmente destruídas quando submetidas ao processamento térmico. Entre as bebidas processadas, as submetidas ao tratamento térmico isolado e ao combinado com o Dimetil Dicarbonato foram as que apresentaram menores contagens de mesófilos, bactérias lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes, quando comparadas ao controle.

Em relação os aeróbios mesófilos, os ensaios 3, 4 e 7 não diferiram de forma significativa ao $p \leq 0,05$, o que mostra que 220ppm de DMDC a 15°C tem a mesma efetividade que 180ppm a 35°C ou 200ppm a 46°C . Este fato também é observado na tabela 3.3, o qual mostra o contorno de pontos onde foi mais efetivo o DMDC em relação aos aeróbios mesófilos oriundos do caldo de cana. Podemos comprovar que em uma faixa de concentração de DMDC entre 180 e 220ppm, em temperaturas variadas de processo, a efetividade do DMDC será sempre satisfatória, reduzindo em mais de 4D a população de microrganismos alvo.

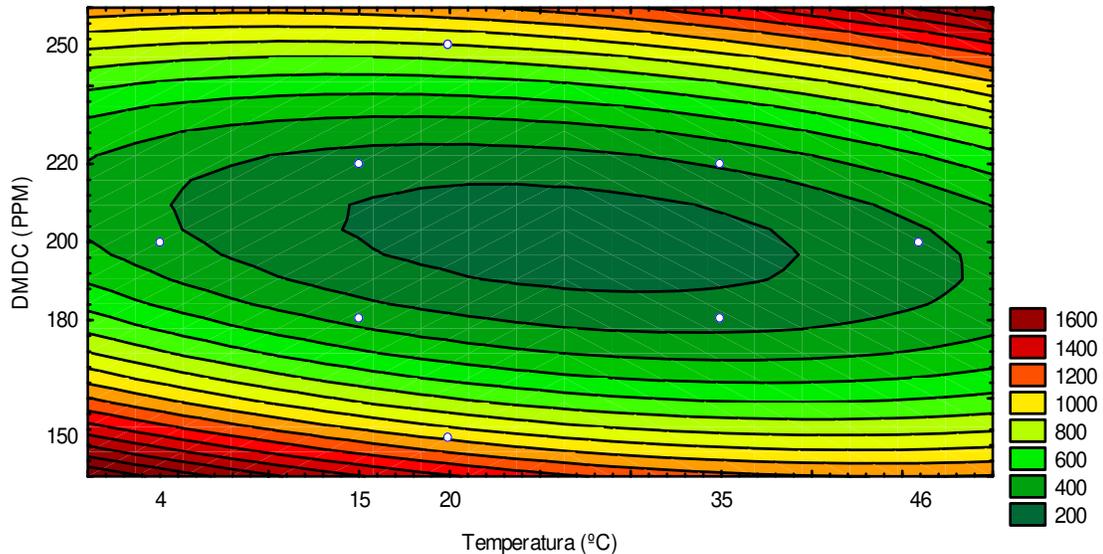
Através da análise dos efeitos e respectivos coeficientes de regressão, obteve-se o seguinte modelo quadrático:

$$Y = 13041,8042 - 60,712T - 120,0253D + 0,6311D^2$$

Onde D = DMDC (ppm); T = Temperatura (°C) e Y = estimativa de resposta.

De acordo com a análise de variância (ANOVA) este modelo mostrou-se estatisticamente válido, pois o valor obtido de F foi maior que o valor tabelado ao nível de significância de 5% e, desta forma, gerou a superfície de contorno mostrada na Figura 3.4.

Figura 3.4. Gráfico do efeito da temperatura (°C) e da concentração de DMDC na efetividade sobre aeróbios mesófilos.



Nota: Os Ensaios 0 e 1 não estão representados na figura 3.4.

As Bactérias Lácticas, nos ensaios 3, 6 e 7 não diferiram de forma significativa ao $p \leq 0,05$, o que mostra que 220ppm de DMDC a 15°C tem a mesma efetividade que 200ppm a 4°C ou 200ppm a 46°C. Este fato também é observado na figura 3.4, o qual mostra o contorno de pontos onde foi mais efetivo o DMDC em relação às bactérias lácticas oriundas do caldo de cana. Pode-se comprovar, como também aconteceu com as Bactérias lácticas, que em uma faixa de concentração de DMDC entre 180 e 220ppm, em temperaturas variadas de processo, a efetividade do DMDC será sempre satisfatória, reduzindo em mais de 4D a população de bactérias lácticas da amostra.

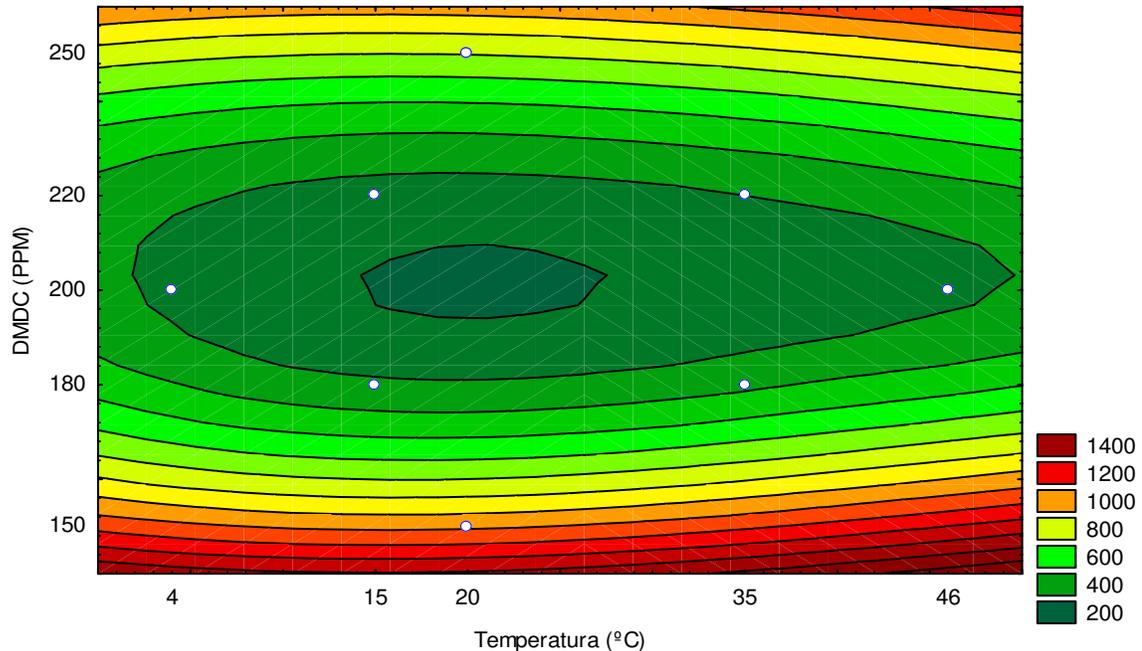
Através da análise dos efeitos e respectivos coeficientes de regressão, obteve-se o seguinte modelo quadrático:

$$Y = 10978,7489 - 18,4752T - 102,7594D + 0,3793D^2 + 0,0603TD$$

Onde D = DMDC (ppm); T = Temperatura(°C) e Y = estimativa de resposta.

De acordo com a análise de variância (ANOVA) este modelo mostrou-se estatisticamente válido, pois o valor obtido de F foi maior que o valor tabelado ao nível de significância de 5% e, desta forma, gerou a superfície de contorno mostrada na Figura 3.5.

Figura 3.5. Gráfico do efeito da temperatura (°C) e da concentração de DMDC sobre baterias lácticas.



Nota: Os Ensaios 0 e 1 não estão representados na figura 3.5.

Entre os ensaios processados, o tratamento térmico combinado com o DMDC foi o mais efetivo na redução das contagens de fungos filamentosos e leveduriformes, provavelmente devido à baixa resistência térmica que esses microrganismos apresentam figura 3.6. O tratamento térmico isolado diferiu significativamente em relação à eficácia na redução das contagens de fungos filamentosos e leveduriformes. Em relação aos demais tratamentos, verificou-se bastante eficaz, devido à ação do DMCD nos microrganismos em questão, que provavelmente os eliminou. No entanto, os tratamentos executados nos ensaios 2 ao 12 apresentaram-se eficazes quando comparados ao controle e ao caldo de cana, que sofreram apenas tratamento térmico.

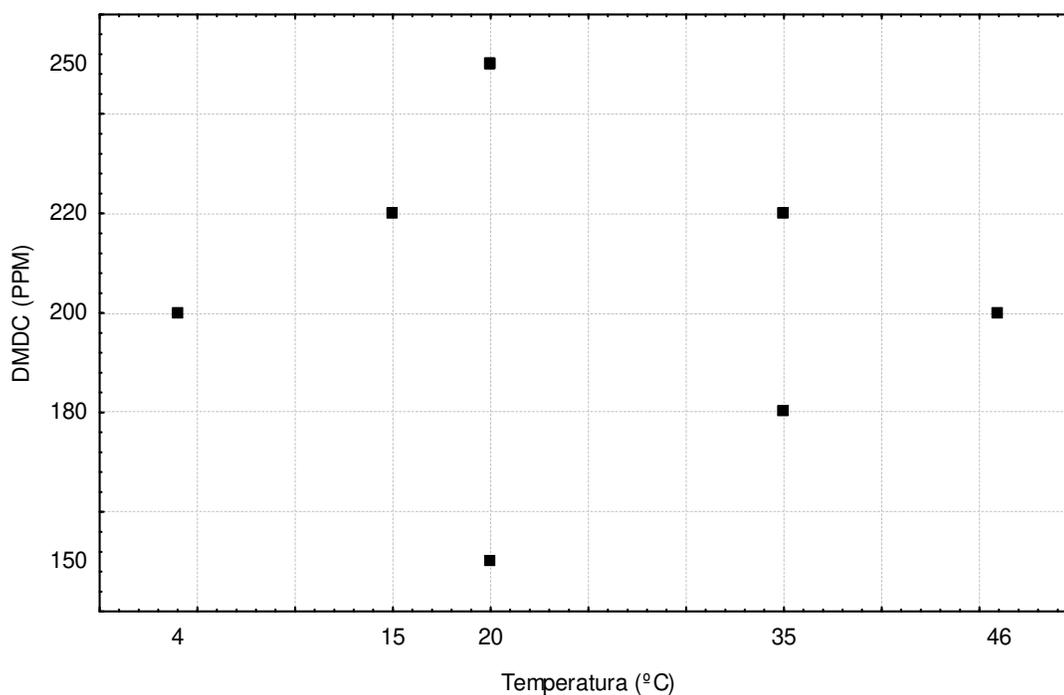
Através da análise dos efeitos e respectivos coeficientes de regressão, obteve-se o seguinte modelo linear:

$$Y = 1$$

Y = estimativa de resposta.

De acordo com a análise de variância (ANOVA) este modelo mostrou-se estatisticamente válido, pois o valor obtido de F foi maior que o valor tabelado ao nível de significância de 5% e, desta forma, gerou a superfície de contorno mostrada na Figura 3.6.

Figura 3.6. Gráfico do efeito da temperatura (°C) e da concentração de DMDC (ppm) na efetividade sobre Fungos Filamentosos e Leveduriformes.



3.2. Determinação instrumental da cor

Na tabela 3.4 estão descritos os resultados do estudo de cor realizados com o controle e os ensaios executados no experimento.

Tabela 3.4. Determinações de cor do controle e após o processamento dos ensaios.

Ensaio	L*	a*	b*	Turbidez	ΔE
0	35,63±0,06 ^c	7,27±0,02 ^d	36,63±0,15	92,42±0,24 ^a	----
1	29,39±0,13 ^b	12,15±0,10 ^a	42,35±0,16 ^a	92,73±0,51 ^a	9,78±0,06 ^b
2	27,86±0,20 ^a	12,39±0,03 ^a	42,44±0,21 ^a	92,37±0,34 ^a	10,97±0,13 ^a
3	29,14±0,19 ^b	11,18±0,07 ^b	42,87±0,22 ^a	92,76±0,71 ^a	9,82±0,15 ^{ab}
4	28,28±0,23 ^{ab}	11,75±0,20 ^{ab}	42,37±0,14 ^a	92,34±0,06 ^a	10,35±0,15 ^a
5	30,80±0,27 ^b	8,70±0,07 ^c	41,68±0,04	92,64±0,49 ^a	7,14±0,05 ^c
6	36,63±0,06 ^c	7,21±0,04 ^a	37,63±0,15	92,38±0,07 ^a	1,42±0,00 ^e
7	40,32±0,07 ^e	2,01±0,05 ^e	33,94±0,10 ^b	92,39±0,06 ^a	7,54±0,05 ^c
8	38,34±0,03 ^e	2,04±0,02 ^e	34,96±0,04 ^b	92,38±0,17 ^a	6,12±0,04 ^d
9	38,39±0,09 ^e	2,13±0,01 ^e	34,92±0,10 ^b	92,60±0,11 ^a	6,08±0,06 ^d
10	40,08±0,03 ^e	1,18±0,03 ^e	30,99±0,13	92,61±0,07 ^a	9,42±0,05 ^b
11	39,78±0,54 ^e	1,56±0,12 ^e	32,69±0,18	92,57±0,31 ^a	8,09±0,44 ^c
12	39,42±0,23 ^e	2,07±0,07 ^e	35,19±0,22 ^b	92,38±0,29 ^a	5,84±0,24 ^d

médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p \leq 0,05$.

* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

A turbidez, medida no sistema Hunter, apresentou valores altos, que, entretanto, não oscilaram entre os ensaios. Os valores encontrados estão de acordo com os encontrados por PRATI e MORETTI, 2004.

A luminosidade instrumental oscilou, apresentando diferenças significativas entre os valores. O valor mínimo de L_{Hunter} , foi de 27,86±0,20 (ensaio 2) igual estatisticamente ao valor 28,28±0,23 (ensaio 4), os quais utilizaram 180ppm de DMDC em ambos ensaios. Pode-se observar um escurecimento entre os ensaios 7 e 12, os quais foram iguais estatisticamente ao nível de significância de $p \leq 0,05$. Quanto aos demais parâmetros de cor instrumental, a_{Hunter} (intensidade de vermelho) variou entre os ensaios, sendo que reduziu a uma faixa de 2,13 e 1,18 entre os ensaios 7 a 12, enquanto que b_{Hunter} (intensidade de amarelo) se diferenciou, principalmente os ensaios 7, 8 e 9 e os ensaios 1, 2, 3 e 5.

O ensaio 6 apresentou significativa redução ($p \leq 0,05$) do valor da Diferença Total de cor (ΔE)(descrito na tabela 3.4) em relação aos demais ensaios. Foi observado que pelo fato de sofrer menor efeito da temperatura do ensaio (apenas 4°C), houve também menor alteração da sua cor, se comparado ao controle. As outras medidas variou em uma faixa de 5,84±0,24

Capítulo 3: destruição microbiológica pelos processos térmicos e químicos combinados (ensaio 12) a $10,97 \pm 0,13$ (ensaio 2), sendo estes ensaios os que mais sofreram alteração de cor devido a temperatura utilizada.

3.3. Determinações físico-químicas.

Na tabela 3.5. estão descritos os resultados das determinações físico-químicas dos ensaios realizados.

Tabela 3.5. Determinações físico-químicas do controle e após o processamento dos ensaios.

Ensaio	pH (a 20°C)	TSS (°Brix)	ATT (%)	ratio
0	$5,37 \pm 0,01^a$	$21,7 \pm 0,06^a$	$0,12 \pm 0,01^b$	$180,83 \pm 9,74^a$
1	$4,23 \pm 0,01^{bc}$	$21,8 \pm 0,06^a$	$0,19 \pm 0,01^a$	$114,21 \pm 6,08^b$
2	$4,25 \pm 0,01^b$	$21,8 \pm 0,06^a$	$0,19 \pm 0,01^a$	$114,74 \pm 6,34^b$
3	$4,21 \pm 0,01^c$	$21,7 \pm 0,06^a$	$0,19 \pm 0,01^a$	$114,21 \pm 0,30^b$
4	$4,19 \pm 0,01^{cd}$	$21,7 \pm 0,06^a$	$0,18 \pm 0,01^a$	$120,00 \pm 3,51^b$
5	$4,18 \pm 0,01^d$	$21,7 \pm 0,06^a$	$0,19 \pm 0,01^a$	$114,21 \pm 6,31^b$
6	$4,21 \pm 0,01^c$	$21,8 \pm 0,06^a$	$0,19 \pm 0,01^a$	$114,21 \pm 6,08^b$
7	$4,21 \pm 0,01^c$	$21,8 \pm 0,06^a$	$0,18 \pm 0,01^a$	$121,11 \pm 3,38^b$
8	$4,21 \pm 0,02^c$	$21,8 \pm 0,06^a$	$0,19 \pm 0,01^a$	$114,74 \pm 3,84^b$
9	$4,22 \pm 0,00^c$	$21,8 \pm 0,17^a$	$0,18 \pm 0,01^a$	$121,11 \pm 3,09^b$
10	$4,21 \pm 0,01^c$	$21,8 \pm 0,12^a$	$0,18 \pm 0,01^a$	$121,11 \pm 3,43^b$
11	$4,22 \pm 0,01^c$	$21,8 \pm 0,06^a$	$0,17 \pm 0,01^a$	$127,65 \pm 3,95^b$
12	$4,24 \pm 0,01^b$	$21,8 \pm 0,06^a$	$0,19 \pm 0,01^a$	$121,11 \pm 3,85^b$

médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p \leq 0,05$.

* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

Os processamentos aplicados ao caldo de cana puro não alteraram significativamente o teor de sólidos solúveis. Houve uma significativa diferença da acidez titulável por consequência da adição do ácido cítrico P.A até pH próximo a $4,2 \pm 0,2$ em relação ao controle. Verificou-se, também, que a adição de DMDC não alterou o pH e a Acidez Total Titulável(%) e, conseqüentemente, o ratio de forma significativa ao nível de 5% dos ensaios realizados.

Observou-se que o dióxido de carbono (CO_2), produzido na reação do DMDC em contato com a água, foi insuficiente para aumentar a acidez do meio ou reduzir o pH do caldo de cana utilizado nos ensaios.

4. CONCLUSÃO

Conclui-se que utilizando um tratamento térmico de 90°C/40s combinado com a adição de DMDC, em uma faixa de concentração entre 180 e 220ppm, nas condições de temperatura de 4°C, com pH igual a 4,2±0,02, pode-se alcançar uma destruição microbiana de 4 D, com uma leve alteração na cor do produto, e não alterando o teor de sólidos solúveis (^oBrix) e a turbidez. Observa-se, assim, a versatilidade da atividade do DMDC, tendo resultados satisfatórios em todos os ensaios realizados.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

A.O.A.C., ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of A.O.A.C.** Internacional. 16ed. v. II, cap.37, 1997a: Fruits and fruit products.

ANVISA, **Agências de Vigilância Sanitária**, Resolução De Diretoria Colegiada - RDC Nº. 70, de 22 de Outubro de 2007. Disponível em: http://e-legis.anvisa.gov.br/leisref/public/showAct.php?id=28939 &m_ode=PRINT_VE. Acesso em: 19 de novembro de 2008.

ARAÚJO, L. Sucos: um mercado em franco crescimento. **Brasil Alimentos**, São Paulo, n.12, p.18-21, 2002.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, jan. 2001. Diário Oficial, Brasília, 2001. Seção I, Alínea 17i.

CIPOLLA, L.E.; NEVES, M.F.; AMARAL, T.M. Mercado brasileiro de alimentos líquidos nos anos noventa e perspectivas futuras. **Laranja**, Cordeirópolis, v.23, n.2, p.271-280, 2002.

DUNCAN, C. L.; COLMER, A. R. Coliforms associated with sugarcane plants and juices. **Applied Microbiology**, Washington, v. 12, n. 2 p. 173-177, 1964.

FERREIRA, V. L. P. **Colorimetria em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, p.43, 1991.

FRANCIS, F. J.; CLYDESDALE, F. M. **Food colorimetry: theory and applications**. Westport: AVI Publishing Co., p.477, 1975.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. São Paulo: Nobel, p.468, 1990.

HUNTER, R. S.; HAROLD, R. W. **The measurement of appearance**. New York: John Wiley & Sons Inc., 1981.

HUNTERLAB. **Applications note: CIE L* a* b* color scale**. Virginia, v. 8, n. 7. 1996.

JIMÉNEZ, A.; GUTIÉRREZ, G. Color. In: ALVARADO, J. D.; AGUILERA, J. M. **Métodos para medir propiedades físicas en industrias de alimentos**. Zaragoza: Editorial Acribia S.A., p. 325-346, 2001.

LANXESS. Business Unit Material Protection. **Manual de apresentação do Velcorin**. 5ª Edição, Limeira, SP. 2005.

LUBATTI. M.R.S.. Vendedor Ambulante, profissão folclórica: pesquisa nas ruas, parques e jardins de São Paulo. **Jangada Brasil**, São Paulo, n. 7, p. 1-2, 1999.

MAYEUX, P. A.; COLMER, A. R. Study on microflora associated with *Saccharum officinarum*. **Sugar Journal**, New Orleans, v. 23, n. 7, p. 28-30, 1960.

MONTEIRO, S. Fruta para beber. **Frutas e Derivados**, São Paulo, v.1, n.1, p.28-31, 2006.

PRATI, P., **Desenvolvimento de processo para estabilização de caldo de cana adicionado de sucos de frutas ácidas** / Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP: [s.n], 2004.

SOCOL, 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.

STATISTICA, **StatSoft, Inc. STATISTICA** (data analysis software system), versão 7.0., 2004.

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

CAPÍTULO 4

ESTUDO DE VIDA-DE-PRATELEIRA DE CALDO DE CANA PROCESSADO E/OU CARBONATADO

RESUMO

O caldo de cana é uma bebida que conserva todos os nutrientes presentes na cana-de-açúcar, podendo ser consumido puro ou adicionado de suco de frutas, sendo muito apreciado no Brasil. Em razão da grande aceitação popular, o caldo de cana, devidamente explorado, é um produto com elevado potencial mercadológico, podendo atender aos mais diversos setores. O presente trabalho teve como objetivos determinar a vida útil do caldo de cana puro e com 4% de suco de limão submetido ao processamento térmico (90°C/ 40s) e adicionado de 200 ppm de DMDC a 4°C armazenado em garrafas PET sob refrigeração (10 ± 1°C). Foi testado também a carbonatação do caldo de cana puro e adicionado de suco de limão em 4,0 volumes de carbonatação. A qualidade do caldo de cana adicionado de suco de limão foi avaliada através dos parâmetros: microbiológicos (contagem de aeróbios psicrotróficos, bactérias lácticas e fungos filamentosos e leveduriformes), físico-químicos (pH, cor, acidez titulável, teor de sólidos solúveis, ratio) e sensoriais (teste hedônico). Foram realizadas determinações a cada 15 dias no produto armazenado sob refrigeração durante 75 dias. Os resultados foram avaliados através de análise de variância e comparação de médias pelo teste de Tukey ($p \leq 0,05$). As bebidas elaboradas com caldo de cana puro e 4% de suco de limão submetidas à pasteurização combinada com DMDC, apresentaram características físico-químicas e sensoriais satisfatória durante 75 dias, após o processamento. O caldo de cana com 4% de suco de limão teve uma aceitação melhor. As amostras que sofreram carbonatação tiveram problemas de contaminação cruzada no carbonatador, inviabilizando a realização da vida-de-prateleira dos produtos carbonatados.

Palavra-chave: caldo de cana, vida-de-prateleira, limão.

ABSTRACT

The sugar cane juice is a beverage that conserves all the nutrients of the fresh cane sugar and is very appreciated by the Brazilian population. The drink can be consumed pure or added with fruits juice, and its production has been shown to be a highly lucrative business. The objective of this research was to study the shelf life of a mixture formulated with sugar cane juice and 4% of lemon juice, submitted of heat treatment (70°C/ 25 min) and/ or DMDC 200PPM, stored in PET, under refrigeration (10 ± 1°C). The quality of sugar cane juice added with 4% of lemon juice was evaluated through microbiological (psicrotófic aerobic count, lactic bacteria and yeasts and molds count), physical-chemical (pH, color, titratable acidity, soluble solids, ratio) and sensory (hedonic test) parameters. Shelf life period was determinate ever 7 days over a period of 42 days of storage. The data were submitted to the variance analysis and compared by Turkey's test (p< 0, 05). Sugar cane juice added with 4% of lemon juice, submitted to gamma radiation, heat treatment combined with gamma radiation and heat treatment remaining satisfactory microbiological, sensory and physical-chemical characteristics until 75 e 75 days, respectively, after processing. These results indicated that the heat treatment was effective for sugar cane juice preservation.

Keyword: cane juice, shelf life, limon.

1. INTRODUÇÃO

1.1. Caracterização do caldo de cana

O caldo de cana-de-açúcar, por conter várias quantidades de nutrientes orgânicos e inorgânicos, alta atividade de água, pH entre 5,0 e 5,5 e temperatura de 25 a 30°C, é considerado um ótimo substrato para o crescimento de uma grande flora microbiana (GALLO CR e CANHOS VP, 1991). Os microrganismos de importância a serem considerados em estudos envolvendo o caldo de cana são, essencialmente, aqueles oriundos do solo e de vegetais, dentre os quais se destacam os bolores, as leveduras, as bactérias lácticas e esporuladas (GALLO, CR, 1989).

O caldo de cana fresco apresenta um flavor característico e constitui-se num produto perecível com vida útil curta entre a extração e o consumo, em função de sua rica composição química, sendo um meio adequado ao crescimento e desenvolvimento de microrganismos. Após 24 horas, mesmo armazenado sob refrigeração, o caldo extraído apresenta sedimentação e sinais de alteração em suas características sensoriais, principalmente devido à fermentação e ao escurecimento enzimático (BHUPINDER et. al., 1991; SANTOS, 2004).

BHUPINDER; et. al. (1991) estudaram a estabilidade físico-química e sensorial de caldo de cana adicionado de 3% de suco de limão e 1% de extrato de gengibre submetido à pasteurização a 80°C durante 10 minutos, seguido da adição de metabissulfito de potássio nas concentrações de 140, 300 e 700 ppm de caldo. Posteriormente, o caldo foi engarrafado e submetido à esterilização durante 30 minutos seguidos de resfriamento e analisado físico-química e sensorialmente. Das três concentrações de metabissulfito de potássio utilizadas apenas a de 140 ppm foi sensorialmente aceitável pelos provadores, sendo armazenada durante 24 semanas a temperatura ambiente, a 10°C e a 40°C. No suco engarrafado, as taxas de acidez e de sacarose diminuíram significativamente durante as condições de armazenamento. A temperatura de 40°C afetou adversamente a aceitabilidade do caldo adicionado ou não de conservante. O caldo estocado a 10°C e à temperatura ambiente com

conservante apresentou aceitabilidade entre os provadores, diminuindo gradualmente no decorrer do período de armazenamento.

SILVA (2004) avaliou o processo de industrialização de caldo de cana-de-açúcar por enchimento a quente, no qual o caldo foi submetido ao binômio 110°C durante 10 segundos e envasado a quente (85 - 95°C) e por processamento asséptico, no qual o caldo foi submetido ao binômio 141°C por 10 segundos, a fim de se obter um produto estável à temperatura ambiente, acondicionado em garrafa de vidro. Os lotes foram submetidos aos testes de esterilidade comercial, análises microbiológicas, físico-químicas e sensoriais durante estocagem a temperatura ambiente. Os lotes produzidos pelo sistema asséptico apresentaram estabilidade de 30 dias e os submetidos ao envase a quente apresentaram estabilidade de 60 dias.

PRATI et al. (2004) avaliaram as características microbiológicas, físico-químicas e sensoriais da mistura de garapa clarificada-estabilizada e suco natural de maracujá. A mistura foi adicionada de antioxidante (125 ppm de ácido ascórbico), conservador (40 ppm de parabeno) e espessante (0,05% Pectina GENU tipo 106), sendo posteriormente pasteurizada a 75°C durante 15 segundos, acondicionada em garrafas PET e armazenada sob refrigeração (4 - 6°C) durante 30 dias. A mistura de garapa com suco de maracujá manteve a qualidade microbiológica e sensorial até 15 dias após o processamento.

O suco de limão utilizado em mistura com sucos de frutas de baixa acidez preserva o sabor, balanceando o flavor e eliminando o sabor exageradamente doce, além de retardar a decomposição, evitar a descoloração, prolongar a vida útil do produto, estabilizar emulsões, melhorar a consistência e controlar o crescimento bacteriano em função da redução do pH. As combinações de seus diversos constituintes como açúcares, ácidos, sais minerais, aminoácidos e protopectinas revelam o sabor e conferem ao suco de limão propriedade antioxidante (GALLAGHER, 1963).

Várias mudanças podem ocorrer nos alimentos durante o processamento e a estocagem. As alterações na qualidade de bebidas à base de frutas envolvem mudanças físico-químicas, microbiológicas e sensoriais geralmente relacionadas ao tratamento térmico, composição química, temperatura de armazenamento, embalagem, entre outros fatores. As alterações sensoriais afetam a cor, o aroma, o sabor e a consistência da

bebida, enquanto as principais alterações físico-químicas relacionam-se a reações oxidativas, e às microbiológicas ao crescimento de fungos filamentosos e leveduriformes (SINGH, 1994).

Devido à grande aceitação popular e se devidamente explorado, o caldo de cana pode alcançar um mercado consumidor com proporções ainda maiores, ao invés de limitar-se apenas ao comércio de alimentos de rua.

Algumas bactérias, fungos filamentosos e leveduriformes têm habilidade de transformar açúcares em ácidos e gomas, substâncias indesejáveis à industrialização de alguns alimentos. O processo de deterioração microbiológica da cana-de-açúcar pode ser acelerado se as condições de armazenamento não forem adequadas, podendo ocorrer aumento da acidez titulável, do índice de pH e do teor de gomas (SILVA; CESAR; SILVA, 2003).

1.2. Processamento térmico

A pasteurização é um processamento térmico que visa à inativação enzimática, destruição de microrganismos patogênicos e deterioradores de baixa resistência ao calor, sendo utilizada quando tratamentos mais rigorosos podem influenciar negativamente as propriedades organolépticas e nutritivas do alimento e para produtos alimentícios que serão posteriormente armazenados em condições que minimizem o crescimento bacteriano como a refrigeração, utilização de aditivos químicos e de embalagens herméticas, visando à conservação do alimento (FONSECA, 1984).

Os sucos prontos para beber, pasteurizados e comercializados sob refrigeração, constituem um segmento que desperta grande interesse nos fabricantes desse produto, por se acreditar que esse seja um mercado promissor, devido à tendência do consumidor moderno em preferir o alimento refrigerado (PRATI e MORETTI, 2004).

Dentre os fatores que podem afetar a qualidade de um produto processado termicamente pode-se considerar o desenvolvimento microbiano, a temperatura de estocagem, a disponibilidade de oxigênio, bem como a característica de barreira do sistema de embalagem. A estabilidade ou vida útil de um produto alimentício é o período de tempo no qual, em condições

Capítulo 4: vida-de-prateleira de caldo de cana processado e/ou carbonatado definidas (temperatura, umidade relativa), há uma tolerável diminuição da qualidade de um produto alimentício acondicionado em uma embalagem (PIERGIOVANNI, 1998).

A vida útil de um produto alimentício é fator a ser considerado na tentativa de estabelecer sua expansão comercial, uma vez que a venda ao consumidor não ocorre imediatamente à produção. Normalmente, sucos e produtos de frutas são conservados pela prevenção do desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e pela inibição de enzimas, o que pode ser obtido por meio da adição de substâncias químicas, por refrigeração/congelamento, ou por tratamentos térmicos brandos como a pasteurização do produto (ALVES; GARCIA, 1993).

1.3. Vida de Prateleira

A vida-de-prateleira de um alimento pode ser definida como o período de tempo dentro do qual o alimento é seguro para o consumo e/ou apresenta qualidade aceitável para os consumidores (FU; LABUZA, 1997). De acordo com VITALI E QUAST (2002) a vida-de-prateleira de um alimento é o tempo em que ele pode ser conservado em determinadas condições de temperatura, umidade relativa, luz, etc., sofrendo pequenas, mas bem estabelecidas alterações que são, até certo ponto, consideradas aceitáveis pelo fabricante, pelo consumidor e pela legislação alimentar vigente.

Segundo PADULA (2002) a inaceitabilidade de um produto pode estar relacionada com diversos aspectos, entre eles: a presença de microrganismos patogênicos e deteriorantes, alterações na aparência, cor, odor, sabor e textura do alimento, perda do valor nutricional e contaminação de metais ou monômeros provenientes da embalagem.

Um dos parâmetros mais importantes no estabelecimento da vida-de-prateleira de um alimento é a temperatura, tanto nas várias fases de seu processamento, quanto durante o tempo de estocagem pré-consumo (LABUZA, 1982; TEIXEIRA NETO, 2002).

Alterações indesejáveis podem ocorrer em sucos e polpas de frutas, e essas estão relacionadas aos aspectos microbiológicos, enzimático, ocorrência

de reações químicas, normalmente de natureza oxidativa e também devido alterações físicas, que comprometem suas características sensoriais.

A perda de qualidade nos alimentos pode ser representada matematicamente pelas equações 4.1 e 4.2 (FU; LABUZA, 1997):

$$-\frac{dA}{dt} = kA^n \quad (\text{eq. 4.1.})$$

$$f(A) = kt \quad (\text{eq. 4.2.})$$

onde: A = fator de qualidade medido; f(A) = função qualidade; t = tempo decorrido; k = constante da reação; n = ordem da reação; dA/dt = taxa de variação de A em função do tempo.

De acordo com LABUZA (1984) a maior parte das degradações nos alimentos que têm sido estudadas até hoje são basicamente caracterizadas como de ordem zero ou primeira ordem. Alguns exemplos característicos destes tipos de alterações são mostrados na Tabela 4.1.

Tabela 4.1. Importantes alterações nos alimentos que seguem cinéticas de ordem zero ou primeira ordem.

Ordem aparente da reação	Alteração no alimento
Zero	<ul style="list-style-type: none">▪ Perda da qualidade global de alimentos congelados;
Primeira	<ul style="list-style-type: none">▪ Escurecimento não-enzimático (Maillard)▪ Perda de vitaminas;▪ Morte/crescimento de microorganismos;▪ Oxidação de pigmentos;▪ Alteração da textura em processamento térmicos.

Fonte: Taoukis et. al.(1997)

Nas reações de ordem zero, a velocidade da reação é independente da concentração dos reagentes, e estas ocorrem, freqüentemente, em alimentos onde há limitação de difusão de certos participantes da reação. As reações de primeira ordem, que dependem da concentração dos reagentes, são as mais comuns e bastante estudadas em alimentos (VITALI; TEXEIRA NETO, 2002).

Como exemplos clássicos das reações de ordem zero e primeira ordem têm-se o escurecimento não-enzimático (Maillard) e a degradação de

vitaminas, respectivamente, Em uma reação de ordem zero a taxa de alteração é constante com o tempo, enquanto que em uma reação de primeira ordem esta taxa apresenta decréscimo exponencial. As equações das reações de ordem zero (4.3) e primeira ordem (4.4) são mostradas abaixo (FU; LABUZA, 1997):

$$A = A_o - kt \quad (\text{eq. 4.3})$$

$$A = A_o \exp(-kt) \quad (\text{eq. 4.4})$$

onde: A_o = fator de qualidade inicial; A = fator de qualidade no tempo decorrido; k = constante da reação; t = tempo decorrido.

Deve-se dar ênfase ao fato de que as equações utilizadas para descrever a cinética das reações de deterioração dos alimentos não representam o mecanismo real destas reações e, portanto, deve-se considerar que a ordem de reação é aparente (TAOUKIS; LABUZA; SAGUY, 1997).

Em estudos de vida-de-prateleira, a aplicação da análise sensorial no monitoramento da qualidade do produto durante a estocagem é fundamental. O critério para se estabelecer o tempo de deterioração através de análise sensorial é subjetivo e estabelecido pela equipe de provadores. Dependendo do produto, o critério adotado para o término do experimento pode ser o aumento ou diminuição na magnitude do valor médio de uma característica sensorial do produto, podendo ser usados os métodos sensoriais de diferença, descritivos e afetivos (MORI, 2002).

O presente trabalho teve como objetivo determinar a vida útil do caldo de cana puro e adicionado de 4% de suco de limão, submetido ao processamento térmico e adição de DMDC, com e sem carbonatação, armazenado em garrafas de polietileno de alta densidade sob refrigeração.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Materiais

Caldo de cana

O caldo de cana utilizado no processamento foi extraído de canas-de-açúcar (*Sacharum ssp*) variedade IACSP93-6048, cedidas pela Agência Paulista de Tecnologia do Agronegócio (Apta), Monte Alegre do Sul, SP.

Embalagem

Foram utilizadas garrafas PET com capacidade de 300 ml, modelo Plasti-Shield 300, com tampa plástica de diâmetro de 38 mm e fechamento do tipo “rosca”, adquiridas da Owens-Illinois do Brasil S. A (Cisper), São Paulo, SP.

Esterilizante químico para embalagens

Foi utilizada a solução comercial Divosan Forte (VT6) é um desinfetante à base de ácido peracético a 15% indicado para a indústria alimentar, de bebidas e laticínios, fornecida por JohnsonDiversey, São Paulo - SP.

Moedor de cana

Foi utilizado um moedor elétrico, constituído de três cilindros de aço inoxidável, modelo B728, fabricado por Vencedora Maqtron, Joaçaba – SC. Este moedor possui um raspador de cana acoplado, constituído de um rolo com escovas de aço, o qual foi utilizado para limpeza das canas.

Trocador de calor

O produto foi processado em um sistema de transferência de calor indireto, utilizando um trocador de calor do tipo placas, com vazão nominal de 300 l/h, fabricadas por Sumá Indústria e Comércio LTDA, Campinas - SP.

Carbonatador

O produto foi carbonatado em um carbonatado VN 250 da marca Vinox Equipamento para Bebidas Ltda, com capacidade de 250l/h, Bento Gonçalves – RS. O equipamento foi financiado pela FAPESP, com auxílio à pesquisa para este projeto. Está em anexo o esquema do equipamento.

Limpeza CIP do carbonatador

A limpeza CIP (Clean in Place), foi realizada utilizando a metodologia determinada pela Ecolab®. Primeiramente circula-se água à temperatura de aproximadamente 50°C durante 15 minutos para retirada da sujidade mais grosseira. Depois, detergente alcalino (Avoid BR®, marca Ecolab) na concentração de 1,2% é circulado na linha durante 25 minutos à temperatura em torno de 60°C, para retirar partículas de açúcar. O enxágüe é feito por meio de circulação de água à temperatura ambiente durante aproximadamente 10 minutos. Em seguida, utiliza-se detergente ácido (acid 2100®, marca Ecolab®) na concentração de 1,5%, que circula durante 25 minutos, para a retirada dos sais, evitando assim, a formação de pedras. Faz-se novo enxágüe por 10 minutos com água fria. Por último, ácido peracético na concentração de 0,2% (Vortexx®, marca Ecolab®) é circulado na linha durante 10 minutos para a sanitização. Esta solução sanitizante é mantida em toda alinha evitando nova contaminação. No dia seguinte ela é retirada e um novo enxágüe é realizado com água à temperatura ambiente por 10 minutos.

2.2. Métodos

2.2.1. Processamento

A cana-de-açúcar foi processada na planta piloto geral do Departamento de Tecnologia de Alimentos, na Faculdade de Engenharia de Alimentos / UNICAMP, conforme ilustra a Figura 4.1.

Os colmos de cana-de-açúcar foram inicialmente pré-selecionados para eliminar partes visivelmente deterioradas. Feita a seleção inicial, os colmos foram submetidos ao despalhamento, cortados em cilindros de 100 centímetros de comprimento, foram raspados e lavados em água corrente tratada, para a remoção de resíduos de solo e fragmentos do vegetal. Após, os colmos foram imersos em solução contendo 3% de cloro ativo (Dicloro S Triazinatriona Sódica Dihidratada) com concentração de 150 ppm durante 15 minutos, a fim de reduzir a carga microbiana do produto e, posteriormente, descascada com o uso de descascador mecânico. A seguir, os colmos foram imersos novamente em solução clorada com concentração de 150 ppm durante 15 minutos, para eliminação do suco celular extravasado e também para reduzir possíveis contaminantes microbiológicos. O enxágüe foi realizado com água potável e os colmos foram drenados por 2-3 minutos, para reduzir o excesso de umidade.

Paralelamente, os limões utilizados foram pré-selecionados, escovados com detergente neutro e lavados em água corrente tratada. Após, foram imersos em solução clorada a 150 ppm durante 15 minutos, enxaguados com água mineral e despoldados, obtendo-se os respectivos sucos.

Os colmos de canas-de-açúcar foram moídos em moenda e o caldo extraído foi peneirado e adicionado de 4% de suco de limão. As formulações dos produtos finais e os tratamentos a que foram submetidos constaram de:

- **Tratamento 1:** caldo de cana sem adição de suco de limão e sem carbonatação, embalagem PET e armazenamento refrigerado.
- **Tratamento 2:** caldo de cana sem adição de suco de limão e com carbonatação, embalagem PET e armazenamento refrigerado.

- **Tratamento 3:** adição de suco de limão a 4% ao caldo de cana, sem carbonatação, embalagem PET e armazenamento refrigerado.
- **Tratamento 4:** adição de suco de limão a 4% ao caldo de cana com carbonatação, embalagem PET e armazenamento refrigerado.

Adicionou-se ácido cítrico P.A. de marca Duas Rodas, ao caldo de cana até pH 4,2. A determinação foi realizada utilizando um phmetro da marca DIGIMED.

Houve também a adição de 500PPM de goma xantana keltrol 521 para evitar a separação de fase no caldo de cana. Este teste foi realizado preliminarmente ao processamento.

O tratamento térmico utilizado foi de 90°C/40 segundos no trocador de calor de placas a uma vazão nominal de 300l/h. Esta temperatura foi pré-determinada pelo estudo de destruição enzimática de peroxidase e polifenoloxidase realizados na anteriormente.

Adicionou-se 100 PPM de ácido ascórbico 98% antes do tratamento térmico e mais 100PPM após o processamento, como forma de evitar a oxidação e enriquecimento do produto.

Após o tratamento térmico, adicionou-se 200PPM de Dimetil Dicarbonato (DMDC). O conservante é da marca Velcorin, e foi doado pela DOHLER representante da LANXESS no Brasil.

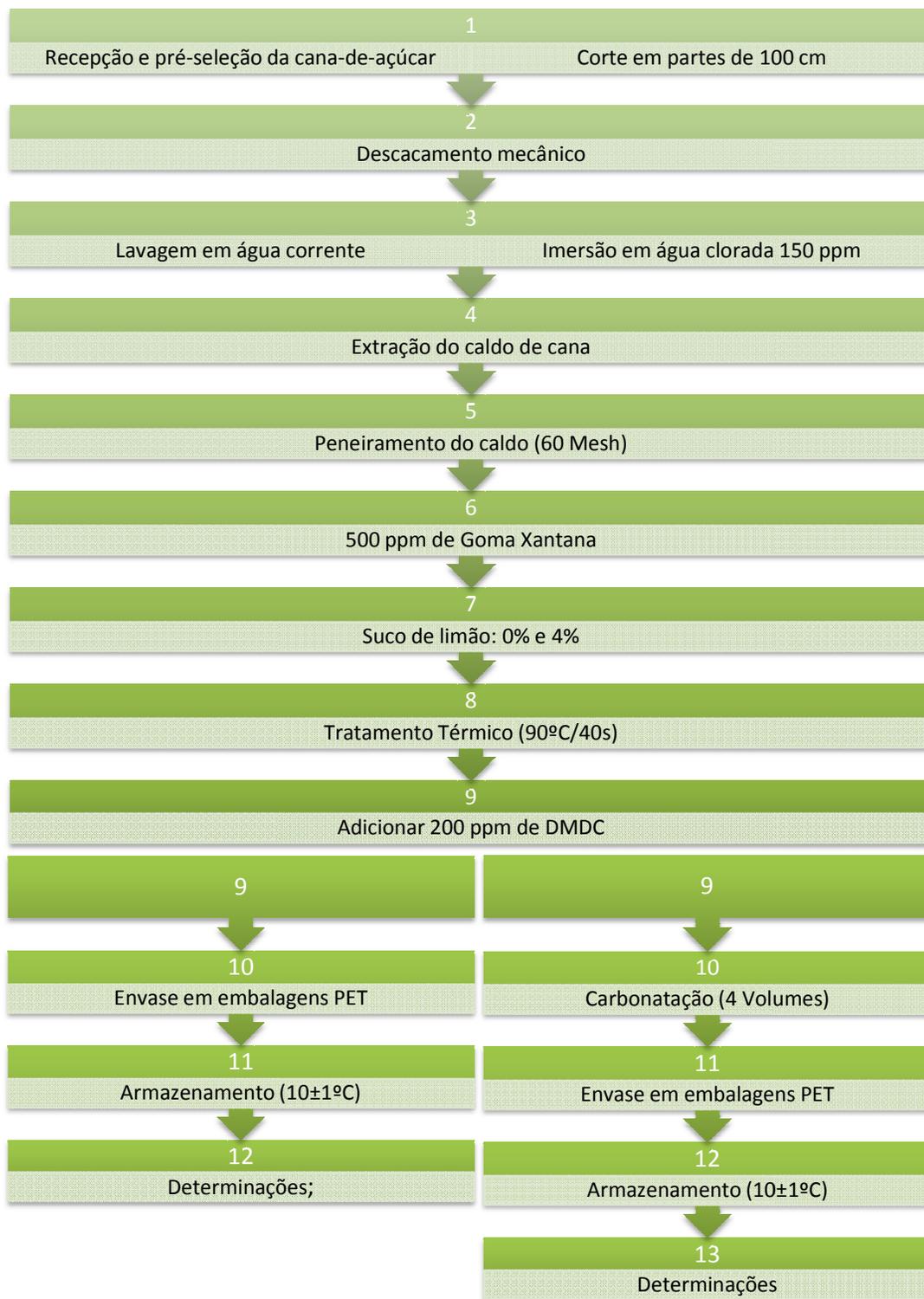
Na carbonatação foi realizada com CO₂ com 98% de pureza, fornecido pela White Martins. A temperatura de carbonatação da bebida foi de 1±1°C, a uma pressão de trabalho de 4,5 Bares na câmara de carbonatação e 4,0 Bares na câmara de envase.

Tanto o enchimento quanto o fechamento das embalagens foram realizados manualmente para os tratamentos 1 e 3 e semi-automática para os tratamentos 2 e 4, pois os últimos foram envasados no carbonatador.

As amostras obtidas foram armazenadas a temperatura controlada de 10±1°C em Câmara refrigerada, no DTA-FEA-UNICAMP. A avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e sensorial do caldo de cana após processamento foi realizada a vida útil do produto avaliada a cada 15 dias de armazenamento refrigerado até os 75 dias.

Antes e após o processamento do caldo de cana, todo o material e equipamentos utilizados foram lavados com detergente neutro, seguido de enxágüe com água e posterior sanitização com solução clorada a 150 ppm.

Figura 4.1. Fluxograma do processamento.



2.2.2. Determinações microbiológicas

Foram feitas determinações de coliformes totais e fecais, aeróbicos mesófilos, bactérias lácticas, fungos filamentosos e leveduriformes, salmonella conforme a metodologia indicada pela APHA (VANDERSANT & SPLITSTOESSER, 1992).

As determinações foram realizadas conforme a resolução RDC Nº12 de 2 de janeiro de 2001, que aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, onde classifica caldo de cana pasteurizado e refrigerado como pertencente ao grupo 17 item i (BRASIL, 2001).

2.2.3. Determinações físico-químicas

- Acidez Total Titulável ou ATT (% ácido cítrico): Segundo metodologia da A.O.A.C. (n.37.1.37, 1997);
- pH: segundo metodologia da A.O.A.C (n.42.1.04, 1997);
- Teor de Sólidos Solúveis (°Brix): foi determinado utilizando um refratômetro portátil da marca Tecnal AR200;

2.2.4. Análise sensorial

Após o processamento, as formulações de caldo de cana pronto para beber foram submetidas a um estudo de estabilidade sensorial durante período de 75 dias. Neste estudo, foi avaliado quatro tratamentos descritas acima (1, 2, 3 e 4).

Dois aspectos foram avaliados ao longo do período de armazenamento do suco (0, 15, 30, 45, 60 e 75 dias) à temperatura de $10\pm 1^{\circ}\text{C}$, quais sejam: i) a variação do perfil sensorial das amostras e, ii) a aceitação dos produtos junto aos consumidores. Nos testes com consumidores também foi avaliada a aceitação do caldo de cana com relação ao seu sabor e cor, como também a intenção de compra pelo consumidor, conforme mostra a ficha apresentada na figura 4.2.

Figura 4.2. Ficha de avaliação de atributos sensoriais e intenção de compra.

ANÁLISE SENSORIAL DE CALDO DE CANA PROCESSADO			
Nome: _____	Data: ____/____/____		
Por favor, avalie as amostras codificadas de CALDO DE CANA (PURO E COM LIMÃO) e (COM E SEM GÁS) da esquerda para a direita, utilizando a escala abaixo, o quanto você gosta ou desgosta de CALDO DE CANA:			
ESCALA	AMOSTRA	SABOR	COR
9 - Gosto Extremamente / adoro	_____	_____	_____
8 - Gosto muito	_____	_____	_____
7 - Gosto moderadamente	_____	_____	_____
6 - Gosto ligeiramente	_____	_____	_____
5 - Nem Gosto / Nem Desgosto	_____	_____	_____
4 - Desgosto ligeiramente	_____	_____	_____
3 - Desgosto moderadamente	_____	_____	_____
2 - Desgosto muito	_____	_____	_____
1 - Desgosto extremamente / detesto	_____	_____	_____
Em relação a sua atitude de compra:			
ESCALA	AMOSTRA	INTENÇÃO DE COMPRA	
1 – Certamente compraria	_____	_____	
2 – Provavelmente compraria	_____	_____	
3 – Tenho dúvidas de se compraria	_____	_____	
4 – Provavelmente não compraria	_____	_____	
5 – Certamente não compraria	_____	_____	
Comentários: _____			

Durante todo o período de estudo de estabilidade, os quatro tratamentos (1, 2, 3, 4) em condições pós-processamento foram avaliadas por um grupo de consumidores, formada por aproximadamente 60 pessoas. Foi utilizado também um termo de consentimento (apêndice) dos provadores, informando o interesse da pesquisa e critérios de seleção destes provadores.

Para cada lote de caldo de cana processado, as amostras foram armazenadas em câmara fria, a -10°C , as quais foram utilizadas como amostras nas avaliações sensoriais.

Foi realizado teste afetivo de aceitação utilizando escala hedônica estruturada de 9 pontos, com a nota 9 significando gostei muitíssimo e a nota 1, desgostei muitíssimo, recrutando-se provadores não treinados, mas consumidores de caldo de cana para avaliação dos atributos: aparência, cor, aroma, sabor e impressão global. A atitude de compra em relação ao produto foi determinada utilizando escala estruturada de 5 pontos, com nota 5 significando certamente compraria e nota 1, certamente não compraria. A

aplicação do teste sensorial foi realizada conforme metodologia descrita por MEILGAARD; et al. (1999).

Para a determinação da vida útil do produto processado foi realizada a análise sensorial das bebidas elaboradas por 60 provadores em intervalos de 15 dias de armazenamento refrigerado. A determinação do final da vida de prateleira do produto foi estabelecida como o tempo no qual mais de 50% dos provadores avaliaram a amostra com valores inferiores a 6, o que corresponde a “gostei ligeiramente” na escala hedônica utilizada (MAN; JONES, 1997).

2.2.5. Análise estatística

Os dados referentes às análises sensoriais foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e os dados das análises físico-químicas foram analisados através do programa Statsoft, Inc STATISTICA (STATISTICA, 2004). Para comparação das médias foi aplicado o teste de Tukey, ao nível de significância de 5% ($p < 0,05$). O experimento foi realizado com 3 repetições e as determinações foram efetuadas em triplicata.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Determinações físico-químicas

As análise físico-químicas foram feitas através das determinações pH, acidez e *ratio* em três amostras de cada tratamento durante os 75 dias de vida de prateleira.

Abaixo, encontram-se as determinações de pH durante o tempo 0 ao tempo objetivado de 75 dias.

Tabela 4.2. pH do controle e durante a análise da vida útil dos tratamentos.

	pH	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Tempos (dias)	0	4,24	4,24±0,01 ^a	4,23±0,00 ^a	4,24±0,01 ^a	4,23±0,00 ^a
	15	nd	4,23±0,00 ^a	4,22±0,00 ^a	4,23±0,00 ^a	4,22±0,01 ^a
	30	nd	4,22±0,01 ^a	4,22±0,01 ^a	4,22±0,01 ^a	4,22±0,01 ^a
	45	nd	4,20±0,01 ^a	4,21±0,01 ^a	4,22±0,00 ^a	4,22±0,01 ^a
	60	nd	4,20±0,00 ^a	4,18±0,01 ^a	4,20±0,00 ^a	4,22±0,01 ^a
	75	nd	4,20±0,01 ^a	4,17±0,01 ^a	4,20±0,00 ^a	4,22±0,01 ^a

médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p \leq 0,05$.

* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

Inicialmente, os valores do pH do controle e dos tratamentos foram próximos, variando entre 4,23 a 4,25. Durante o período de armazenamento, o pH não diminuiu significativamente na bebida submetidas aos tratamentos. A Acidez de comportou de forma parecida, não alterando-se de forma significativa durante o armazenamento.

As figuras 4.3, 4.4, 4.5 e 4.6 ilustram a análise de regressão da determinação do pH de cada tratamento durante os 75 dias. É possível observar que os quatro tratamentos apresentam o mesmo comportamento.

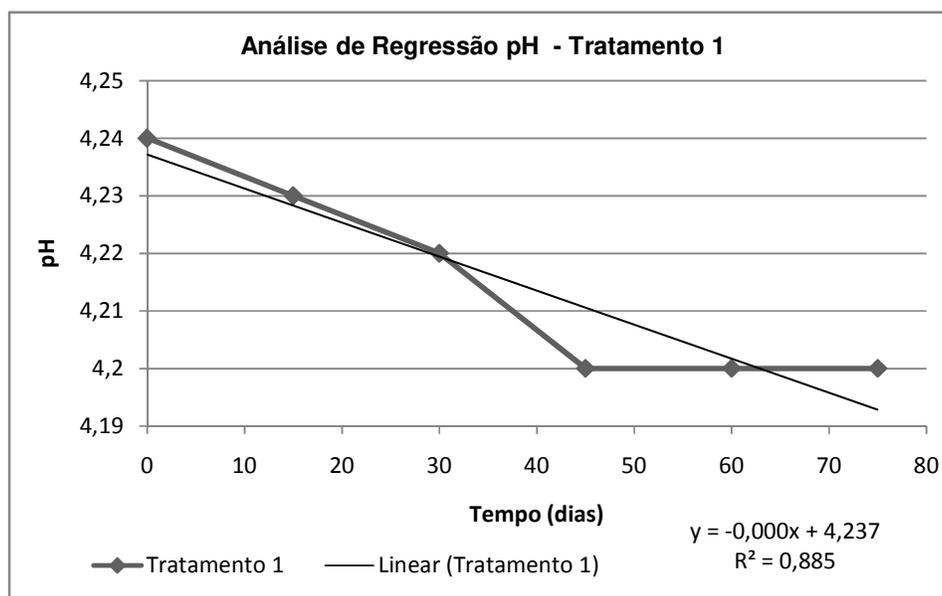


Figura 4.3. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 1.

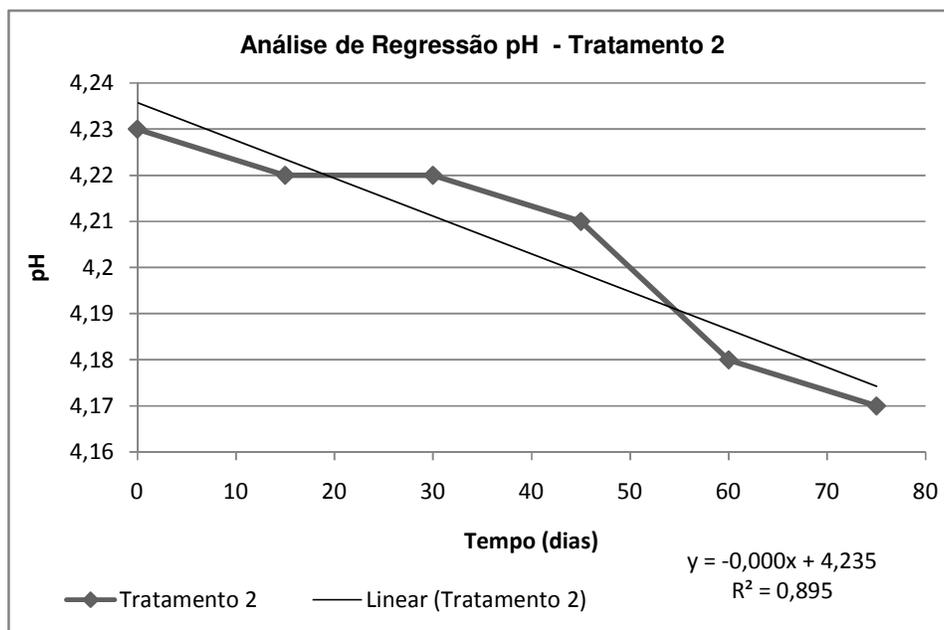


Figura 4.4. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 2.

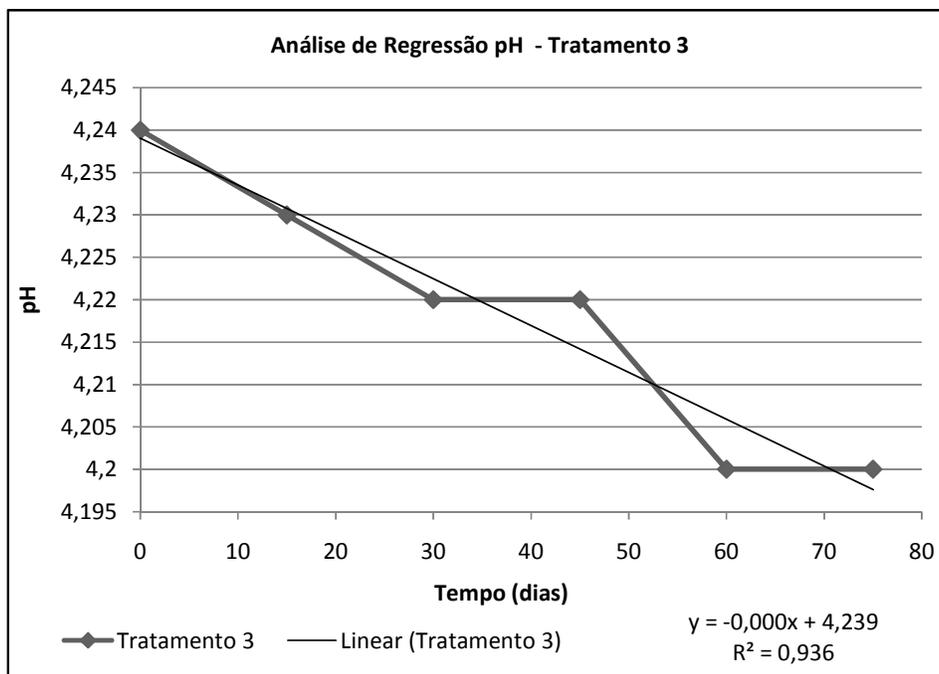


Figura 4.5. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 3.

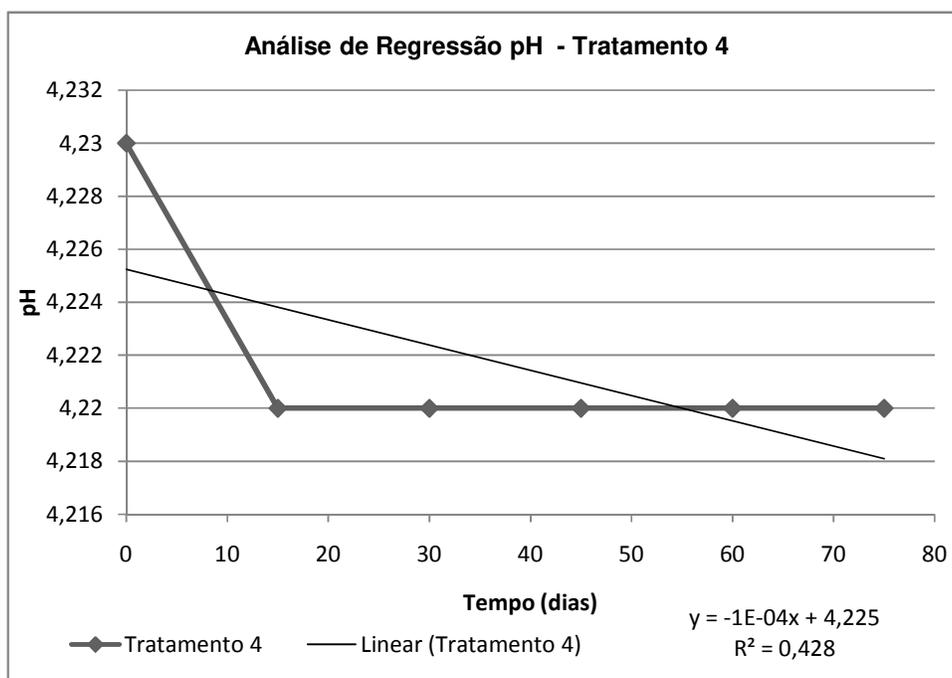


Figura 4.6. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 4.

Na tabela 4.3, descreve-se os resultados das determinações da Acidez Total Titulável (%).

Tabela 4.3. Acidez total titulável (%) do controle e durante a análise da vida útil dos tratamentos.

	Acidez Total Titulável	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Tempos (dias)	0	0,18±0,01	0,19±0,01 ^a	0,19±0,02 ^a	0,19±0,01 ^a	0,19±0,00 ^a
	15	nd	0,19±0,02 ^a	0,20±0,01 ^a	0,19±0,00 ^a	0,20±0,01 ^a
	30	nd	0,19±0,01 ^a	0,24±0,01 ^b	0,19±0,01 ^a	0,24±0,01 ^b
	45	nd	0,19±0,01 ^a	0,25±0,01 ^b	0,20±0,01 ^a	0,25±0,02 ^b
	60	nd	0,20±0,00 ^a	0,24±0,02 ^b	0,20±0,02 ^a	0,24±0,01 ^b
	75	nd	0,20±0,00 ^a	0,25±0,01 ^b	0,20±0,01 ^a	0,25±0,01 ^b

médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p \leq 0,05$.

* médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.

nd: não determinado.

Entre os tratamentos, não houve diferença significativa em relação a acidez total titulável(%). Durante o período de armazenamento, aumentou significativamente nos tratamentos 2 e 4 ao nível de 5% de significância, mas

esta alteração não foi suficiente para alterar sensorialmente o produto. Para os demais tratamentos, não houve diferença significativa quanto a esse atributo durante o armazenamento (Tabela 4.3). Este fato observa-se que existe uma estabilidade durante a vida de prateleira do produto, pois as acidez total titulável (%) são sempre reduzidos quando se há uma alteração microbiológica, com exemplo as fermentações e produção de gomas que consomem os açúcares, formando os produtos, gerando *off-flavor*.

As figuras 4.6, 4.7, 4.8 e 4.9 ilustra a análise de regressão da determinação da Acidez Total Titulável (%) de cada tratamento durante os 75 dias. É possível observar que os quatro tratamentos apresentam o mesmo comportamento.

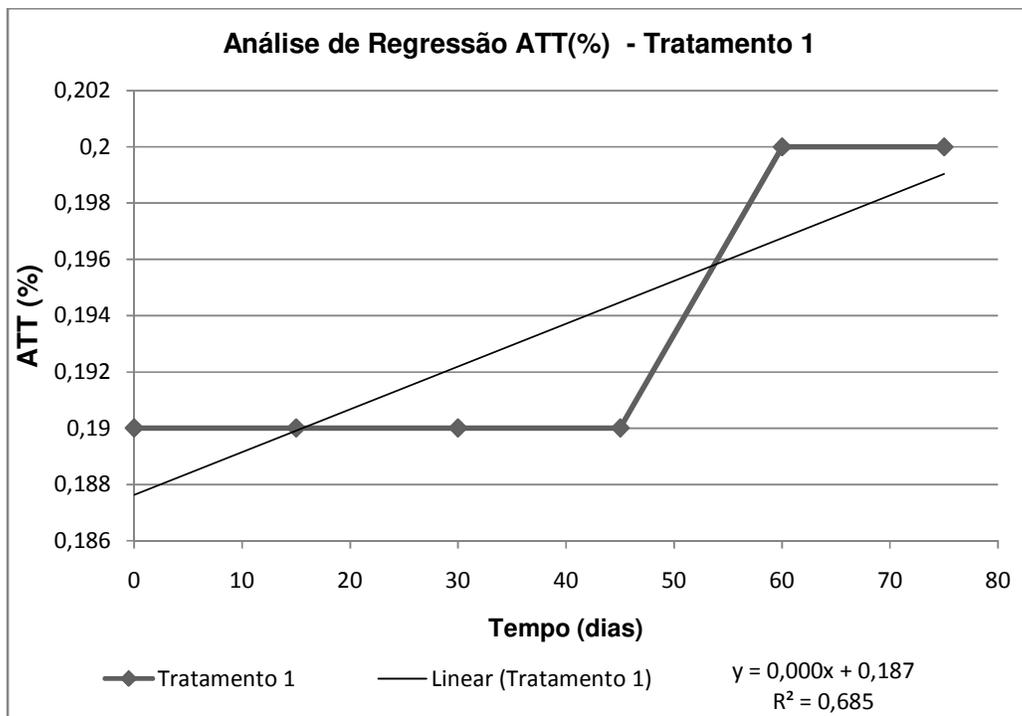


Figura 4.7. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 1.

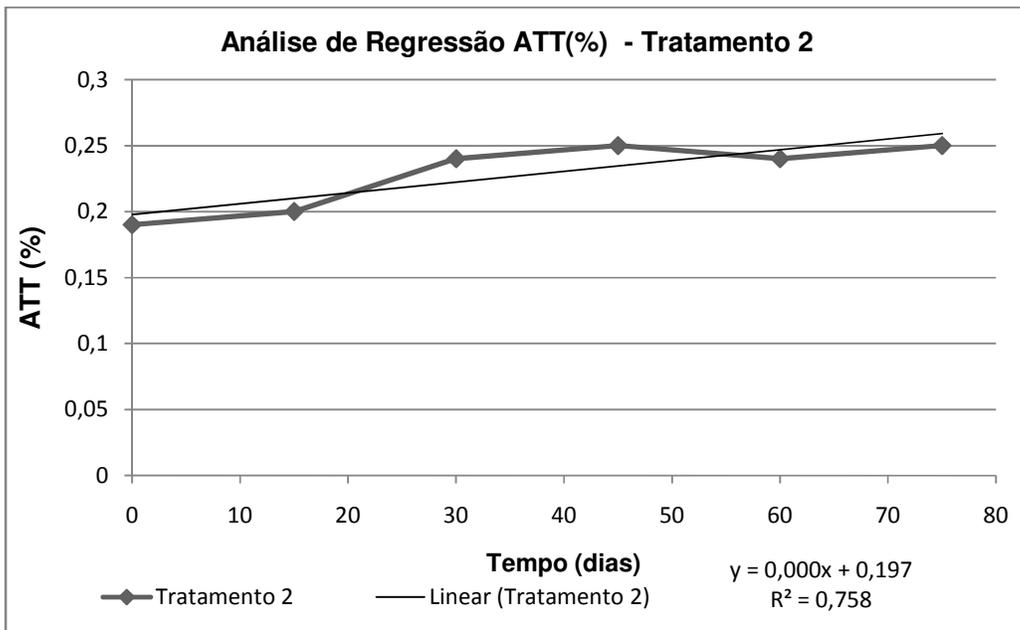


Figura 4.8. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 2.

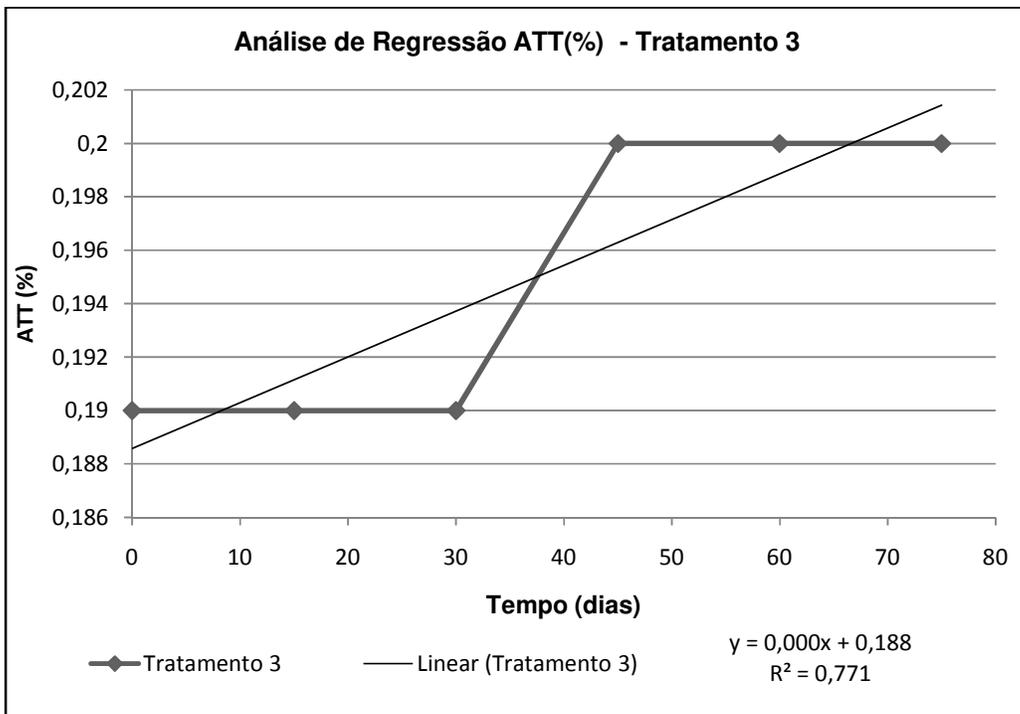


Figura 4.9. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 3.

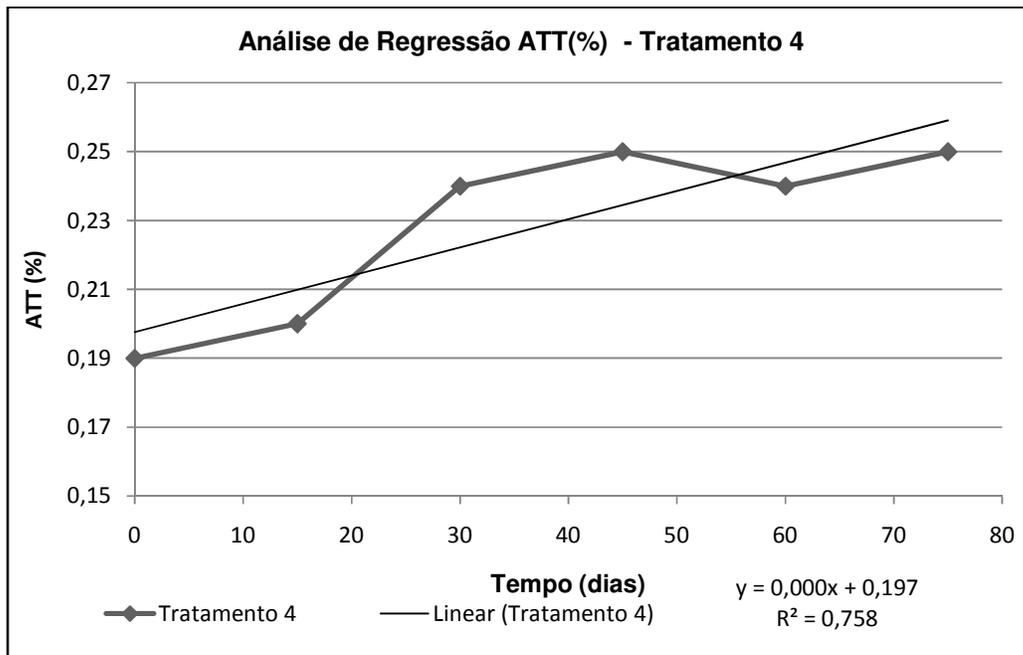


Figura 4.10. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 4.

Entre os tratamentos, não houve diferença significativa em relação ao teor de sólidos solúveis. Durante o período de armazenamento, o teor de sólidos solúveis diminuiu significativamente no tratamento 2. Para os demais tratamentos, não houve diferença significativa quanto a esse atributo durante o armazenamento (Tabela 4.4). Este fato observa-se que existe uma estabilidade durante a vida de prateleira do produto, pois os sólidos solúveis são sempre reduzidos quando se há uma alteração microbiológica, com exemplo as fermentações e produção de gomas que consomem os açúcares, formando os produtos, gerando *off-flavor*.

Tabela 4.4. Teor de Sólidos Solúveis (°Brix) do controle e durante a análise da vida útil dos tratamentos.

Valor de Brix	Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
0	21,7±0,01	21,7±0,00 ^a	21,7±0,00 ^a	21,7±0,00 ^a	21,7±0,00 ^a
15	nd	21,6±0,00 ^a	20,2±0,00 ^b	21,7±0,00 ^a	21,7±0,00 ^a
30	nd	21,4±0,01 ^a	20,2±0,00 ^b	21,7±0,00 ^a	20,2±0,00 ^b
45	nd	21,4±0,00 ^a	20,0±0,00 ^b	21,7±0,01 ^a	19,8±0,00 ^b
60	nd	21,4±0,00 ^a	20,1±0,00 ^b	21,7±0,01 ^a	19,7±0,00 ^b
75	nd	21,4±0,01 ^a	20,0±0,00 ^b	21,7±0,00 ^a	19,7±0,00 ^b

Médias seguidas de mesma letra, nas colunas, não diferem entre si a $p \leq 0,05$.
 * médias de 3 repetições e respectivos desvios padrão.
 nd: não determinado.

As figuras 4.11, 4.12, 4.13 e 4.14 ilustra a análise de regressão da determinação do teor de sólidos solúveis (°Brix) de cada tratamento durante os 75 dias. É possível observar que os quatro tratamentos apresentam o mesmo comportamento.

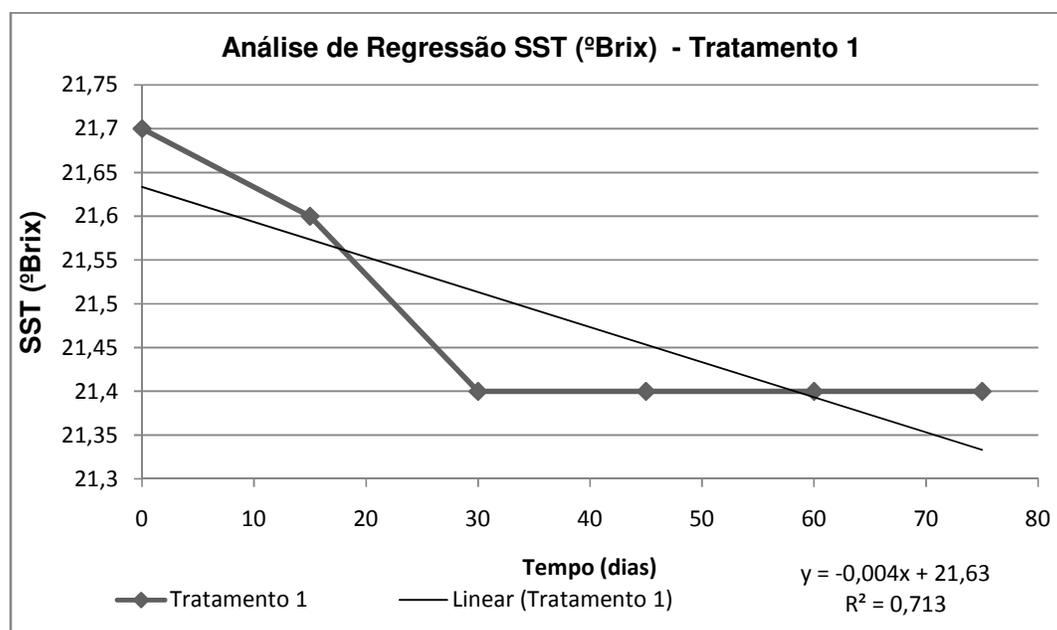


Figura 4.11. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 1.

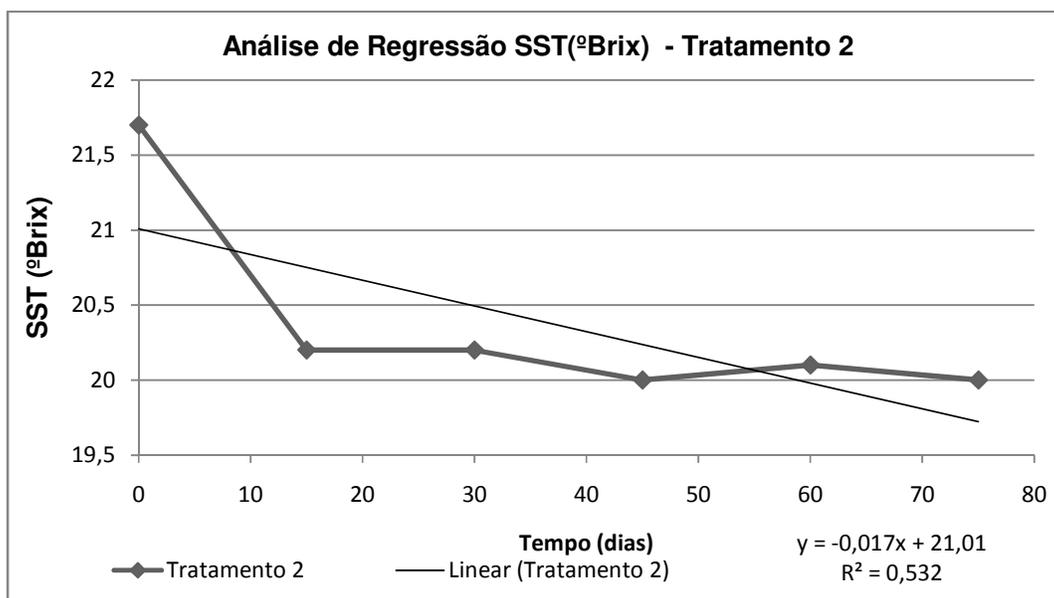


Figura 4.12. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 2.

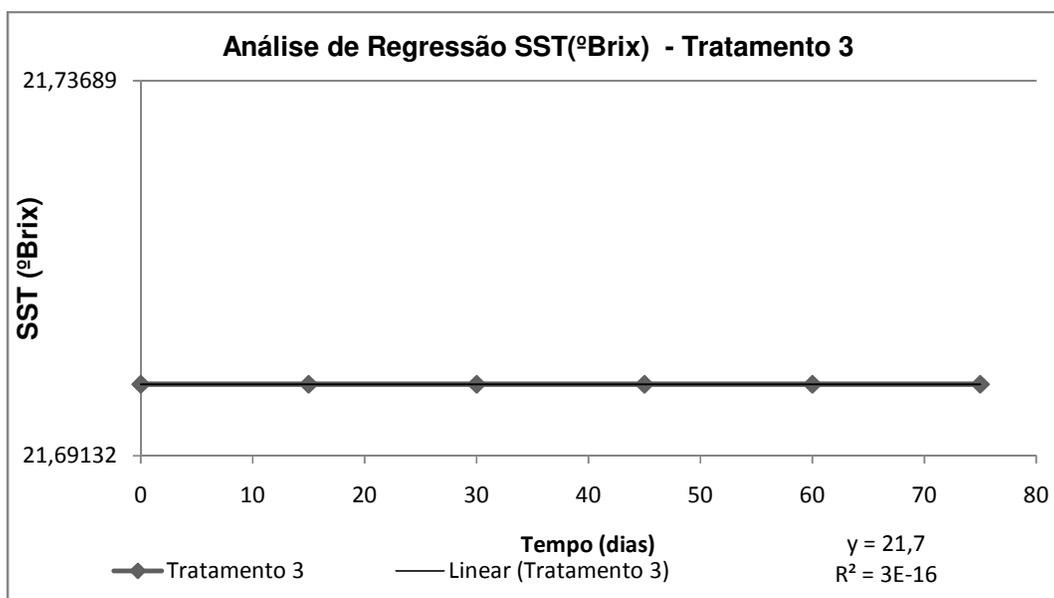


Figura 4.13. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 3.

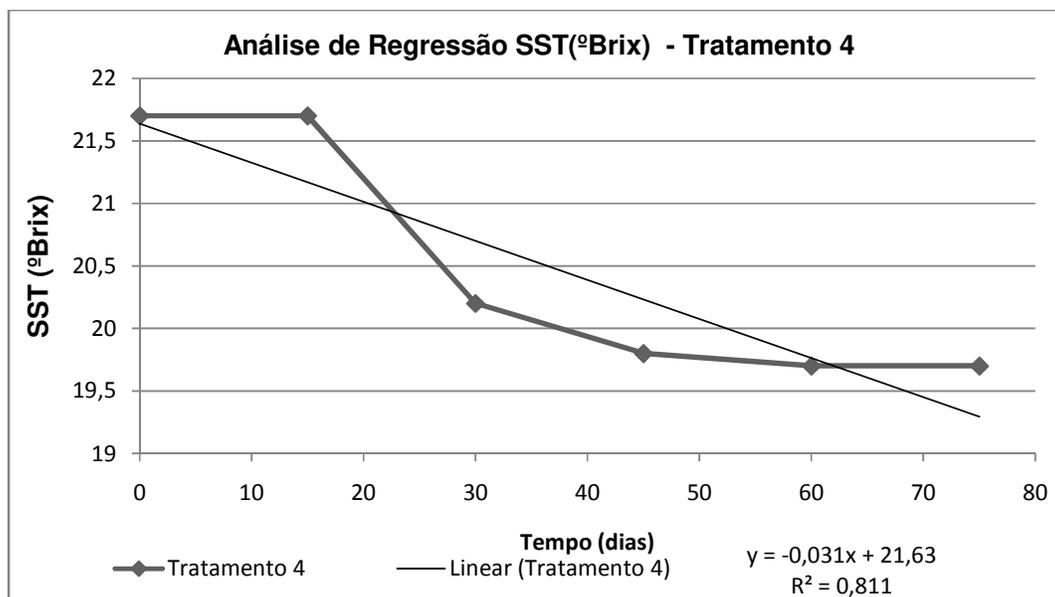


Figura 4.14. Análise de regressão contendo a equação da reta e o valor R^2 para o tratamento 4.

3.2. Determinações microbiológicas

Os processamentos das bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana e suco de limão reduziram consideravelmente as contagens de microrganismos aeróbios psicrotróficos em relação ao controle (Tabela 4.5), evidenciando eficiência em todos os tratamentos para a conservação da bebida.

Mesmo ao final do período de armazenamento, os tratamentos 1 e 3 apresentaram baixas contagens de microrganismos aeróbios psicrotróficos. Deve-se enfatizar que normalmente na literatura, são citadas contagens de bactérias acima de 10^5 a 10^6 UFC/ml de alimento para que sinais de deterioração possam ser percebidos.

Tabela 4.5. Contagem de microrganismos aeróbios psicrotróficos do controle e durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana.

Contagem de aeróbios psicrotróficos (UFC/ ml)		Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 1
Tempos (dias)	0	$1,3 \times 10^5$	<1	$2,5 \times 10^2$	<1	$5,6 \times 10^2$
	15	nd	<1	$5,0 \times 10^2$	<1	$8,5 \times 10^2$
	30	nd	<1	$5,7 \times 10^2$	<1	$8,7 \times 10^2$
	45	nd	<1	$7,0 \times 10^2$	<1	$9,0 \times 10^2$
	60	nd	<1	$8,8 \times 10^2$	<1	$9,0 \times 10^2$
	75	nd	<1	$8,5 \times 10^2$	<1	$9,4 \times 10^2$

nd: não determinado.

Os tratamentos submetidos à carbonatação (tratamentos 2 e 4) apresentaram re-contaminação com bactérias lácticas, indicado nas determinações. No décimo quinto dia de vida de prateleira, houve um aumento visível da viscosidade (ocasionado pelo aumento do teor de gomas), pH e acidez titulável destes tratamentos, evidenciando o fato descrito por (SILVA et. al., 2003).

O tratamento 1 e 3, os quais não fizeram a utilização do carbonatador, foi determinado que ao final do septuagésimo quinto dia de armazenamento, os dois tratamentos (1 e 3) encontravam-se em condições satisfatórias, não apresentando deterioração microbiológica por bactérias lácticas (Tabela 4.6).

Tabela 4.6. Contagem de bactérias lácticas do controle e durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana.

Contagem de Bactérias lácticas (UFC/ ml)		Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Tempos (dias)	0	$5,2 \times 10^4$	<1	$2,1 \times 10^2$	<1	$2,1 \times 10^2$
	15	nd	<1	$4,7 \times 10^2$	<1	$2,4 \times 10^2$
	30	nd	<1	$4,8 \times 10^2$	<1	$3,4 \times 10^2$
	45	nd	<1	$5,1 \times 10^2$	<1	$4,2 \times 10^2$
	60	nd	<1	$5,2 \times 10^2$	<1	$4,8 \times 10^2$
	75	nd	<1	$5,4 \times 10^2$	<1	$9,4 \times 10^2$

nd: não determinado.

Os produtos resultantes da degradação pelas bactérias lácticas são o diacetil, que induz odor forte e sabor desagradável, CO₂, ácido láctico e dextranas, que alteram a viscosidade do produto (GERALDINI et al., 1979). Nesse estudo de armazenamento, o controle apresentou-se turvo, viscoso e com sedimentação, provavelmente devido a presença das bactérias lácticas. Nos tratamentos 2 e 4, foi encontrado uma contaminação alta com bactérias lácticas, oriundas de contaminação no carbonatador. Este problema foi acusado nos 3 (três) processamentos realizados e reportado por outro pesquisador em um equipamento idêntico. Conclui-se que para evitar tal problema é necessário um sistema de CIP mais eficiente para o equipamento. Observou-se pontos de contaminação que o sistema CIP não fez a limpeza adequada, causando a contaminação com bactérias lácticas nos tratamento 2 e 4. Nas figuras 4.1 e 4,2, indica alguns pontos de contaminação dentro do carbonatador, pontos este que a limpeza CIP do equipamento projetado pela empresa fabricante não tem eficiência.

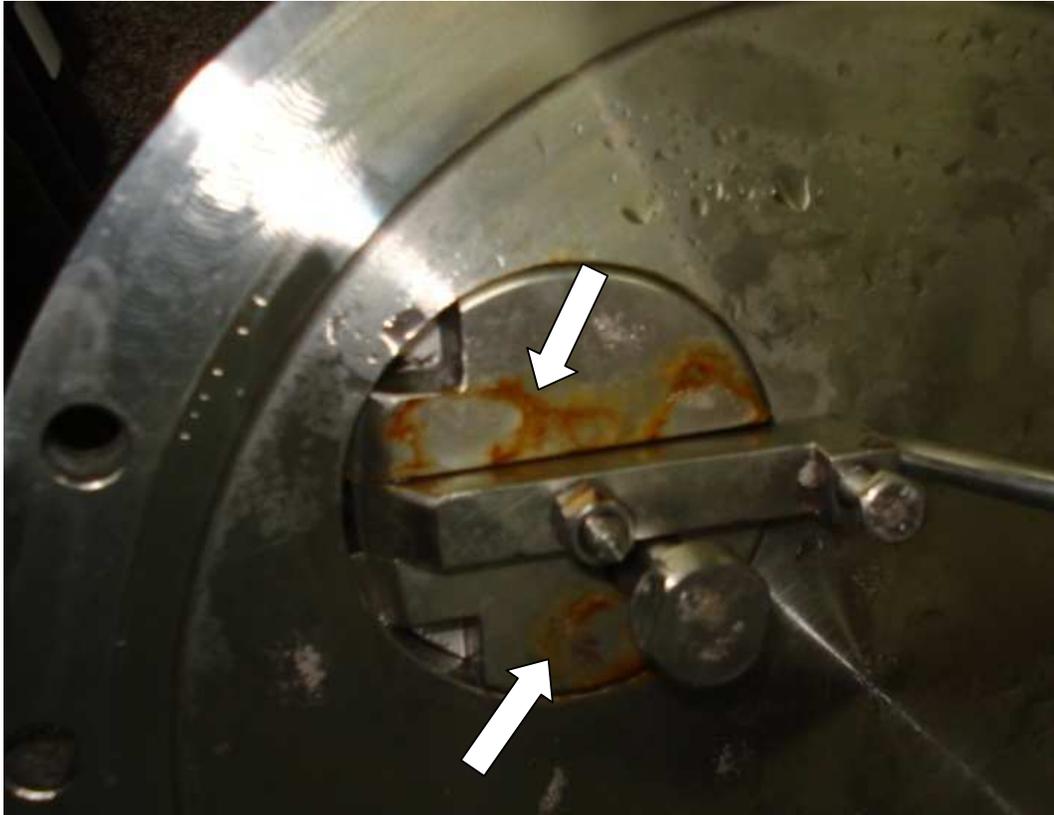


Figura 4.15. Contaminação da câmara isobárica do carbonatador.

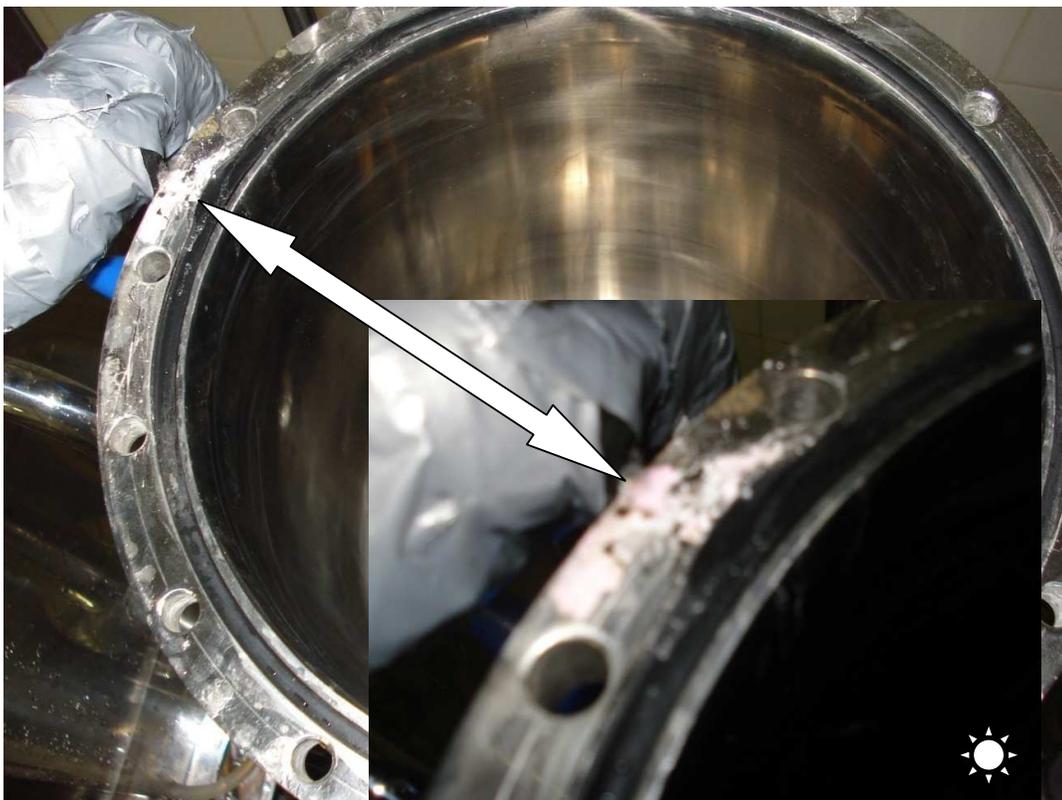


Figura 4.16. Contaminação na câmara de carbonatação.



Figura 4.17. Contaminação do o-ring da válvula da bomba (defeito na vedação).

Os processamentos das bebidas elaboradas com caldo de cana puro e adicionadas de suco de limão reduziram as contagens de fungos filamentosos e leveduriformes quando comparado ao controle (Tabela 4.7). Ao final do período de armazenamento, todas as bebidas estavam em condições satisfatórias para consumo, não apresentando sinais de deterioração microbiológica.

Tabela 4.7. Contagem de fungos e leveduras do controle e durante a análise da vida útil das bebidas elaboradas com caldo de cana.

Contagem de Fungos e Leveduras (UFC/ ml)		Controle	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Tempos (dias)	0	$1,6 \times 10^5$	$2,0 \times 10^0$	$3,0 \times 10^0$	$2,0 \times 10^0$	$3,0 \times 10^0$
	15	nd	$2,0 \times 10^0$	$4,0 \times 10^0$	$4,0 \times 10^0$	$4,0 \times 10^0$
	30	nd	$3,0 \times 10^0$	$5,0 \times 10^0$	$5,0 \times 10^0$	$4,0 \times 10^0$
	45	nd	$4,0 \times 10^0$	$5,0 \times 10^0$	$4,0 \times 10^0$	$5,0 \times 10^0$
	60	nd	$4,0 \times 10^0$	$6,2 \times 10^0$	$6,0 \times 10^0$	$6,0 \times 10^0$
	75	nd	$6,0 \times 10^0$	$6,3 \times 10^0$	$5,0 \times 10^0$	$6,0 \times 10^0$

nd: não determinado.

No controle pode-se determinar uma grande população de fungos filamentosos e leveduras ($1,6 \times 10^5$ UFC/ml), um valor encontrado na maioria dos vegetais que estão em contato com a terra, com é o caso da cana-de-açúcar.

Os fungos filamentosos da microbiota natural das frutas são capazes de desenvolverem-se em uma ampla faixa de pH e de atividade de água, sendo pouco exigentes em nutrientes, fundamentalmente aeróbios e, em geral, apresentam baixa resistência térmica, sendo facilmente eliminados em produtos pasteurizados. A deterioração por fungos filamentosos manifesta-se pela produção de CO₂ e conseqüente estufamento da embalagem. A ocorrência de fungos filamentosos viáveis em sucos processados submetidos a tratamento térmico deve-se, geralmente, ao sub-processamento ou à re-contaminação.

Foi realizado testes de *salmonella*, tendo como resultado negativo para todos os tratamentos analisadas.

Em relação aos coliformes totais e fecais não foi encontrado nenhum tipo de contaminação, evidenciando a higiene utilizada nos processamentos.

Os resultados são demonstrados nas tabelas 4.8 e 4.9, descritas a seguir.

Tabela 4.8. Resultados de análises de coliformes totais do caldo de cana.

	Coliformes totais (NMP / 50ml)	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Tempos (dias)	0	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	15	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	30	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	45	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	60	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	75	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1

Tabela 4.9. Resultados de análises de coliformes termotolerantes do caldo de cana.

	Coliformes Termotolerantes (NMP / 50ml)	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Tempos (dias)	0	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	15	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	30	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	45	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	60	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1
	75	<1,1	<1,1	<1,1	<1,1

Estes resultados estão de acordo com os padrões microbiológicos estabelecidos para o Grupo de alimentos 17, item a, da Resolução RDC Número 12 de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária (BRASIL, 2001), que determina a ausência de coliformes em 50 ml.

3.3. Análise sensorial

Foram realizadas as determinações sensoriais durante a vida de prateleira.

Tabela 4.10. Análise sensorial do atributo sabor do caldo de cana em relação aos tratamentos.

	Sabor	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Tempos (dias)	0	8,0	7,5	8,3	7,6
	15	7,8	6,2	8,0	6,3
	30	7,5	nd	7,6	nd
	45	7,1	nd	7,0	nd
	60	6,5	nd	6,3	nd
	75	6,2	nd	6,0	nd

nd: não determinado.

Os resultados dos testes sensoriais foram satisfatórios para todos os tratamentos no tem “0”(zero), sendo encontrado valores entre 8,3 para o caldo de cana adicionado com 4% de suco de limão, que na escala hedônica utilizada significa “gostei muito” até valores menores, mas aceitáveis, como exemplo do tratamento 2, que teve média de 7,5 (gostei moderadamente)

Capítulo 4: vida-de-prateleira de caldo de cana processado e/ou carbonatado utilizando a escala hedônica. Os principais comentários observados foram que “os produtos estão muito bom”, mas teve comentários como exemplo “o produto está muito doce”. Foi observado anteriormente a este experimento, que quanto maior o valor de Brix do caldo de cana, maior a aceitação por parte dos consumidores, então a opção de fazer um caldo de cana com $21,7 \pm 0,1^{\circ}\text{Brix}$ foi premeditada, buscando-se assim uma grande aceitação.

Durante o décimo quinto dia, os tratamentos 1 e 3 continuaram tendo boa aceitação em relação aos tratamentos 2 e 4, que reduziram substancialmente sua aceitação devido ao aumento de acidez, pH e aumento da viscosidade. No décimo quinto dia de vida de prateleira, os tratamentos 2 e 4 não passaram mais pelas análises sensoriais, sendo determinando que nas condições de processamento utilizadas neste experimento, o produto tem uma validade de no máximo 15 dias. Evidenciamos que, caso não tenha tido a contaminação do carbonatador, os tratamentos 2 e 4 teriam uma vida útil igual ou superior aos tratamentos 1 e 3, porque o CO_2 utilizado na carbonatação tem características tecnológicas interessantes para evitar o crescimento de microrganismos aeróbios e interferência em reações químicas que usam o oxigênio com agente oxidante.

Na tabela 4.11, encontra-se as médias das notas de cor durante a vida de prateleira.

Tabela 4.11. Análise sensorial do atributo cor do caldo de cana em relação aos tratamentos.

	Cor	Tratamento	Tratamento	Tratamento	Tratamento
		1	2	3	4
Tempos (dias)	0	8,2	8,0	8,0	8,2
	15	7,3	7,5	7,1	7,2
	30	7,0	nd	6,5	nd
	45	6,3	nd	6,4	nd
	60	6,1	nd	6,2	nd
	75	5,8	nd	6,0	dn

nd: não determinado.

A aceitação da cor por parte dos provadores no tempo 0 “zero” foi satisfatória, tendo a valores entre 8,0 e 8,2 como valor máximo. Observa-se que os provadores indicaram uma boa aceitação por um caldo de cana de cor

Capítulo 4: vida-de-prateleira de caldo de cana processado e/ou carbonatado
clara, como é de característica do caldo da cana-de-açúcar utilizada nos experimentos.

Entre os 75 dias de armazenamento, os tratamentos 1 e 3 houve uma diferença de cor que acabou influenciando na aceitação dos provadores. Tal alteração de cor é ocasionada pela degradação de compostos fenólicos e a desestruturação das moléculas de clorofila, compostas no caldo de cana.

Observou-se uma estabilidade aceitável da cor do caldo de cana durante os 75 dias de vida de prateleira para os tratamento 1 e 3. Verifica-se que com a utilização de uma embalagem que evite a passagem de luz e uma alta barreira a oxigênio, será ainda mais a estabilidade do caldo de cana envasado nestas condições experimentais.

Em relação a intenção de compra do produto pelo provadores foi está descrito na tabela 4.12.

Tabela 4.12. Resultados da intenção de compra em relação aos tratamentos durante a vida de prateleira.

	Intenção de Compra	Tratamento 1	Tratamento 2	Tratamento 3	Tratamento 4
Tempos (dias)	0	1,3	2,1	1,1	1,8
	15	1,5	2,4	1,3	2,2
	30	1,8	nd	1,8	nd
	45	2,1	nd	2,3	nd
	60	2,5	nd	2,7	nd
	75	3,7	nd	3,2	dn

nd: não determinado.

Observou-se um boa intenção de compra de dos os tratamentos no tempo “0” (zero), tendo médias entre 1,1 (tratamento 3) e 2,1(tratamento 2). Os tratamento teve boa aceitação por parte dos consumidores que considerou os tratamentos 1 e 3 muito próximo do caldo de cana “in-natura”, sendo importante destacar a tecnologia de processamento utilizada para se evitar o escurecimento enzimático e a caramelização do caldo de cana pelo excesso de aquecimento no tratamento térmico. No tempo 75 dias, os tratamentos 1 e 3, teve uma redução de sua aceitação sensorial, interferindo diretamente na intenção de compra dos provadores. Determinou-se uma intenção de compra entre “tenho dúvidas de se compraria” e “provavelmente não compraria” para

Capítulo 4: vida-de-prateleira de caldo de cana processado e/ou carbonatado
os tratamentos 1 e 3. Resultados satisfatórios para tratamentos com 75 dias de vida de prateleira.

4. CONCLUSÕES

As bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana com 0 e 4% de suco de limão, são submetidas à pasteurização combinada com o DMDC, acondicionadas em garrafas de PET e armazenadas sob refrigeração mantiveram qualidade sensorial satisfatória durante os períodos de 75 dias, em ambos dos tratamentos, após o processamento.

Entre o tratamento empregado para o caldo de cana puro e adicionado com 4% de suco de limão, houve uma aceitação sensorial inicial do caldo de cana com limão melhor que o caldo de cana puro, mas ao longo da vida de prateleira houve uma igualdade significativa entre os tratamentos.

Observou-se que a tecnologia aqui empregada foi suficiente para estabilizar os tratamentos 1 e 3 em questão em relação aos 75 dias e nas condições destes experimento. Tais condições possibilitam a comercialização do produto com segurança alimentar e tempo necessário para produção, logística, comercialização e consumo por parte da população.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, R.M.V.; GARCIA, E.E.C. Embalagem para sucos de frutas. **Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.2, p.105-122, 1993.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS - AOAC. **Official methods of analysis of the association of analytical chemists**. 16th ed. Arlington, 1141p. 1995.

BHUPINDER, K.; SHARMA, K.P.; HARINDER, K. Studies on the development and storage stability of ready to serve bottled sugarcane juice. **International Journal of Tropical Agriculture**, New Delhi, v.9, n.2, p.128-134, 1991.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução RDC nº12, jan. 2001. **Diário Oficial**, Brasília, Seção I, Alínea 17i. 2001.

FONSECA, H. Princípios e métodos gerais de conservação de alimentos: conservação pelo calor e pelo frio. In: CAMARGO, R. (Coord.) **Tecnologia dos produtos agropecuários: alimentos**. São Paulo: Nobel, cap. 5, p.73-95, 1984.

FU, B.; LABUZA, T. P. Shelf life of frozen foods. In: LABUZA, T. P.; FU, B. **Shelf Life Testing: Procedures and Prediction Methods**. Denver: CRC Press, Cap. 19. p.377-415, 1997.

GALLO CR & CANHOS VP. Contaminantes bacterianos na fermentação alcoólica – **Revisão. STAB. Açúcar, Álcool e Subprodutos**. N.9, v.4/5, p.35-40. 1991.

GALLO CR. **Determinação da microbiota bacteriana de mosto e de dornas de fermentação alcoólica**. Tese (doutorado em Ciências de Alimentos). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP, p.388, 1989.

GALLAGHER, L.C. Lemon juice improves foods. **Food Engineering**, New York, v.35, n.5, p.94-95, 1963.

GERALDINI, A.M.; DELAZARI, I.; LEITÃO, M.F.F.; OLIVEIRA, C.M.M.; UBOLDI-EIROA, M.N. Caracterização de bactérias lácticas em alimentos. I. Avaliação de meios sólidos para contagens de culturas puras. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.16, n.1, p.53-64, 1979.

LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de sucos e produtos ácidos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, n.33, p.9-42, mar. 1973.

LABUZA, T. P. **Shelf-life dating of foods**. Westport: Food and Nutrition Press, 1982.

LABUZA, T. P. Application of chemical kinetics to deterioration of foods. **Journal of Chemical Education**, Easton, Pa., US : American Chemical Society, Division of Chemical Education, v. 61, p. 348-358, 1984.

MAN, C.M.D.; JONES, A.A. **Shelf life evaluation of foods**. London: Blackie Academic, 321p., 1997.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3th ed. Boca Raton: CRC Press, 387p., 1999.

MORI, E. E. M. Determinação da vida-de-prateleira através da análise sensorial e correlações. In: MOURA, S. C. S. R. de; GERMER, S. P. M. **Manual do curso reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, Cap. 5., 2002.

PADULA, M. Influência da embalagem na vida-de-prateleira de alimentos. In: MOURA, S. C. S. R. de; GERMER, S. P. M. **Manual do curso reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, Cap. 4., 2002.

PIERGIOVANNI, L. Materiais de embalagem e tecnologias de envase. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M.N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**, São Paulo: Atheneu, 1998. v.3, cap.10, p.219-278.

PRATI, P. **Desenvolvimento de processo para estabilização de caldo de cana adicionado de sucos de frutas ácidas**. 2004. 169p. Dissertação (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2004.

PRATI, P.; MORETTI, R.H.; CARDELLO, H.M.A.B.; GÂNDARA, A.L.N. Estudo da vida de prateleira de bebida elaborada pela mistura de garapa parcialmente clarificada-estabilizada e suco natural de maracujá. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**, Curitiba,v.22, n.2, p.295-310, 2004.

SANTOS, R.C. Da beira da estrada às prateleiras. **Jornal da Universidade Estadual de Campinas**, Campinas, v.18, n.250, p.8, 2004.

STATISTICA, **StatSoft, Inc. STATISTICA** (data analysis software system), versão 7.0., 2004.

SILVA, S.K. **Avaliação de processo de industrialização de caldo de cana-de-açúcar (*Sacharum ssp*) por enchimento à quente e sistema asséptico**. 2004. 111p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas, 2004.

SINGH, D.; CHAUHAN, O. P.; TYAGI, S. M.; BALYAN, D. K. Studies on Preservation of Sugarcane Juice. **International Journal of Food Properties**, v.5, n.1, p.217-229, 2002.

TAOUKIS, P. S.; LABUZA, T. P.; SAGUY, I. S. Kinetics of food deterioration and shelf-life prediction. In: VALENTAS, K. J.; ROTSTEIN, E.; SINGH, R. P. **The handbook of food engineering practice**. Boca Raton: CRC Press LLC, p.361-402.,1997.

TEXEIRA NETO, R. O. Reações de transformação em alimentos – influência da temperatura. In: MOURA, S. C. S. R. de; GERMER, S. P. M. **Manual do curso reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, Cap. 1., 2002.

VANDERSANT & SPLITSTOESSER, **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 3th ed. Washington, D.C.: American Health Association (APHA),1992.

VITALI, A. A.; QUAST, D. G. Vida-de-prateleira de alimentos. In: MOURA, S. C. S. R. de; GERMER, S. P. M. **Manual do curso reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, Cap.3., 2002.

VITALI, A. A.; TEXEIRA NETO, R. O. Introdução à cinética de reação em alimentos. In: MOURA, S. C. S. R. de; GERMER, S. P. M. **Manual do curso reações de transformação e vida-de-prateleira de alimentos processados**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2002. Cap. 2.

CONCLUSÃO GERAL

Com a proposta de ampliar o conhecimento científico sobre o caldo de cana e, conseqüentemente, propiciar maior embasamento tecnológico para a produção industrial, foi possível determinar parâmetros de qualidade e de processo inerentes às etapas de obtenção e tratamento térmico e químico do produto.

Como as características sensoriais são de extrema importância para se desenvolver um caldo de cana-de-açúcar processado, a variedade IACSP93-6048 (V10) foi a mais indicada para este fim, seguida da variedade IAC91-3111 (V6), que também teve resultados satisfatórios nos experimentos realizados.

Este trabalho proporcionou uma caracterização ampla e detalhada das principais determinações empregadas de forma científica na caracterização de variedades e descrevendo novas metodologias de análise sensorial importantes para a aplicação em testes de preferência envolvendo mais que 5 amostras.

Conclui-se que utilizando um tratamento térmico de 90°C/40s combinado com a adição de DMDC, em uma faixa de concentração entre 180 e 220ppm, nas condições de temperatura de 4°C, com pH igual a 4,2±0,02, pode-se alcançar uma destruição microbiana de 4 D, com uma leve alteração na cor do produto, e não alterando o teor de sólidos solúveis (°Brix) e a turbidez. Observa-se, assim, a versatilidade da atividade do DMDC, tendo resultados satisfatórios em todos os ensaios realizados.

As bebidas elaboradas pela mistura de caldo de cana com 0 e 4% de suco de limão, sendo submetidas à pasteurização combinada com o DMDC, acondicionadas em garrafas de PET e armazenadas sob refrigeração, mantiveram qualidade sensorial satisfatória durante os períodos de 75 dias, em ambos os tratamentos, após o processamento.

Tais condições possibilitam a comercialização do produto com segurança alimentar e tempo necessário para produção, logística, comercialização e consumo por parte da população.

APÊNDICE

Tabela a. Ordenação das variedades na apresentação das amostras aos provadores.

Provadores	Ordem de avaliação			Provadores	Ordem de avaliação		
	1	2	3		1	2	3
1	1º	2º	4º	41	7º	5º	3º
2	8º	1º	10º	42	10º	2º	8º
3	2º	3º	6º	43	6º	5º	10º
4	3º	4º	8º	44	9º	1º	7º
5	6º	8º	9º	45	5º	8º	2º
6	10º	6º	7º	46	4º	9º	6º
7	9º	5º	2º	47	1º	6º	4º
8	5º	7º	1º	48	8º	7º	5º
9	7º	10º	3º	49	2º	3º	1º
10	4º	9º	5º	50	3º	10º	9º
11	3º	4º	7º	51	2º	4º	10º
12	8º	2º	10º	52	8º	3º	9º
13	10º	5º	6º	53	9º	7º	2º
14	7º	1º	9º	54	6º	5º	3º
15	2º	8º	5º	55	4º	8º	7º
16	6º	9º	4º	56	5º	10º	4º
17	4º	6º	1º	57	1º	6º	8º
18	5º	7º	8º	58	3º	1º	5º
19	1º	3º	2º	59	7º	2º	6º
20	9º	10º	3º	60	10º	9º	1º
21	10º	4º	2º	61	1º	4º	2º
22	9º	3º	8º	62	8º	10º	1º
23	2º	7º	9º	63	2º	6º	3º
24	3º	5º	6º	64	3º	8º	4º
25	8º	8º	4º	65	6º	9º	8º
26	4º	10º	5º	66	10º	7º	6º
27	8º	6º	1º	67	9º	2º	5º
28	5º	1º	3º	68	5º	1º	7º
29	6º	2º	7º	69	7º	3º	10º
30	1º	9º	10º	70	4º	5º	9º
31	4º	2º	1º	71	3º	7º	4º
32	10º	1º	8º	72	8º	10º	2º
33	6º	3º	2º	73	10º	6º	5º
34	8º	4º	3º	74	7º	9º	1º
35	9º	8º	6º	75	2º	5º	8º
36	7º	6º	10º	76	6º	4º	9º
37	2º	5º	9º	77	4º	1º	6º
38	1º	7º	5º	78	5º	8º	7º
39	3º	10º	7º	79	1º	2º	3º
40	5º	9º	4º	80	9º	3º	10º

Tabela b. Continuação da tabela a

Provedores	Ordem de avaliação			Provedores	Ordem de avaliação		
	1	2	3		1	2	3
81	10º	2º	4º	101	4º	3º	7º
82	9º	8º	3º	102	2º	8º	10º
83	2º	9º	7º	103	5º	10º	6º
84	3º	6º	5º	104	1º	7º	9º
85	7º	4º	8º	105	8º	2º	5º
86	4º	5º	10º	106	9º	6º	4º
87	8º	1º	6º	107	6º	4º	1º
88	5º	3º	1º	108	7º	5º	8º
89	6º	7º	2º	109	3º	1º	2º
90	1º	10º	9º	110	10º	9º	3º
91	2º	1º	4º	111	4º	10º	2º
92	1º	8º	10º	112	3º	9º	8º
93	3º	2º	6º	113	7º	2º	9º
94	4º	3º	8º	114	5º	3º	6º
95	8º	6º	9º	115	8º	7º	4º
96	6º	10º	7º	116	10º	4º	5º
97	5º	9º	2º	117	6º	8º	1º
98	7º	5º	1º	118	1º	5º	3º
99	10º	7º	3º	119	2º	6º	7º
100	9º	4º	5º	120	9º	1º	10º

Figura a. Esquema do carbonatador de bebidas – Empresa Vinox-RS

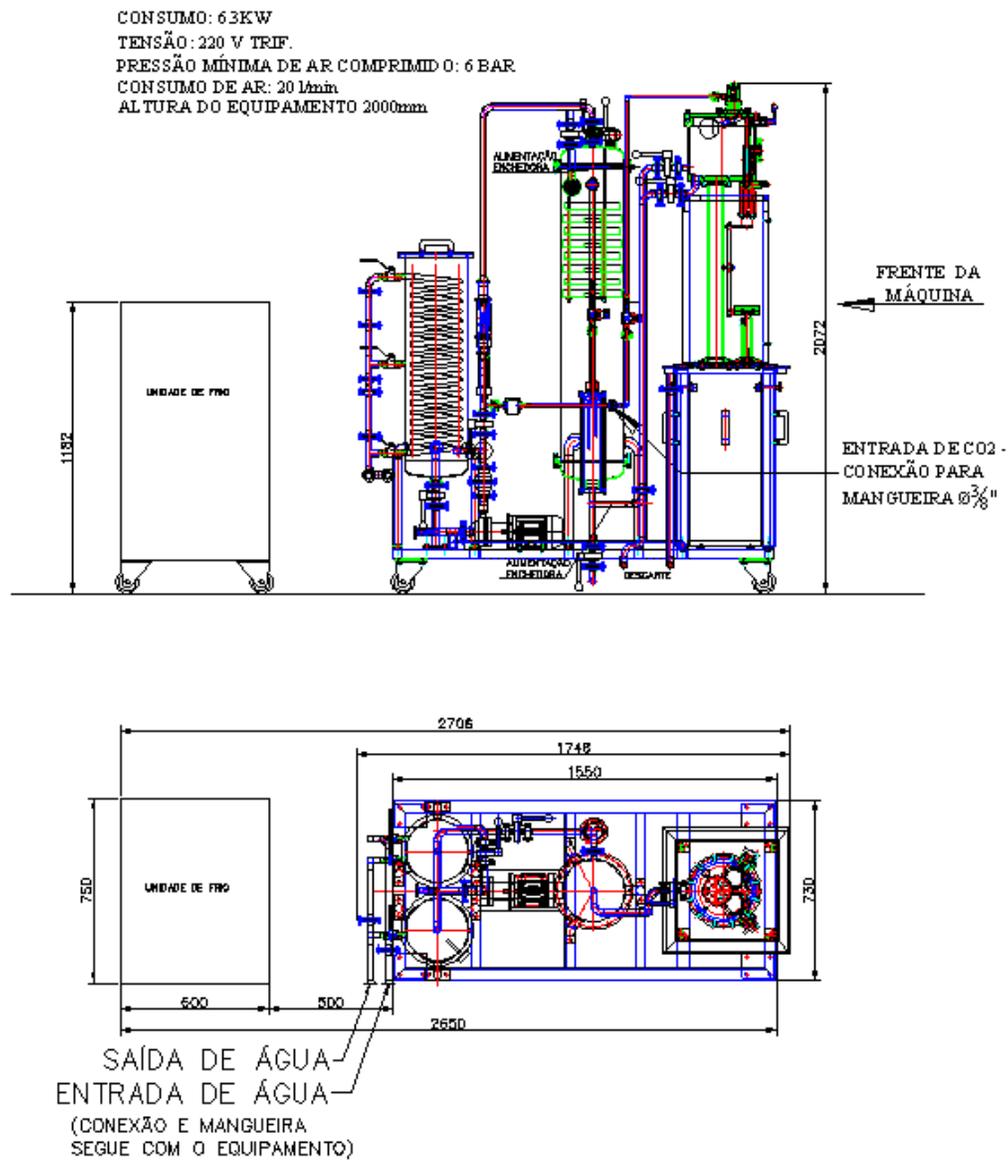


Figura b. Termo de consentimento

TERMO DE CONSENTIMENTO
NOME: _____ ____/____/____
Esta avaliação sensorial de CALDO DE CANA natural corresponde a uma das etapas experimentais de uma Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos, da Faculdade de Engenharia de Alimentos, e conta com o financiamento da Fundação de Amparo a Pesquisa do Estado de São Paulo. CASO VOCÊ NÃO POSSUA NENHUM IMPEDIMENTO DE SAÚDE para consumir essa bebida e tenha interesse em <u>PARTICIPAR VOLUNTARIAMENTE</u> desta degustação, Por favor, preencha esta ficha e assine-a, dando seu consentimento.
SEXO: () Masculino () Feminino
FAIXA ETÁRIA: () <18 anos () 18 – 30 anos () 31-40 anos () 41 – 50 anos () 51 – 60 anos () >60 anos
Por favor, indique, utilizando a escala abaixo, o quanto você gosta ou desgosta de CALDO DE CANA:
() Gosto Extremamente / adoro
() Gosto muito
() Gosto moderadamente
() Gosto ligeiramente
() Nem Gosto / Nem Desgosto
() Desgosto ligeiramente
() Desgosto moderadamente
() Desgosto muito
() Desgosto extremamente / detesto
ASSINATURA DE CONSENTIMENTO: _____
Telefone para contato para maiores informações: 019 3521 3995 / 3521 4006 / 9610 2123