

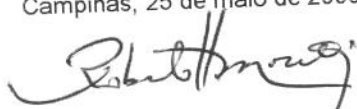
UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS
DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PRODUÇÃO DE UM LICOR DE ACEROLA

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por Edmar das Mercês Penha, aprovada pela Comissão Julgadora em 25 de maio de 2000.

Campinas, 25 de maio de 2000.



Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti
Presidente da Banca

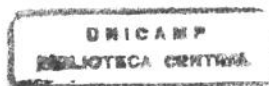
EDMAR DAS MERCÊS PENHA
Engenheiro Químico

ROBERTO HERMÍNIO MORETTI
Orientador

Dissertação apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de DOUTOR em Tecnologia de Alimentos

Campinas/SP
Maio, 2000

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE



UNIDADE BC
 N.º CHAMADA: J/UNICAMP
P376 p
 V. Ex.
 TOMBADO BC/ 41410
 PROC. 278/00
 C ☐ D ☒
 PREÇO R\$ 11,00
 DATA 07-07-00
 N.º CPD

CM-00142796-0

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

P376e

Penha, Edmar das Mercês
 Produção de um licor de acerola / Edmar das
 Mercês Penha. – Campinas, SP: [s.n.], 2000.

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

1.Licores. 2.Vitamina C. 3.Caroteno. 4.Antocianina.
 5.*Malpighia glabra* L. I.Moretti, Roberto Hermínio.
 II.Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de
 Engenharia de Alimentos. III.Título.

PENHA, E.M.

PRODUÇÃO DE UM LICOR DE ACEROLA

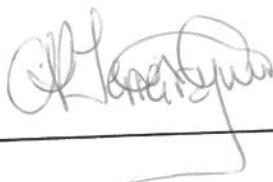
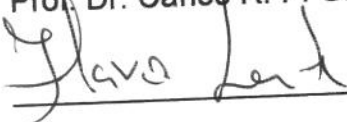
Aprovada por:



Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti - Orientador



Prof. Dr. Carlos R. F. Grosso



Prof. Dr. Flávio Leite



Prof. Dra. Helena Teixeira Godoy

Prof. Dra. Regina Célia Della Modesta

Prof. Dra. Silvana Schreberich



Prof. Dr. Nelson Horacio Pezoa Garcia

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL
SEÇÃO CIRCULANTE

Aos meus filhos Thales Vaz Penha
e Cássio Vaz Penha estímulo maior
para a realização deste trabalho.

Ao Dom da determinação que me tem
impulsionado a concluir as empreitadas da vida e
ao Dom da esperança que me tem feito crer que
mesmo os momentos mais difíceis sejam
oportunidades para novo aprendizado e
enriquecimento interior.

Agradecimentos

Ao Prof. Dr. Roberto Hermínio Moretti, pela sugestão do tema deste trabalho e pela oportunidade de explorar novas áreas de conhecimento.

Aos Srs. membros da banca examinadora, pelas sugestões enriquecedoras a este trabalho.

À CAPES – Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo apoio financeiro.

Ao professores, técnicos e funcionários do Departamento de Tecnologia de Alimentos da FEA/UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas pelos ensinamentos e serviços prestados durante a realização do curso.

À UERJ – Universidade do Estado do Rio de Janeiro, pela oportunidade de atualização profissional.

À EMBRAPA Agroindústria de Alimentos pela disponibilização de sua infraestrutura para o desenvolvimento dos experimentos.

À pesquisadora Regina C. D. Modesta, a Aline L. de Souza e a toda a equipe de apoio do Laboratório de Análise Sensorial da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, pelas análises e pela parceria.

Aos Laboratórios de Físico-Química, Microbiologia e Pós-Colheita da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos, por todo o apoio na realização das análises.

Aos colegas da EMBRAPA Agroindústria de Alimentos: Viktor C. Wilberg, Elizabeth S. Brandão, Elisabeth B. Gonçalves, Fernando C. da Silva, Luís Fernando M. da Silva, Flávia S. Gomes, Sérgio M. Pontes, Cláudio S. da Silva e

André Luís N. Gomes, pela colaboração nas análises e no desenvolvimento de toda a etapa experimental do trabalho. À Neila, pela limpeza e organização dos laboratórios. Aos demais colegas e técnicos da EMBRAPA que de alguma forma colaboraram para a realização deste trabalho.

Aos amigos: Virgínia M. da Matta, ex-colega de sala de trabalho, ex-colega de curso de pós graduação e sempre amiga; Angela A. L. Furtado, pelo companheirismo e pela paciência na solução de problemas de informática; Lourdes Cabral, pelas opiniões sempre oportunas; Sueli Freitas, pelas discussões dos resultados e das coisas da vida; Roberta B. Rodrigues, Cristina D. Taxi, Daisy Bloomberg, e Paulo Eduardo R. Tavares, pelas inesquecíveis recordações da Pós-graduação e pelo apoio em Campinas; José G. Jardine, pelo estímulo; e Sérgio O. P. Araújo, pela amizade e incentivo.

À Jub, modelo de mãe e exemplo de vida; à Lúcia Vaz Penha; à Vilma Penha; e aos demais parentes e amigos que sempre me apoiaram.

SUMÁRIO

LISTA DE QUADROS	xiii
LISTA DE TABELAS	xiv
LISTA DE FIGURAS	xvi
RESUMO	xxi
ABSTRACT	xxii
1 – INTRODUÇÃO	1
2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	5
2.1 - Bebidas alcoólicas	5
2.1.1 – Histórico	5
2.1.2 – Definição	5
2.1.3 - Legislação brasileira	6
2.2 - Licores de frutas	7
2.2.1 – Histórico	7
2.2.2- Definição	9
2.2.3 - Legislação brasileira	10
2.2.4 - Matérias-primas	11
2.2.5 - Processo de fabricação	14

2.3 – Acerola	17
2.3.1 - Características do fruto	17
2.3.2 - Principais constituintes nutritivos	18
2.3.3 - Principais alterações bioquímicas na acerola e seus mecanismos	19
2.3.3.1 - Transformações nas substâncias pécticas	20
2.3.3.2 - Transformações nos pigmentos	20
2.3.3.3 - Transformações no ácido ascórbico	23
2.4 - Problemas associados ao processamento	24
2.5 – Redução do desenvolvimento microbiano	26
2.6 - Redução das reações oxidativas	26
2.6.1 - Uso de agentes antioxidantes	27
2.6.2 - Uso do calor	28
2.6.3 Tratamento com alta pressão	28
2.6.4 - Outros mecanismos	31
3 - MATERIAL E MÉTODOS	32
3.1 – Material	32
3.1.1 - Matérias-primas para elaboração de licor de acerola	32
3.1.2 - Matérias-primas para realização da análise sensorial do licor de acerola	32
3.1.3 - Equipamentos e embalagens	33
3.2 – Métodos	34

3.2.1 – Ensaios preliminares	34
3.2.1.1 – Processamento do licor	34
3.2.1.2 - Despolpamento da acerola	37
3.2.1.3 – Hidrólise da polpa de acerola por pectinases	37
3.2.2 – Ensaios complementares	38
3.2.2.1 - Avaliação do efeito da interação da hidrólise enzimática da pectina com a concentração alcoólica do macerado sobre o licor de acerola	38
3.2.2.2 - Efeito da adição de metabissulfito de sódio sobre o macerado alcoólico de acerola	39
3.2.3 – Ensaios finais	40
3.2.3.1 – Análises físico-químicas	42
3.2.3.2 – Análises Microbiológicas	44
3.2.3.3 – Análise sensorial do licor	44
3.2.3.4– Análise dos resultados	48
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1 – Ensaios preliminares	50
4.1.1 – Despolpamento da acerola e caracterização da polpa	50
4.1.2 – Hidrólise enzimática da polpa de acerola	53
4.1.2.1 – Efeito da concentração de enzima sobre a cor da polpa de acerola hidrolisada	53

4.1.2.2 – Efeito da concentração de enzima sobre o teor de carotenos e de antocianinas da polpa de acerola hidrolisada	56
4.1.2.3 – Efeito da concentração da enzima sobre a viscosidade aparente e a turbidez da polpa de acerola hidrolisada	57
4.2 – Ensaio complementares	60
4.2.1 - Efeito da concentração de etanol sobre a cor do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases	61
4.2.2 - Efeito da concentração de etanol sobre as concentrações de carotenos e de antocianinas do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases	64
4.2.3 - Efeito da concentração de etanol sobre a turbidez do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases	66
4.2.4 – Efeito da concentração de etanol sobre a viscosidade aparente do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases	70
4.2.5 - Efeito da concentração de etanol sobre o teor de vitamina C do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases	76
4.2.6 - Efeito da adição de SO ₂ sobre a cor e a turbidez do macerado alcoólico de acerola	78
4.3 – Ensaio finais	83
4.3.1 – Variação de cor durante o processo de fabricação do licor de acerola	83
4.3.2 – Estudo das alterações ocorridas no licor de acerola durante o processamento e armazenagem	86
4.3.2.1 – Variação no teor de carotenos por efeito da concentração de etanol do licor de acerola	86

4.3.2.2 – Efeito da adição de SO ₂ sobre o teor de carotenos do licor de acerola	88
4.3.2.3 – Variação no teor de antocianinas por efeito da concentração de etanol do licor de acerola	89
4.3.2.4 – Efeito da adição de SO ₂ sobre o teor de antocianinas do licor de acerola	91
4.3.2.5 – Variação no teor de vitaminaC por efeito da concentração de etanol do licor de acerola	93
4.3.2.6 – Efeito da adição de SO ₂ sobre o teor de vitamina C do licor de acerola	94
4.3.2.7 – Análise microbiológica do licor de acerola	95
4.3.3 – Análise sensorial do licor de acerola	97
4.3.3.1 – Seleção de provadores	97
4.3.3.2 – Desenvolvimento da terminologia sensorial	98
4.3.3.3 – Treinamento dos provadores	98
4.3.3.4 – Avaliação do desempenho da equipe	99
4.3.3.5 – Avaliação dos produtos pela Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)	101
4.3.3.6 – Avaliação dos produtos pelo teste de preferência	110
4.3.4 – Caracterização do licor de acerola	113
5 – CONCLUSÕES	117
5.1 – Hidrólise enzimática da pectina da polpa de acerola	117
5.2 – Maceração alcoólica da polpa de acerola	118
5.3 – Adição de SO ₂ à polpa de acerola	119

5.4 – Análise microbiológica do licor de acerola\	119
5.5 – Análise sensorial do licor de acerola	120
6 – REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	121
Apêndice A	132

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Classificação das bebidas alcoólicas segundo a legislação brasileira.....6

Quadro 2 – Experimentos realizados para avaliação da alteração da cor, da turbidez, da viscosidade e do teor de vitamina C da polpa de acerola na etapa de maceração em função da concentração alcoólica e da hidrólise enzimática da polpa39

Quadro 3 – Experimentos realizados para avaliação da alteração de cor do macerado alcoólico de acerola40

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Rendimento do despulpamento da acerola na despulpadeira piloto Bonina 0,25 dF da Itametal	50
Tabela 2 – Caracterização físico-química da polpa de acerola	51
Tabela 3 – Análise instrumental de cor da polpa de acerola pelo Sistema Hunter de medida	52
Tabela 4 – Análise microbiológica da polpa de acerola	53
Tabela 5 – Variação do teor de vitamina C no macerado de acerola em função da concentração de etanol e da hidrólise enzimática da polpa	76
Tabela 6 – Análise microbiológica dos licores de acerola durante o processamento e armazenagem	96
Tabela 7 – Composição das amostras, por atributos, avaliadas pelos provadores em cada sessão da fase de treinamento	99
Tabela 8 - Avaliação do desempenho dos provadores através da análise descritiva quantitativa dos atributos de aparência e consistência de um licor de retido da clarificação do suco de acerola por ultrafiltração e de um licor de polpa de acerola	100

Tabela 9 - Avaliação do desempenho dos provadores através da análise descritiva quantitativa dos atributos de aroma de um licor de retido da clarificação do suco de acerola por ultrafiltração e de um licor de polpa de acerola	100
Tabela 10 - Avaliação do desempenho dos provadores através da análise descritiva quantitativa dos atributos de sabor de um licor de retido da clarificação do suco de acerola por ultrafiltração e de um licor de polpa de acerola	101
Tabela 11 - Valores médios dos atributos sensoriais de aparência e de consistência do perfil de licor de acerola	102
Tabela 12 - Valores médios dos atributos sensoriais de aroma do perfil de licor de acerola	102
Tabela 13 - Valores médios dos atributos sensoriais sabor do perfil de licor de acerola	103
Tabela 14 – Média da preferência dos licores de acerola	112
Tabela 15 – Caracterização físico-química da polpa de acerola e do licor de acerola contendo 18°GL e 30% de açúcar total	114
Tabela 16 – Análise instrumental de cor da polpa e do licor de acerola pelo sistema Hunter de medida	115
Tabela 17 – Análise microbiológica da polpa de acerola	116

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Etapas de um processo genérico de fabricação de licor de frutas	16
Figura 2 - Etapas do processo de fabricação do licor de acerola	36
Figura 3 – Variação da cor, medida pelo Sistema Hunter, da polpa de acerola hidrolisada com 100 e 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C por 1 hora	54
Figura 4. - Variação das concentrações de carotenos e de antocianinas da polpa de acerola hidrolisada com 100 e 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C por 1 hora	57
Figura 5 – Redução percentual da viscosidade aparente e da turbidez da polpa de acerola hidrolisada com 100 e 200 mg/kg da enzima Pectinex Ultra SP-L a 30°C/1h	58
Figura 6 – Variação da luminosidade (L) e da turbidez (haze) do macerado alcoólico da polpa de acerola hidrolisada com 200 mg/kg de enzima e com o teor alcoólico	61
Figura 7 – Variação total de cor (Delta E) e da intensidade de cor vermelha (a) e de cor amarela (b) do macerado de acerola hidrolisado com 200 mg/kg de enzima e com o teor alcoólico	63

Figura 8 - Variação do teor de carotenos e de antocianinas no macerado de acerola hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases e com o aumento do teor alcoólico	64
Figura 9 - Variação da turbidez do macerado de acerola em função da diluição e da concentração de etanol (mL/100mL)	67
Figura 10 - Variação da turbidez do macerado de acerola hidrolisado com 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C/1h, em função da diluição e da concentração de etanol	68
Figura 11 - Variação percentual da viscosidade aparente ($\gamma = 245,30 \text{ s}^{-1}$), a 20°C, do macerado de acerola em função da diluição e da concentração de etanol	71
Figura 12 - Variação percentual da viscosidade aparente ($\gamma = 245,30 \text{ s}^{-1}$), a 20°C, do macerado de acerola hidrolisado com 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C/1h, em função da diluição e da concentração de etanol	72
Figura 13 – Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação da polpa de acerola, a 20 °C, em função da diluição e da hidrólise enzimática ($\gamma=245,30 \text{ s}^{-1}$)	73
Figura 14 – Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação da polpa de acerola, a 20 °C, em função da diluição, da hidrólise enzimática e da concentração de etanol ($\gamma = 245,30 \text{ s}^{-1}$)	74

Figura 15 – Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação do macerado de acerola em função da hidrólise enzimática e da concentração de etanol ($\gamma = 245,30 \text{ s}^{-1}$)	75
Figura 16 – Variação do teor de vitamina C, na etapa de maceração alcoólica, em função da hidrólise da polpa com 200 mg/kg de pectinases e da concentração de etanol	77
Figura 17 – Variação da luminosidade (L) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO_2	78
Figura 18 – Variação da intensidade da cor vermelha (a) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO_2	79
Figura 19 – Variação da intensidade da cor amarela (b) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO_2	80
Figura 20 - Variação total de cor (Delta E) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO_2	81
Figura 21 - Variação da turbidez (<i>haze</i>) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO_2	82
Figura 22 – Variação de cor da polpa de acerola durante o processo de fabricação de um licor a 250 g/L de açúcar: da esquerda para a direita tem-se a polpa de acerola <i>in natura</i> e os licores com 18, 24 e 30°GL	84

Figura 23 – Variação de cor do licor de acerola durante o processamento, de acordo com a concentração de etanol na mesma concentração de 250 g/L de açúcar: (a) polpa de acerola <i>in natura</i> ; (b) macerado alcoólico a 18°GL e (c) respectivo licor a 18°GL; (d) macerado alcoólico a 24°GL e (e) respectivo licor a 24°GL; (f) macerado alcoólico a 30°GL; e (g) respectivo licor a 30°GL	85
Figura 24 – Variação da concentração de carotenos com a concentração de etanol dos licores de acerola durante o processamento e armazenagem	87
Figura 25 – Variação do teor de carotenos com a concentração alcoólica do licor de acerola contendo 200 mg/kg de SO ₂	89
Figura 26 – Variação da concentração de antocianinas com a concentração de etanol dos licores de acerola, durante o processamento e armazenagem	90
Figura 27 – Variação do teor de antocianinas com a concentração alcoólica do licor de acerola contendo 200 mg/kg de SO ₂	92
Figura 28 – Variação do teor de vitamina C dos licores de acerola com 18, 24 e 30°GL, durante o processamento e armazenagem	94
Figura 29 - Variação do teor de vitamina C dos licores de acerola com 18, 24 e 30°GL, contendo 200ppm de SO ₂ , durante o processamento e armazenagem	95
Figura 30 – Configuração da análise descritiva quantitativa de licor de acerola .	104
Figura 31 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola com 18°GL e diferentes concentrações de açúcares totais	105

Figura 32 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola com 24°GL e diferentes concentrações de açúcares totais	106
Figura 33 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola com 30°GL e diferentes concentrações de açúcares totais	107
Figura 34 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola contendo 20% de açúcares totais e em diversas concentrações de etanol	108
Figura 35 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola contendo 25% de açúcares totais e em diversas concentrações de etanol	109
Figura 36 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola contendo 30% de açúcares totais e em diversas concentrações de etanol	110

Produção de um licor de acerola

RESUMO

Neste trabalho foi estudado o aproveitamento da acerola (*Malpighia glabra* L.) para formulação de um extrato hidroalcoólico, com características de um licor, com elevado teor de vitamina C. Foram combinadas as concentrações de etanol (18, 24 e 30°GL) e de açúcar (200, 250 e 300 g/L) para definir aquela capaz de conferir ao produto uma boa aceitabilidade e estabilidade microbiológica. A realização da hidrólise enzimática da pectina da polpa de acerola mostrou-se desnecessária para a elaboração de licor, uma vez que o efeito da adição de etanol na etapa de maceração alterou muito mais substancialmente todos os parâmetros de cor, turbidez, viscosidade e teor de vitamina C do licor. O aumento da concentração de etanol no macerado promoveu maior degradação da vitamina C. A adição de 200 e 300 mg/kg de SO₂ reduziu a variação de cor em todas as concentrações de etanol e foi de fundamental importância para a preservação da vitamina C do licor de acerola, cujo teor foi de 472,01 mg/100g. O licor de acerola que continha 18°GL e 300 g/L de açúcares totais foi o de melhor qualidade, de acordo com os provadores treinados, e foi também o escolhido pelos consumidores, através do teste de preferência.

PENHA, E.M.

Production of an acerola liqueur

ABSTRACT

In this work, acerola (*Malpighia glabra* L.) utilization was studied to the production of an hydro-alcoholic extract, which had the characteristics of a liqueur and which contained high vitamin C contents. Ethanol concentrations (18, 24 e 30°GL) and sugar concentrations (200, 250 e 300 g/L) were arranged in order to obtain a product with good acceptance by consumers and a microbiological stability. The enzymatic hydrolysis of the pectin of acerola pulp was not necessary to the liqueur production because the effect of ethanol addition changed more significantly all parameters of colour, turbidity, viscosity and vitamin C, during the maceration stage. Vitamin C contents were reduced when the ethanol was increased. The addition of 200 e 300 mg/kg of SO₂ to the acerola pulp reduced changes in the colour parameters at all the ethanol concentrations tested and was of great importance to conserve the vitamin C contents of acerola liqueur that was 472,01 mg/100g. The acerola liqueur containing 18°GL and 300 g/L of total sugar was that chosen by trained panellists as one of better quality and was the same liqueur preferred by consumers in the preference test.

1 - INTRODUÇÃO

As bebidas alcoólicas sempre tiveram um consumo expressivo pela maioria das populações. Algumas dessas bebidas encontram-se culturalmente associadas a determinados países e a sua fabricação faz parte da tradição de alguns povos. O vinho está inegavelmente associado à França e à Itália; o uísque à Escócia; a tequila ao México, o saquê ao Japão; a cachaça ao Brasil entre outros exemplos.

Os licores são produzidos nas mais diversas regiões do planeta, tendo suas principais características relacionadas com a técnica de preparação, matéria-prima e finalidades. Entretanto, certos países como a França, a Holanda, a Itália, a Alemanha e a Espanha têm produzido excelente licores que são reconhecidos em todo mundo por sua excelente qualidade.

Há licores cujas formulações são consagradas em todo o mundo, como o *Cherry Brandy* (cereja), o *Advocaat* (ovos), o *Cointreau* (laranja) e o *Bénédictine* (ervas). Uns têm a sua preferência relacionada com o *flavour* suave e sofisticado, outros com o exotismo de sua fragrância e outros ainda com a mística de sua elaboração e até poder medicinal.

Existe uma nova tendência mundial em relação ao mercado consumidor de alimentos em geral. É cada vez maior a procura por produtos a base de frutas devido, principalmente, a presença de vitaminas A e C e de fibras, que vêm sendo

associados à prevenção de doenças como o câncer, distúrbios coronários e excesso de colesterol (COUNSELL & HORNIG, 1981).

Esta crescente demanda comercial por novos produtos, devido às novas tendências de mercado relacionadas com o perfil de novos consumidores cria oportunidades para o lançamento de licores com características diferentes dos tradicionais. As características diferenciais destes licores poderão estar relacionadas com o tipo de matéria-prima (frutas tropicais, por exemplo), com o teor alcoólico (bebidas mais suaves) ou até mesmo com a quantidade de açúcar neles contidos (baixas calorias).

A produção de licor na França e na Comunidade Européia atingiu, em 1991, a marca de 376.900 hL. Os licores de frutas representaram cerca de 76% desta produção ou 288.643 hL (ANÔNIMO, 1993)

De acordo com DíEZ-MARQUES *et al.* (1994), houve um aumento do consumo de licor de frutas nos últimos anos, comparativamente a outros destilados tradicionalmente comercializados na Espanha. Além disso, o licor de maçã é um dos licores mais consumidos na Espanha.

Além da comercialização direta do licor, um outro segmento importante para o consumo de licores está na própria indústria de alimentos que empregam licores como matérias-primas na elaboração de sorvetes e chocolates (IOKI & SUZUKI, 1992; POLYAKOV *et al.*, 1991).

A acerola apresenta características nutricionais notáveis devido, principalmente, ao seu elevado conteúdo de vitamina C. Para o desenvolvimento de novos produtos derivados de frutas, como o licor, é de fundamental importância que sejam preservadas as suas características nutricionais. Entretanto, para que um produto elaborado à base de frutas tenha boa aceitação, por parte dos consumidores, é bastante relevante que ele mantenha, também, seus atributos sensoriais. Portanto, na preparação do licor foram, inicialmente, considerados fatores mais importantes para o controle de qualidade do processo os atributos sensoriais relacionados com a aparência do produto como a cor, a turbidez e a viscosidade. Afinal, são estas as características que o próprio consumidor pode avaliar através da observação direta da embalagem e que definirão a sua correlação com a matéria-prima que lhe deu origem.

Assim, como não há referência a um licor produzido comercialmente à base de acerola, pretende-se desenvolver um produto com características sensoriais de aroma e sabor elevadas e com a máxima retenção do teor de vitamina C e cor originais da fruta.

Este trabalho propôs estudar o aproveitamento da acerola (*Malpighia glabra*) para formulação de um extrato hidroalcoólico, com características de um licor, com alta qualidade sensorial de consistência, de aroma e de sabor e com elevado teor de vitamina C. A preparação de um extrato hidroalcoólico constitui-se numa forma de processo de preservação dos valores nutritivos da acerola, que pode ser utilizado no enriquecimento de diversos produtos, uma vez que não utiliza calor no decorrer de sua preparação. Especificamente pretendeu-se estudar

o processo de desintegração da acerola visando maximizar a retenção dos teores vitamínicos e da cor da fruta, estabelecer uma formulação para o licor de acerola pela combinação da concentração de etanol com a concentração de açúcar que confirmam ao produto uma boa aceitabilidade e estabilidade microbiológica.

2 - REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 - Bebidas alcoólicas

2.1.1 - Histórico

As bebidas alcoólicas podem ser consideradas tão antigas quanto a própria humanidade. Povos antigos como os fenícios, assírios e babilônios entre outros mencionaram-nas em seus registros (AQUARONE *et al.*, 1983).

Diversas são as fontes naturais de açúcares para fermentação: frutas, cana, cereais, raízes, tubérculos e folhas; e igualmente variadas são as bebidas obtidas à partir delas.

2.1.2 - Definição

No Brasil, a bebida alcoólica é definida como um produto refrescante, aperitivo ou estimulante destinado à ingestão humana no estado líquido, sem finalidade medicamentosa e contendo mais de meio grau Gay-Lussac de álcool etílico. As bebidas alcoólicas são classificadas em dois grupos: fermentadas e destiladas, também denominadas aguardentes ou espíritos (AQUARONE *et al.*, 1983).

2.1.3 - Legislação brasileira

Pela legislação brasileira a cerveja e a sidra, por exemplo, são refrescantes, os amargos são aperitivos e os vinhos, licores e aguardentes são estimulantes. É exigido ainda que o álcool etílico seja potável e obtido por fermentação ou por destilo-retificação de mosto fermentado. Entre todas as bebidas alcoólicas só os licores podem ser artificiais (AQUARONE *et al.*, 1983; MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 1994).

A classificação pela nossa legislação é mista (Tabela 2.1.3), classificando as bebidas alcoólicas em fermentadas, por mistura e fermento-destiladas (destiladas e destilo-retificadas).

Quadro 1 - Classificação das bebidas alcoólicas segundo a legislação brasileira

Classificação das bebidas alcoólicas	Exemplos
Fermentadas	cerveja e vinho
Por mistura	licor, amargo e aperitivo, aguardente composta e bebidas mistas
Destiladas	cachaça, rum, uísque e conhaque
Destilo-retificadas	vodca e gim

Fonte: AQUARONE *et al.* (1983)

2.2 - Licores de frutas

2.2.1 - Histórico

Em seu livro Vinhos e Destilados, André L. Simon disse: *Na preparação do vinho ... o homem intervém somente na arte de fazer o melhor uso possível daquilo que a Natureza lhe dá ... mas na elaboração dos licores, o homem possui um campo muito maior para exercitar a sua criatividade; ele tem a liberdade de dar ao licor praticamente qualquer tonalidade e cor que ele ache melhor para atrair a atenção, aumentar a curiosidade e agradar aos olhos; ele tem, também, ao seu dispor todas as frutas do mundo das quais ele pode extrair uma variedade quase ilimitada de aromas e sabores, podendo, conseqüentemente, agradar até os mais exigentes gostos.* (GROSSMAN, 1940).

A fabricação de um licor tradicional envolve a mistura de álcool etílico destilado com açúcar e pequenas quantidades de essências de ervas, ou de frutas frescas ou secas (DÍEZ MARQUES *et al.*, 1994). No entanto, a formulação de muitos licores tradicionais é mantida em segredo. A mística e o mistério que envolvem muitos licores são, naturalmente, de grande valia para o *marketing* dos produtos (VARNAM & SUTHERLAND, 1994).

Alguns licores são indubitavelmente de origem antiga como, por exemplo, o *Bénédictine*, um licor elaborado pela ordem monástica dos beneditinos, produzido numa remota região da França, cuja formulação original é mantida desde 1510 e

que, provavelmente, contém em sua formulação ervas medicinais. Atualmente, não há a menor ligação de religiosos com a fabricação do *Bénédictine*, pois ele é produzido por uma companhia fundada por Alexandre O Grande em 1863 (GROSSMAN, 1940).

Outro licor famoso ainda produzido por ordem religiosa é o *Chartreuse*. Este licor é produzido pelos irmãos cartusianos no convento Grande Chartreuse em Grenoble, França, desde 1607. Sabe-se que a sua fórmula original, mantida em segredo desde então, foi modificada e aperfeiçoada em 1757 mantendo-se até hoje inalterada (GROSSMAN, 1940).

Existem ainda os licores cremosos, formulados com leite, destilado, caseinato de sódio e açúcar, e adicionados de emulsificantes, corantes e flavorizantes, entre outros ingredientes normalmente necessários para balancear o *flavour* dos constituintes do leite (VARNAM & SUTHERLAND, 1994).

Licores de frutas são bebidas alcoólicas, preparadas sem processo fermentativo, cujos principais componentes naturais são as frutas. Possuem graduação alcoólica em torno de 25°GL e elevado teor de açúcar, cerca de 150 g/L (COLL *et al.*, citados por GUTIÉRREZ *et al.*, 1995).

GUTIÉRREZ *et al.* (1995) afirmam que não há técnicas definidas para o preparo de licores de frutas, mas que em geral o processo está baseado na maceração alcoólica de frutas ou na destilação de macerados aromáticos com base de frutas.

No entanto, segundo DÍEZ MARQUES *et al.* (1994), embora na elaboração de licores, a qualidade do produto final dependa principalmente dos seus constituintes, que deverão ser adequadamente misturados, o processo de preparação também é muito importante. Estes autores citam que os licores de fruta podem ser elaborados de três maneiras: 1) por um processo baseado na destilação de um macerado alcoólico da fruta, contendo seus principais compostos aromáticos; 2) por maceração simples da fruta em etanol potável, extraindo seus principais aromáticos, substâncias ativas e corantes; 3) por dissolução de essências, óleos essenciais e extratos aromáticos de frutas em álcool potável, para posterior adição de açúcar e água.

2.2.2- Definição

A definição para licor varia de autor para autor. No entanto, todos mencionam os principais ingredientes componentes da formulação básica dos licores convencionais.

Segundo TRITTON (1975), licores são líquidos alcoólicos adoçados e com ingredientes produtores de *flavour*, podendo alguns deles possuir valor medicinal.

Outros definem um licor como o produto obtido pela infusão em solução hidroalcoólica açucarada da fruta madura, do seu suco ou cascas (FUNDAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 1985); ou, ainda, como sendo o licor uma solução hidroalcoólica na qual se adiciona uma

substância com predomínio aromático (que dá o aroma e o sabor do licor) e diversos constituintes em proporções determinadas (INSTITUTO DE TECNOLOGIA E PESQUISAS DE SERGIPE, 1984).

2.2.3 - Legislação brasileira

A legislação brasileira define o licor como uma bebida com graduação alcoólica de 15 a 54 °GL, a 20°C, e um percentual de açúcar superior a 30 g/L, elaborado com álcool etílico potável de origem agrícola, ou destilado alcoólico simples de origem agrícola ou bebidas adicionadas de extrato ou substâncias de origem vegetal ou animal, substâncias aromatizantes, saborizantes corantes e outro aditivos permitidos por lei (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 1994).

Os licores podem ser ainda classificados em secos (30-100 g/L), doces (100-350 g/L), cremes (acima de 350 g/L) e escarchados ou cristalizados (bebidas saturadas de açúcares parcialmente cristalizados), dependendo do teor de açúcar (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 1994).

Mais recentemente, tem despertado interesse os licores com aroma e sabor de frutas e com um mínimo de açúcar, explorando a preferência dos consumidores por bebidas mais leves e com *flavour* natural de frutas (VARNAM & SUTHERLAND, 1994).

2.2.4 - Matérias-primas

Aguardente

O primeiro e mais importante de todos os ingredientes é o álcool etílico neutro que deve ser isento de gosto estranho (*off-flavours*) e de adstringência. Neste caso, podem ser utilizados aguardentes de cana de boa qualidade, álcool de cereais ou redestilados como a vodca.

De acordo com TRITTON (1975), na maioria dos licores o teor alcoólico não é inferior a 22,9 °GL. Com exceção do licor de ovos, cujo teor alcoólico situa-se na faixa de 17,5 °GL e de licores artesanais, subordinados a legislações específicas que variam de país para país. Entretanto a legislação brasileira estabelece a faixa de 15 a 54° GL (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 1994).

Os licores de frutas geralmente contém entre 24 e 29,75 °GL. Licores elaborados com frutas cítricas devem ter um teor alcoólico mais elevado para manter o óleo em solução. Alguns licores de frutas com teor elevado de etanol, acima de 40 °GL, são obtidos por redestilação do vinho de frutas (TRITTON, 1975).

Os licores formulados com ervas são mais populares e são usados como digestivos. Os princípios ativos das ervas são extraídos por maceração ou percolação de um destilado. Seu teor alcoólico é, em geral, superior a 40 °GL,

podendo atingir até mesmo 54,83 °GL no *Green Chartreuse*, um licor produzido num mosteiro do sul da França (TRITTON, 1975).

Segundo ainda este autor (TRITTON, 1975), os cremes (licores cremosos), normalmente apresentam graduação alcoólica entre 29,75 e 31,43 °GL.

Açúcar

A fonte de açúcar tanto pode ser o açúcar de cana branco comercial quanto um xarope, obtido pela simples fervura do açúcar com água até completa dissolução, procedimento este que facilitaria a posterior mistura com a solução hidroalcoólica (FUNDAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 1985).

A adição de açúcar na forma de xarope é também citada por TRITTON (1975), sendo inclusive recomendada a adição de pequena quantidade de ácido cítrico ou tartárico para a inversão dos açúcares a frutose e glicose, o que impede a sua cristalização.

Assim como a graduação alcoólica, o teor de açúcar varia amplamente entre os diversos tipos de licor. TRITTON (1975), afirma que os licores de frutas contêm de 250 a 350 g/L de glicose enquanto os licores cremosos atingem 350 a 400 g/L de açúcar.

A legislação brasileira classifica os licores de acordo com o teor de açúcar, estabelecendo valores que variam de 30-100 g/L, (secos), 100-350 g/L (doces ou

finos) e acima de 350 g/L para os cremes (MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO, 1994).

Frutas

Diversas são as frutas que podem ser utilizadas no preparo dos licores. As legislações exigem, para certos tipos de licores, a associação de determinadas frutas na sua elaboração. É o caso do *Cherry Brandy*, obtido da cereja.

De modo geral, para elaboração de licor de frutas deve-se acrescentar aos demais ingredientes a polpa ou o suco das frutas frescas.

De acordo com GUTIÉRREZ *et al.* (1995), é importante a caracterização dos licores de frutas pois de 25 amostras de licores de pêra analisados, somente nove delas apresentavam componentes da fruta. A sacarose foi o principal açúcar encontrado, junto com o poliálcool sorbitol. Potássio, cálcio e magnésio foram os minerais encontrados em maior quantidade. Nos demais licores analisados β -frutose e α - e β -glicose foram os principais açúcares, sorbitol não foi detectado, e potássio, cálcio e magnésio estavam em pequenos teores. Tais resultados indicaram que estes últimos licores devem ter sido preparados, provavelmente, por aromatização, sem adição direta da fruta.

TRITTON (1975), recomenda utilizar, na elaboração de licores, um xarope de fruta (3,6 kg de açúcar para 4,5 L de xarope), ao invés de usar a fruta fresca. Este xarope é bastante estável e pode ser estocado em frascos de vidro, embora perca parte de seu *flavour*.

A quantidade de polpa de fruta necessária para certas receitas varia de 20% (p/p) de tamarindo (FUNDAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 1985) a 40% (p/p) de jenipapo (INSTITUTO DE TECNOLOGIA E PESQUISAS DE SERGIPE, 1984).

Água

A água a ser utilizada na preparação dos licores deve ser tratada e preferencialmente destilada ou pelo menos previamente fervida. Tal exigência se faz necessária tanto do ponto de vista de saúde pública (água potável) quanto do tecnológico (sem interferentes do *flavour*).

2.2.5 - Processo de fabricação

Os processos tradicionais de fabricação de licores de frutas consistem na mistura de álcool etílico destilado com um xarope de açúcar contendo pequenas quantidades de essências de ervas ou de frutas (Figura 2.2.5).

Inicialmente é feita a lavagem e seleção das frutas maduras que serão posteriormente descascadas e desintegradas. A seguir, é realizada a formulação (mistura da polpa, suco ou cascas com álcool etílico potável) e a infusão ou maceração alcoólica. Após esta etapa (cerca de 5 a 20 dias), é feita a primeira filtração e a adição da solução açucarada ou xarope. Este produto é deixado em repouso (decantação) por cerca de 20 dias. Na sequência, é realizada a trasfega, sendo a borra decantada novamente filtrada e o líquido filtrado é reincorporado ao

obtido na trasfega. Finalmente, é realizada nova trasfega após 20 dias de repouso e o líquido é mais uma vez filtrado para conferir a turbidez desejada no produto final (FUNDAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 1985).

No entanto, existem variações no fluxograma do processo, inclusive registro de algumas patentes que visam, de alguma forma, melhorar a qualidade do produto final.

SURENA (1996), propõe a maceração da fruta seca ou da casca de fruta com aguardente em recipientes de vidro exposto a luz solar, para depois de filtrar este macerado completar o processamento com a adição de xarope de cana-de-açúcar.

GORINSTEIN *et al.* (1993), mostraram que a variação da proporção de frutas e solventes, da concentração de etanol e do tempo de maceração pode resultar num licor de caqui com aroma e sabor igualmente distintos. Estes autores testaram proporções (peso/volume) de fruta e solvente (1:1; 1:1,5; 1:2; 1:3), concentrações de etanol (95 e 50%v/v) e tempos de extração de 10, 20 e 30 dias.



Figura 1 – Etapas de um processo genérico de fabricação de licor de frutas

2.3 - Acerola

2.3.1 - Características do fruto

A cultura da acerola (*Malpighia puniceifolia* L. ou *Malpighia glabra* L.), no Brasil, apresenta um grande potencial principalmente devido às condições edafoclimáticas (COUCEIRO, 1986).

A acerola é encontrada em regiões de clima tipicamente tropical sendo também conhecida como *West Indian Cherry*, Cereja das Antilhas, Cereja de Barbados, Cereja de Porto Rico e Cereja do Pará entre outros nomes (QUINTEROS, 1995).

A acerola é um fruto pequeno (1 a 2,5 cm de diâmetro), pesando de 2 a 10 gramas, com formato oval ou subgloboso, de cor vermelha quando madura, de casca fina e polpa macia, succulenta e azeda. Em geral os frutos apresentam três sementes e conferem ao suco deles extraídos a cor vermelha (MATSUURA, 1994).

A aceroleira frutifica de 3 a 7 vezes por ano, levando do florescimento à maturação cerca de 22 dias. Devido à grande diversidade genética a produtividade varia de 20 a 50 kg/árvore/ano em plantios comerciais (MATSUURA, 1994).

2.3.2 - Principais constituintes nutritivos

Há muito tempo a acerola despertou o interesse de diversos pesquisadores devido ao seu elevado conteúdo de vitamina C. No entanto, poucos trabalhos foram realizados ao nível de processamento, restringindo-se à polpa, os poucos estudos existentes, embora diversos outros produtos se mostrem potenciais (doces, sorvetes e desidratados, por exemplo).

O suco de acerola apresenta alta concentração de vitamina C. De acordo com PAREEK & SHARMA (1993), o teor de vitamina C varia de 1000 a 4600 mg/100 g. O ácido ascórbico inicialmente apresenta-se em equilíbrio com o ácido dehidroascórbico, sua forma oxidada. É importante ressaltar que ambas as formas apresentam poder vitamínico.

A acerola não pode ser considerada uma boa fonte de proteínas, vitaminas do complexo B e minerais (ASENJO & MOSCOSO, 1950; MILLER *et al.*, 1961; e ROCHA, 1988). No entanto, ela representa uma fonte razoável de vitamina A com cerca de 0,61 mg de β -caroteno/100g de suco, ou 610 UI (DERSE & ELVEHJEM, 1954). Segundo CAVALCANTE (1991), esses teores chegam a 2,58 mg de β -caroteno/100g de suco, ou 2580 UI, em variedades cultivadas no Brasil.

O teor de sólidos solúveis varia de 5 a 8 graus Brix em frutos verdes a maduros, respectivamente (NOGUEIRA *et al.*, 1994). Os teores de açúcares redutores e totais determinados por CAVALCANTE (1991) foram 2,4 e 3,3, respectivamente, correspondendo a cerca de 5,7° Brix. Foi determinada a presença de sacarose e de suas formas invertidas, glicose e frutose. PAREEK &

SHARMA (1993) citam também entre as frutas não suficientemente exploradas e ricas em vitamina A a groselha (1000-5000 UI), o caqui (1710 UI), o pêssego (7300 UI), a manga (1000-4800 UI) e o damasco (2500-3600 UI).

Segundo ASENJO (1978), o teor de pectina no suco fresco de acerola é de 0,32%.

Até pouco tempo atrás as antocianinas não eram consideradas substâncias nutritivas. No entanto, estudos epidemiológicos revelaram que a chamada *dieta do Mediterrâneo*, repleta de alimentos ricos em flavonóides, estava correlacionada com o aumento da longevidade e que diminuía a incidência de doenças cardiovasculares dessas populações. A quercetina, o mais estudado dos flavonóides, tem mostrado possuir propriedades biológicas consistentes com os efeitos esperados no sistema cardiovascular. Ela e outros flavonóides estão relacionadas com reações bioquímicas que podem culminar com efeitos anti-inflamatórios, de prevenção da formação de arterioesclerose e anti-hipertensivo, entre outros benefícios (FORMICA & REGELSON, 1995).

2.3.3 - Principais alterações bioquímicas na acerola e seus mecanismos

As modificações bioquímicas que ocorrem nos frutos durante os diversos estágios de maturação são decorrentes de transformações nas substâncias pécticas, nos pigmentos e nos ácidos, principalmente (GUADARRAMA, 1984).

2.3.3.1 - Transformações nas substâncias pécticas

As frutas contêm pectina, umas mais outras menos. Esta pectina pode ser eliminada pela adição de enzimas hidrolíticas chamadas pectinases pois, o teor de pectina determinará a turbidez e a viscosidade da polpa. No caso dos licores é interessante que o produto macerado apresente pouca turbidez.

A pectina é melhor destruída se a fruta for imersa em água e for aquecida a 55°C, temperatura em que as enzimas são mais efetivas. O tratamento antes da aplicação da enzima varia de acordo com o tipo de fruta. O damasco, por exemplo, deve ser primeiro descascado para depois ser convertido numa massa com água quente em um misturador. A cereja deve ser descaroçada e depois tratada da mesma forma que o damasco. O suco das frutas do tipo *berries* é facilmente obtido pela mistura com água quente em um misturador (TRITTON, 1975).

2.3.3.2 - Transformações nos pigmentos

Um dos principais atributos dos alimentos que mais contribuem para a sua aceitação pelo consumidor é a cor.

Estudos realizados por STILLMAN (1993), ressaltaram a importância da cor em bebidas com *flavour* de frutas e de sua influência na aceitação do produto. Foi concluído, que a identificação correta pelos provadores de bebidas com *flavour* artificial de framboesa e de laranja decaiu significativamente quando as bebidas

eram incolores, e que a identificação foi igualmente facilitada quando as bebidas eram apropriadamente coloridas.

Os principais pigmentos que contribuem para a cor da acerola são os carotenóides e os antociânicos. A preservação dessas substâncias nos produtos derivados da acerola, como o licor, é considerado de suma importância.

Carotenóides

Na acerola foram identificados, além do β -caroteno, o α -caroteno, a β -criptoxantina e o fitoflueno. O β -caroteno (pró-vitamina A), no entanto, corresponde a cerca de 90% dos carotenóides totais (CAVALCANTE, 1991). Segundo este autor, os carotenóides presentes na fruta estão na forma trans e, por isso, são mais estáveis. No entanto, após o processamento os carotenóides aparecem no suco de pitanga, na forma dos isômeros cis-caroteno e cis-licopeno.

A maior causa da degradação dos carotenóides é atribuída a oxidação que, por sua vez, depende de fatores como a tensão de oxigênio, temperatura, luminosidade, acidez, presença de metais e atividade de água (CHICHESTER & MACFETTERS, 1971). Entretanto, pode ocorrer também a degradação enzimática dos carotenóides por ação de oxidases. De qualquer forma, seja qual for o mecanismo de transformação ocorrido, a isomerização da forma trans para a cis-caroteno resulta na perda do poder vitamínico e na diminuição da cor (GODOY & RODRIGUES AMAYA, 1994).

Antocianinas

As antocianinas estão fortemente associadas à cor vermelha da acerola. Sua presença na acerola foi sugerida por SANTINI Jr. & HUYKE (1956). Anos mais tarde, a presença de antocianinas na acerola foi relatada por ASENJO (1978), por evidência da existência da malvidina-5G, cujas propriedades são semelhantes às das antocianinas.

Segundo ROCHA (1988), o oxigênio é o principal responsável pela degradação das antocianinas do suco de acerola, seguido do pH, temperatura, ácido ascórbico e enzimas.

A influência do ácido ascórbico sobre a estabilidade das antocianinas foi estudada por diversos autores. SIDDIQ *et al.* (1994), demonstraram que a presença de ácido ascórbico, um componente natural do suco de ameixas, influenciou negativamente na estabilidade das antocianinas

CHAN Jr. & YAMAMOTO (1994), estudaram a cinética de decomposição térmica da antocianina em suco de acerola em presença de nitrogênio e de oxigênio e concluíram que a maior taxa de degradação da antocianina foi devida ou a uma maior instabilidade inerente aos próprios pigmentos da acerola ou a alta concentração de ácido ascórbico da fruta. Os autores concluíram ainda que as antocianinas da acerola são extremamente suscetíveis a degradação térmica especialmente em presença do oxigênio.

MORETTI (1967) e MANCHADO *et al.* (1996), também estudaram a estabilidade das antocianinas de uva e afirmaram que estes pigmentos perdem cor em decorrência da adição de SO₂, na faixa de pH de 3 a 5.

2.3.3.3 - Transformações no ácido ascórbico

O ácido ascórbico (AA), inicialmente apresenta-se em equilíbrio com o ácido dehidroascórbico (DHA), sua forma oxidada. Este, por sua vez, pode sofrer hidratação a ácido 2,3-dicetogulônico (DKA), numa reação irreversível. Na sequência, ocorre descarboxilação do DKA, com liberação de gás carbônico e conseqüente perda de vitamina C.

Há pelo menos três mecanismos de degradação da vitamina C: enzimático, não enzimático aeróbico e não enzimático anaeróbico. O primeiro mecanismo, deve-se a presença de enzimas oxidativas encontradas na própria fruta denominadas citocromo oxidase, ácido ascórbico oxidase e peroxidase (NAGY, 1980). O segundo, é decorrente da reação aeróbica não enzimática do ácido ascórbico a ácido dehidroascórbico (hidrólise) e posterior oxidação a ácido dicetogulônico e ácido oxálico. O terceiro mecanismo sugere a degradação anaeróbica do ácido ascórbico por uma série de reações químicas de hidrólise levando a formação de furfural e dióxido de carbono (LIN & AGALLOCO, citados por OLIVA, 1995).

Segundo ASENJO *et al.* (1960) a acerola madura apresenta mais ascorbase do que a verde, o que explica a redução do teor de ácido ascórbico na fruta madura.

2.4 - Problemas associados ao processamento

A preparação de licores consiste, basicamente, na mistura de álcool, açúcar, extratos de frutas, substâncias aromáticas e corantes. As principais etapas do processamento envolvem a desintegração da fruta, a sua maceração em álcool etílico, o açucaramento, a decantação e a filtração. Trata-se de um processo simples que tem no desenvolvimento de uma tecnologia apropriada para a elaboração do extrato da fruta o seu ponto mais crítico (GORINSTEIN *et al.*, 1993).

Um dos principais problemas associados ao processamento de frutas está relacionado com o desenvolvimento de microrganismos oportunistas. O despulpamento das frutas cria condições para a incorporação de microrganismos indesejáveis oriundos da própria fruta (bactérias e fungos residentes) ou do ambiente de processamento. De acordo com a portaria número 451 do MINISTÉRIO DA SAÚDE (1997), os sucos de frutas *in natura* deve conter contagem de coliformes inferior a 1 NMP/mL e de bolores e leveduras inferior a 10^2 UFC/mL, além de apresentar ausência de salmonelas em 25g.

Outro problema decorrente da etapa de desintegração da fruta visando a elaboração de um licor é a incorporação de ar ao produto. De acordo com CHICHESTER & MACFETTERS (1971), o oxigênio é um dos principais responsáveis pelas reações de degradação de corantes e de vitaminas das frutas.

A aparência do licor está intimamente associada à sua cor e turbidez. A qualidade do produto nestes atributos estão relacionada ainda à etapa de desintegração da fruta pela liberação da pectina e pela destruição de pigmentos.

BORENSTEIN (1987); AUGUSTIN *et al.* (1985); e SIDDIQ *et al.* (1994) sugeriram a adição de agentes antioxidantes na etapa de desintegração da fruta para melhor preservação dos atributos sensoriais e nutricionais D'ALMEIDA (1996) recomenda a hidrólise da pectina para obtenção de um licor com menor turbidez.

GORNSTEIN *et al.* (1993) questionaram o valor ideal da concentração de etanol e da proporção de fruta com etanol para obtenção de um licor com melhores características sensoriais. De acordo com GORNSTEIN *et al.* (1993), a maceração do caqui com etanol a 50% por 20 dias resultou num extrato alcoólico de melhor qualidade do que com etanol a 95%. Ainda no mesmo trabalho, os autores constataram que a melhor proporção a ser empregada foi de 1 para 1 (peso de fruta por volume de solvente).

Diversas reações de degradação da cor e do teor vitamínico dos sucos de frutas estão relacionadas com a ação de enzimas oxidativas. Para a redução dos problemas decorrentes da atuação enzimática foram sugeridas a exclusão do

oxigênio, a adição de antioxidantes como o dióxido de enxofre, o uso de calor e, mais recentemente o uso de alta pressão (TOCCHINI, 1985; ITOO *et al.*, 1990; SIDDIQ *et al.*, 1994; GALAZKA & LEDWARD, 1995).

2.5 – Redução do desenvolvimento microbiano

A etapa seguinte ao despulpamento da fruta para a produção de licor consiste da infusão da fruta desintegrada em álcool etílico potável. As soluções de etanol são eficientes contra o desenvolvimento de formas vegetativas dos microrganismos, embora não seja efetivo para a destruição de endosporos microbianos. A atividade microbiana dos alcoóis deve-se principalmente à sua capacidade de desnaturar proteínas e à sua ação lipolítica sobre as estruturas lipídicas da membrana celular, alterando sua permeabilidade. A aplicação de etanol pode resultar num efeito biostático ou até mesmo biocida do cultivo microbiano, dependendo da sua concentração no meio (PELCZAR Jr. *et al*, 1996).

2.6 - Redução das reações oxidativas

A principal causa da redução do teor de ácido ascórbico é a oxidação sob condições aeróbicas. A desaeração dos sucos e polpas tem sido um importante fator tecnológico para a minimização dessas perdas (TOCCHINI, 1985).

Segundo COUNSELL & HORNIG (1981) deve-se reduzir a aeração e evitar altas temperaturas, exposição à luz e a contaminantes metálicos para se obter um

produto com o maior valor nutricional possível. Estes autores afirmam, ainda, que valores de pH entre 3 e 4 são mais críticos e favorecem a degradação anaeróbica do ácido ascórbico.

2.6.1 - Uso de agentes antioxidantes

É freqüente o uso de bissulfito de sódio como agente antioxidante para evitar reações de degradação de vitaminas e carotenóides, bem como as de escurecimento com compostos fenólicos (BORENSTEIN, 1987).

O sulfito combina-se com orto-quinonas evitando a condensação destas e a polimerização até melanina. Segundo SAYAVEDRA-SOTO & MONTGOMERY citados por TANADA (1996), a utilização de sulfito a 0,04 mg/mL e pH 4, promove a inibição quase instantânea da polifenoloxidase.

Segundo SIDDIQ *et al.* (1994), foi observada uma pequena degradação de pigmentos antociânicos em suco de ameixa tratado com inibidores da polifenoloxidase (PPO) como a L-cisteína (0,5 mM) e o metabissulfito de sódio (0,5 mM). Estes autores afirmam ainda que, de acordo com os resultados obtidos, é possível a substituição do metabissulfito de sódio pela L-cisteína ou pela combinação da L-cisteína com pasteurização pelo calor, para a preservação da cor do suco de ameixa.

2.6.2 - Uso do calor

De acordo com ITOO *et al.* (1990), a retenção de ácido ascórbico foi de 88% e de 85% após aquecimento do suco de acerola por 40 minutos a 80 e 100°C, respectivamente. ROCHA (1988), relatou a ausência de unidades formadoras de colônia em suco de acerola pasteurizado a 70°C por 15 minutos.

AUGUSTIN *et al.* (1985), afirmaram que as reações de escurecimento enzimático de polpa de goiaba, devido à polifenoloxidase, foram significativamente inibidas quando submetido ao calor (75°C/ 30 minutos), proporcionando uma redução de 90% da atividade enzimática. No mesmo trabalho foram testados o metabissulfito de sódio (0,02 mM), o ácido ascórbico (0,08 mM) e o hidrocloreto de L-cisteína (0,10 mM) como agentes inibidores da polifenoloxidase. Os resultados mostraram que houve redução da atividade PPO de 94, 85 e 96%, respectivamente

2.6.3 Tratamento com alta pressão

Os resultados de pesquisas mais recentes sobre a aplicação de pressão ultra elevada (UHP) abrem grandes perspectivas para o desenvolvimento de novos processos para alimentos. O tratamento UHP independe do tamanho e da geometria das amostras tratadas e pode ser conduzido em temperatura ambiente.

O tratamento a alta pressão pode destruir formas vegetativas de diversos microrganismos e pode modificar a estrutura proteica de enzimas, modificando

seu comportamento e culminando com a sua inativação (GALAZKA & LEDWARD, 1995).

O processo com aplicação de alta pressão tem sido reportado como eficiente na inativação total de algumas enzimas em pressões superiores a 800 MPa, embora a pasteurização dos sucos requeira condições menos enérgicas de 400 a 600 MPa (GOMES & LEDWARD, 1996).

Entretanto, há de se tomar cuidado com a faixa de pressão de trabalho pois, segundo MORILD, citado por ALEMÁN *et al.* (1996), os processos com alta pressão tanto podem ativar quanto desativar a atividade enzimática.

O aumento da atividade de polifenoloxidase pela pressurização já foi citado por alguns autores. GOMES & LEDWARD (1996) afirmaram que o extrato de cogumelo exibiu um aumento acentuado na atividade PPO quando este foi submetido a 400 MPa/10 min (cerca de 140% do valor da amostra não tratada) e que mesmo a 800 MPa/10 min considerável atividade foi ainda mantida (cerca de 60%). ASAKA & HAYASHI (1991) reportaram que a atividade polifenoloxidase de pêras aumentou após ter sido submetida a tratamento com pressão de 400 Mpa/10 min, a 25 °C.

Em estudos com purê de goiaba, YEN & LIN (1996) concluíram que na faixa de 400-600 MPa, na temperatura de 25 °C, por 15 minutos as enzimas, peroxidase, polifenoloxidase e pectinesterase permanecem com 74, 63 e 76% de sua atividade inicial. No mesmo trabalho, os autores concluíram ainda que a pressurização não alterou o conteúdo inicial de ácido ascórbico do purê de goiaba.

também relataram que o tratamento a alta pressão não causa alteração no teor de ácido ascórbico de sucos cítricos.

SEYDERHELM *et al.* (1996), avaliaram o comportamento de diversas enzimas em diferentes condições e sob pressões que variaram de 0,1 a 900 MPa. Os autores verificaram que a polifenoloxidase para ser inativada necessita ser tratada a 900 MPa por 30 minutos e a 45 °C. Os autores afirmam ainda que de todas as enzimas testadas, a peroxidase e a catalase mostram-se as de maior baroestabilidade. A atividade da peroxidase, um indicador para medir a eficiência do branqueamento, ainda apresentou 90% de atividade residual após 30 minutos de tratamento a 600 MPa a 60 °C. Por fim, os autores concluíram que a inativação de enzimas por pressão depende do meio de imersão, do pH, da temperatura e do tempo de tratamento.

Segundo KLOCZKO & RADOMSKI (1996), a aplicação da pressão hidrostática não proporcionou efeitos benéficos na manutenção da qualidade de frutas e hortaliças. No entanto, os sucos recém-processados e, particularmente, aqueles mantidos sob refrigeração por 55 dias mostraram-se com melhor aroma, *flavour* e qualidade microbiológica, do que os sucos não tratados por pressurização.

2.6.4 - Outros mecanismos

O tipo de material usado nos equipamentos empregados no processamento e a própria composição química da polpa de fruta parecem determinar a estabilidade do ácido ascórbico. A presença de certos metais (ferro e cobre, por exemplo) acelera a degradação do ácido ascórbico enquanto a presença de flavonóides que reagem por complexação com metais retardam sua degradação (COUNSELL & HORNIG, 1981).

Esta afirmação reforça as observações de TIMBERLAKE citados por POLLARD & TIMBERLAKE (1971) e de MAPSON (1970) de que compostos fenólicos como a aglicona quercetina em combinação com açúcares podem formar flavonóides, que parecem também possuir efeito antioxidante.

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - Material

3.1.1 - Matérias-primas para elaboração de licor de acerola

Acerola - para a elaboração do licor foram empregadas amostras de acerola madura congelada comercializada no CEASA da cidade do Rio de Janeiro e de frutas frescas obtidas diretamente de produtores de acerola do Rio de Janeiro;

Álcool etílico potável - foi utilizado álcool de cereais (milho) a 96,5°GL;

Açúcar – foi utilizado açúcar cristalizado (4K) refinado comercial (Doçúcar) da Companhia União de Refinadores;

Água - água tratada e destilada.

Enzima Pectinex Ultra SP-L da Novo Bioindustrial do Brasil Ltda.

3.1.2 - Matérias-primas para realização da análise sensorial do licor de acerola

Polpa de acerola comercial;

Licores comerciais de cassis e de cereja;

Álcool de cereais (milho) comercial a 96,5°GL;

Licores de acerola e de retido da ultrafiltração para clarificação da polpa de acerola de diversas graduações alcoólicas (18, 24 e 30°GL), e de açúcar (200, 250 e 300 g/L).

3.1.3 - Equipamentos e embalagens

Tanques de aço inoxidável (20 L) para lavagem das frutas;

Despoldadeira piloto marca Itametal em aço inoxidável, modelo Bonina 0,25 dF, sistema de alimentação vertical, com impulsionador de eixo horizontal tipo parafuso (helicoidal), com dois raspadores lisos de polietileno na extremidade superior, capacidade de 5kg por batelada e cerca de 400 a 500 kg/h;

Freezer horizontal e câmara frigorífica para acondicionamento da matéria-prima;

Garrações de vidro âmbar de 5 litros de capacidade para preparo do licor;

Garrafas de vidro âmbar de 500 mL e de 1,0 L de capacidade para envase do produto acabado e de 50, 100 e 250.mL para acondicionamento de amostras.

3.2 - Métodos

3.2.1 – Ensaios preliminares

Foram realizados ensaios preliminares para avaliar o impacto do processamento da acerola para preparação de um licor sobre os atributos sensoriais. As etapas iniciais do processo (desintegração da fruta e maceração alcoólica da polpa de acerola) foram consideradas as que proporcionam condições mais adequadas ao desenvolvimento de alterações indesejáveis. Portanto, os ensaios preliminares consistiram da caracterização físico-química e microbiológica da polpa de acerola, da avaliação da etapa de hidrólise enzimática da polpa de acerola, da observação do efeito da adição de SO₂ (metabissulfito de sódio) à fruta despulpada imediatamente antes da adição do etanol na etapa de maceração da acerola e do estudo das alterações proporcionadas ao macerado alcoólico decorrentes da variação do teor de etanol na mistura polpa-etanol-água.

3.2.1.1 – Processamento do licor

A preparação do licor consistiu da lavagem da acerola com água potável corrente, seguido de imersão das frutas em tanque horizontal de polietileno contendo água clorada (10 ppm) e enxágue com água corrente. A seguir, a fruta foi transferida, por bateladas, para uma despulpadeira. No despulpamento, a casca e as sementes foram separadas reduzindo a quantidade de substâncias

indesejáveis como óleos e taninos, responsáveis por alterações na aparência (separação de fases) e no sabor (adstringência) da polpa, respectivamente. A fruta despulpada foi recolhida em tambores de aço inoxidável e distribuída em frascos de vidro âmbar de 5 L de capacidade. A seguir, foi procedida a adição de metabissulfito de sódio (50, 100, 200 e 300 mg/kg), a hidrólise enzimática da polpa de acerola (100 e 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C/1h) e, o álcool de milho, finalmente, foi adicionado nas concentrações de 12,5, 25, 37,5 e 50°GL. A maceração alcoólica transcorreu por 15 dias à temperatura ambiente. A seguir, o macerado foi filtrado sob vácuo, com auxílio de uma camada filtrante de diatomita, na proporção de 10g/100g de sólidos totais, e o açúcar foi adicionado sob a forma de um xarope a 65°Brix de forma a obter concentrações de 200, 250 e 300 g/L. Após novo período de decantação e uma segunda filtração, o macerado teve as concentrações de açúcar e de etanol ajustados.

A Figura 2 mostra os ensaios realizados para estabelecer as condições mais apropriadas para a desintegração da acerola e subsequente maceração com álcool, com o mínimo de perda possível de suas características sensoriais e nutricionais.

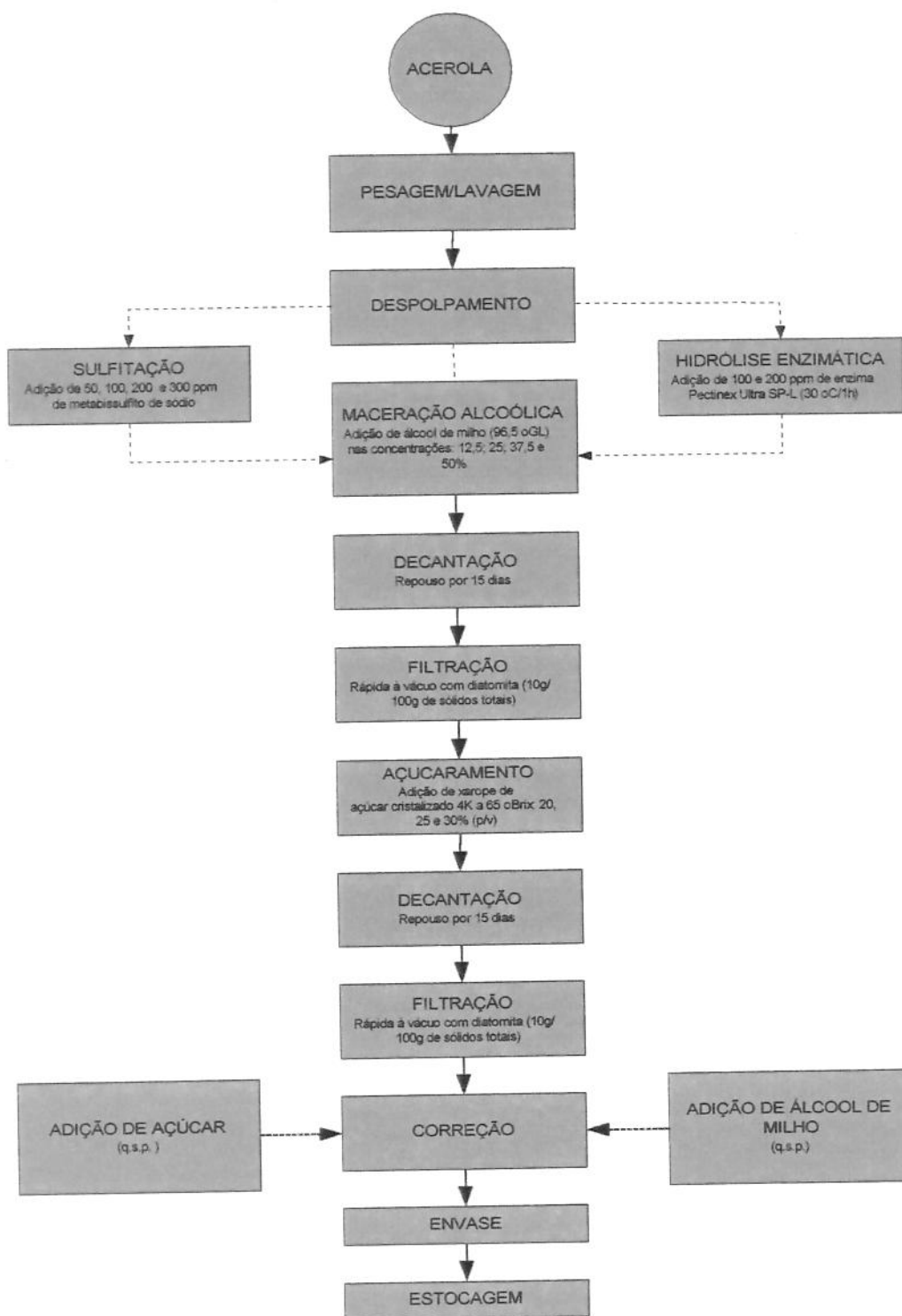


Figura 2 - Etapas do processo de fabricação do licor de acerola

3.2.1.2 - Despulpamento da acerola

A desintegração da acerola foi realizada em despulpadeira, em bateladas de 5 kg de fruta fresca. A fruta foi introduzida pela parte superior do equipamento, sendo a polpa recolhida por sua cavidade inferior, diretamente em tambores de aço inoxidável e tendo sua massa determinada.

3.2.1.3 – Hidrólise da polpa de acerola por pectinases

Na hidrólise enzimática da polpa de acerola foram testadas as concentrações de 100 e 200 mg/kg (100 e 200ppm) da enzima Pectinex Ultra SP-L (Novo Nordisk), na temperatura de 30° C, por 1 hora de incubação. Foram monitoradas as variações nos teores de carotenos e de antocianinas, na cor, na turbidez e na viscosidade.

A polpa de acerola foi aquecida em banho termostático a 30°C. Foram distribuídos 200 mL de polpa em erlenmeyers de 500 mL e a enzima foi adicionada aos frascos nas concentrações de 100 e 200 mg/kg. Os frascos foram mantidos a 30°C, por 1 hora sob agitação em *shaker* com banho termostático. O efeito da hidrólise enzimática sobre a polpa de acerola foi avaliado pela variação da cor, da turbidez e da viscosidade. A cor e a turbidez foram medidas pelo Sistema Hunter (item 3.2.3.1). A viscosidade aparente foi medida em reômetro

rotacional com sistema de cilindros concêntricos, conforme descrito no item 3.2.3.1.

3.2.2 – Ensaio complementares

Definida a melhor concentração da enzima para a realização da hidrólise enzimática da pectina da polpa de acerola nos ensaios, foram realizados experimentos complementares, ainda que preliminares, visando a avaliação das alterações decorrentes da interação da hidrólise enzimática com a concentração de etanol na etapa de maceração alcoólica para a preparação de licor (Quadro 2).

3.2.2.1 - Avaliação do efeito da interação da hidrólise enzimática da pectina com a concentração alcoólica do macerado sobre o licor de acerola

Foi estudado o efeito da interação da concentração de etanol do macerado sobre a polpa hidrolisada na etapa de maceração alcoólica. Foram determinadas as concentrações de pigmentos carotenóides e antocianicos e de vitamina C, a cor, a turbidez e a viscosidade, conforme descrito no item 3.2.3.1.

Quadro 2 – Experimentos realizados para avaliação da alteração da cor, da turbidez, da viscosidade e do teor de vitamina C da polpa de acerola na etapa de maceração em função da concentração alcoólica e da hidrólise enzimática da polpa

Amostra		Polpa de acerola (mL/100mL)	Álcool (mL/100mL)	Água (mL/100mL)
a ₁	a ₁ ²⁰⁰	50	0	50
a ₂	a ₂ ²⁰⁰	50	12,5	37,5
a ₃	a ₃ ²⁰⁰	50	25	25
a ₄	a ₄ ²⁰⁰	50	37,5	12,5
a ₅	a ₅ ²⁰⁰	50	50	0

Observação: As amostras com índice 200 foram hidrolisadas com 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C/ 1 hora.

3.2.2.2 - Efeito da adição de metabissulfito de sódio sobre o macerado alcoólico de acerola

Para verificar a influência da adição metabissulfito de sódio à polpa de acerola antecedendo a etapa de maceração alcoólica da polpa de acerola foram testadas as concentrações de 50, 100, 200 e 300 mg/kg de SO₂, pela adição de metabissulfito de sódio à polpa de acerola. As concentrações de etanol no macerado foram: 0; 12,5; 25; 37,5; e 50 mL/100mL de etanol, sendo que para completar a diluição da polpa a 50%(v/v) foi adicionada de água destilada (Quadro 3).

O parâmetro de avaliação da eficiência do tratamento foi a medida instrumental da cor da polpa imediatamente após a desintegração, depois de 15 dias de estocagem congelada e em frasco escuro (polpa sem adição de SO₂) e após 15 dias de maceração com álcool. A cor do macerado alcoólico de polpa de acerola foi medida pelo Sistema Hunter conforme descrito no item 3.2.3.1.

Quadro 3 – Experimentos realizados para avaliação da alteração de cor do macerado alcoólico de acerola

Amostra					Polpa de acerola (mL/100mL)	Álcool (mL/100mL)	Água (mL/100mL)
a ₁	a ₁ ⁵⁰	a ₁ ¹⁰⁰	a ₁ ²⁰⁰	a ₁ ³⁰⁰	50	0	50
a ₂	a ₂ ⁵⁰	a ₂ ¹⁰⁰	a ₂ ²⁰⁰	a ₂ ³⁰⁰	50	12,5	37,5
a ₃	a ₃ ⁵⁰	a ₃ ¹⁰⁰	a ₃ ²⁰⁰	a ₃ ³⁰⁰	50	25	25
a ₄	a ₄ ⁵⁰	a ₄ ¹⁰⁰	a ₄ ²⁰⁰	a ₄ ³⁰⁰	50	37,5	12,5
a ₅	a ₅ ⁵⁰	a ₅ ¹⁰⁰	a ₅ ²⁰⁰	a ₅ ³⁰⁰	50	50	0

Observação: As amostras com índices 50, 100, 200 e 300 foram adicionadas de 50, 100, 200 e 300 mg/kg de SO₂, sob a forma de metabissulfito de sódio, respectivamente

3.2.3 – Ensaios finais

Os ensaios finais tiveram por objetivo estudar as variáveis controláveis do processo de elaboração do licor de acerola. Foram consideradas variáveis controláveis as concentrações de etanol e de açúcar. Portanto, para estudar o

efeito da interação destas variáveis, foram testadas as concentrações de etanol de 18, 24 e 30% mL/100mL e de açúcar de 200, 250 e 300 g/L. Estes valores estão entre aqueles mais recomendados na literatura para licores de frutas frescas (TRITTON, 1975; AQUARONE *et al.*, 1983; INSTITUTO DE TECNOLOGIA E PESQUISAS DE SERGIPE, 1984; FUNDAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO, 1985; GORINSTEIN *et al.*, 1993).

Foram monitoradas as concentrações de carotenos, de antocianinas e de vitamina C da polpa de acerola durante o processamento e do licor de acerola ao longo de 60 dias de armazenamento do produto acabado, à temperatura ambiente. Os resultados do tempo zero correspondem as características da polpa de acerola *in natura*, os resultados do tempo 15 dias correspondem as características do macerado alcoólico ao final da etapa de maceração, os resultados do tempo 45 dias correspondem as características do licor acabado e os resultados dos tempos 75 e 105 as características do produto armazenado. As determinações foram realizadas nos licores formulados com concentrações alcoólicas de 18, 24 e 30°GL e de açúcar de 200, 250 e 300g/L.

O delineamento experimental realizado correspondeu a um modelo fatorial completo com duas variáveis controladas (concentrações de etanol e de açúcar), estudadas em três níveis cada. Portanto foram formulados 9 licores em duplicata. Nesses licores foram realizadas análises físico-químicas, microbiológicas e sensoriais.

3.2.3.1 – Análises físico-químicas

Acidez total titulável - segundo o método da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1997), número 942.15, capítulo 37.1.37. Os resultados foram expressos em mg/100g de ácido málico.

Pectina - pelo método qualitativo para determinação de presença de pectina, por precipitação com álcool acidificado, de acordo com SCHEWEIZERISCHE FERMENT AG. (1984).

Sacarose, glicose e frutose - por cromatografia líquida de alta performance (HPLC), segundo o método descrito por FOLKES & TAYLOR citados por MACRAE (1988). Os resultados foram expressos em mg/100g.

Sólidos totais - pelo método da ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1997) número 920.151, item 37.1.12. Os resultados foram expressos em mg/100g.

Dióxido de enxofre - pelo método de Monier-Williams modificado por SHIPTON citado por PEARSON (1970).

pH - foi determinado em potenciômetro Metronal E-120, com calibração feita em soluções-padrão de pH 7,0 e 4,0 (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Sólidos solúveis - por leitura direta em refratômetro Bellingham and Stanley Limited (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985).

Densidade - pela utilização do densímetro digital DMA 48 de fabricação da AP PAAR, que determina a densidade de líquidos e de gases pela medição eletrônica do período de oscilação do sistema. O resultado foi informado com quatro casas decimais com um erro associado de $\pm 0,0001 \text{ g/cm}^3$.

Viscosidade aparente - de acordo com BALTES (1990), a viscosidade aparente foi determinada, a 20°C, em reômetro rotacional com sistema de cilindros concêntricos RHEOMAT-30, acoplado a um programador REOSCAN 100, ambos da marca CONTRAVES, e a um registrador gráfico RW series/ modelo 83, da RIKADENKI.

Análise instrumental de cor e de turbidez - foi realizada pela medida da transmitância, realizada no S&M Colour Computer, modelo SM-4-CH, com abertura de 30 mm de diâmetro, pela determinação dos valores Hunter de luminosidade (L), intensidade de vermelho (a), intensidade de amarelo (b), e da turbidez (*haze*), segundo FERREIRA (1981) e SILVA (1973). Os parâmetros de cor medidos em relação à placa de Petri (L=100,01; a=0,04; b=0,03) foram: L=luminosidade (0 – preto; 100 – branco); a= -80 a 0 (verde) e 0 a +100 (vermelho); b= -100 a 0 (azul) e 0 a +70 (amarelo); ΔE = diferença total de cor $[(\Delta L^2 + \Delta a^2 + \Delta b^2)]^{1/2}$; *haze* = turbidez (medida pela relação entre a transmissão relativa difusa e a transmissão total).

Carotenos totais – determinados de acordo com o método descrito por TAKAHASHI (1987).

Vitamina C (ácido ascórbico) – determinada por HPLC segundo VAN NIEKERK citado por MACRAE (1988)

Minerais - determinados por HPLC de acordo com a ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS (1997).

3.2.3.2 – Análises Microbiológicas

Foi verificada a presença de salmonelas e foram realizadas contagens de mesófilos totais, de leveduras e bolores, e de coliformes totais e fecais, segundo SPECK (1984).

3.2.3.3 – Análise sensorial do licor

A análise sensorial dos licores de acerola foi realizada visando estabelecer uma combinação açúcar/etanol mais adequada segundo avaliação de provadores treinados. Além disso, foi realizado um levantamento dos principais atributos sensoriais dos licores de acerola pela análise descritiva quantitativa (ADQ).

a) Seleção de provadores

A seleção de provadores foi realizada por meio de teste triangular para 25 empregados, da Embrapa Agroindústria de Alimentos, de ambos os sexos. O objetivo foi selecionar provadores com sensibilidade para diferenciação de aroma e sabor alcoólicos. Na primeira fase do processo de seleção foram provadas seis

combinações possíveis de amostras de álcool de cereais com diferentes graduações alcoólicas (para aroma: amostras A = 44,4^oGL e D = 24,4^oGL; para sabor: amostras A = 17,0^oGL e D = 12,0^oGL).

As pessoas selecionadas passaram para a segunda etapa do processo de seleção, onde foram utilizadas outras diluições do mesmo álcool de cereais (para aroma: amostras B = 30,0^oGL e C = 10,0^oGL; para sabor: amostras B = 17,0^oGL e C = 12,0^oGL). Essa segunda etapa ocorreu porque, os candidatos estavam com dificuldade para diferenciar o aroma das amostras, provavelmente devido ao seu elevado teor alcoólico.

b) Desenvolvimento da terminologia sensorial

O desenvolvimento da terminologia sensorial foi realizada em prova aberta quando cada provador apresentou os atributos referentes às amostras de licores comerciais e de acerola. Para agrupar os termos relacionados foi aplicada uma escala de similaridade de 4 pontos (3 = grande similaridade, 2 = regular similaridade, 1 = pequena similaridade, 0 = nenhuma similaridade). Foram somente agrupados os termos que apresentaram 3 e 2 de similaridade.

Foram selecionados, ainda em prova aberta, os termos que melhor expressavam cada grupo de atributos e que passaram a compor a ficha definitiva.

c) Treinamento dos provadores

O treinamento dos provadores foi realizado com as amostras em estudo ou induzidas e com amostras comerciais de outras frutas (cassis e cereja), uma vez que não foi encontrada marca comercial de licor de acerola. Inicialmente foram apresentados, para cada atributo, duas amostras representando os extremos de cada escala. Em seguida, foram provadas duas amostras correspondendo a pontos intermediários da escala. Em cada sessão foram treinados os atributos de aroma, consistência e sabor.

Terminado o treinamento dos extremos das escalas para todos os atributos os provadores receberam uma amostra, em cabine, para que determinassem a intensidade de cada atributo nas escalas utilizadas.

d) Avaliação do desempenho da equipe

A eficácia do treinamento foi verificada pela avaliação de duas espécies de produto: licores de acerola e licores de retido da ultrafiltração para clarificação do suco de acerola, com graduações alcoólicas e de açúcares intermediárias aos extremos das escalas. Cada provador recebeu o mesmo bloco de amostras por duas vezes, ou seja, as mesmas amostras foram servidas para os mesmos provadores, com o objetivo de se constatar a ocorrência ou não de repetibilidade (manutenção de um mesmo padrão de comportamento para cada amostra), e para validar os resultados.

e) Avaliação dos licores de acerola

Os testes definitivos foram aplicados em cabines individuais do laboratório de Análise Sensorial da Embrapa Agroindústria de Alimentos – RJ, sob iluminação vermelha. As amostras foram servidas em xícaras de porcelana branca para avaliação dos atributos de aroma, consistência e sabor, e em taças de vidro transparente para a avaliação do atributo de aparência. As amostras foram codificadas com números aleatórios de três dígitos. Entre uma amostra e outra foi servida, aos provadores, água à temperatura ambiente e biscoito de água para limpeza do palato.

Análise descritiva quantitativa –ADQ

Inicialmente, foi empregado o método sensorial de Análise Descritiva Quantitativa –ADQ - (STONE *et al.*, 1974), nos nove licores, utilizando-se escala não estruturada de 10cm, onde o valor 1 correspondeu ao fraco e o valor 9 ao forte, conforme a ficha em anexo (Apêndice A). Para cada atributo os valores foram obtidos medindo-se a distância da extremidade esquerda da escala (zero) até a marca assinalada pelo provador. A equipe de provadores previamente treinada passou, então, a avaliar os principais atributos de qualidade dos licores (MEILGAARD *et al.*, 1987).

Teste de preferência

Com o objetivo de determinar se existia preferência entre licores de acerola com diferentes concentrações de álcool e açúcar, foi realizado, um teste de

preferência simples com 51 consumidores (25 homens e 26 mulheres) escolhidos aleatoriamente. Foi utilizada escala hedônica de 7 pontos, variando de 1 (desgostei muito) até 7 (gostei muito). Foram provadas nove amostras de licores de acerola com características diferenciais no teor de etanol e de açúcar (bloco I: amostra A = 18°GL / 20% de açúcar, amostra B = 18°GL / 25% de açúcar, amostra C = 18°GL / 30% de açúcar; bloco II: amostra D = 24°GL / 20% de açúcar, amostra E = 24°GL / 25% de açúcar, amostra F = 24°GL / 30% de açúcar; bloco III: amostra G = 30°GL / 20% de açúcar, amostra H = 30°GL / 25% de açúcar, amostra I = 30°GL / 30% de açúcar).

As amostras foram servidas à temperatura ambiente, em copos plásticos de 50mL, contendo 20mL de licor, codificados com números aleatórios de três dígitos e apresentadas aos consumidores de forma balanceada e aleatória. Entre uma amostra e outra, o provador limpava o palato com água destilada à temperatura ambiente e com biscoito água.

3.2.3.4— Análise dos resultados

Os experimentos dos ensaios preliminares foram realizados em triplicata com duas repetições. Os resultados foram comparados pelo teste *t* de Student no nível de 5% de significância (SPIEGEL, 1993).

O tratamento dos resultados obtidos nos ensaios complementares foi realizado por análises de variâncias (ANOVA), estatísticas descritivas e

exploratórias, comparações de médias, obtenção de matriz de correlações de Spearman e teoria de sistemas e distribuições conjuntas (ANDERSON & McCLEAN, 1974; DIGGLE, 1981). Foi utilizado o programa (software) *Statgraphics* (MANUGISTICS, 1993).

Os resultados dos ensaios finais foram tratados pela técnica de comparação de médias pelo teste *t* de Student no nível de 5% de significância. Os dados obtidos no teste de preferência bem como as notas de todos os atributos do ADQ foram analisados através da ANOVA e as médias comparadas através do teste de *Tukey* generalizado ao nível de 5% (GOMES, 1977). A configuração da Análise Descritiva Quantitativa (QDA) contendo os atributos sensoriais avaliados foi constituída de linhas radiais, considerando-se o ponto central como sendo o zero e o outro extremo como sendo o valor dez. cada atributo foi representado por uma linha radial e, nesta, cada ponto representou a intensidade média de cada atributo.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 – Ensaios preliminares

4.1.1 – Despolpamento da acerola e caracterização da polpa

O rendimento médio do processo de despolpamento foi de 73,8%, ou seja, 3,7 kg de polpa por 5 kg de acerola (Tabela 1). Este resultado foi a média de 9 bateladas de 5 kg de acerola fresca e, embora tenha sido obtido em um equipamento de escala piloto, encontra-se dentro da faixa citada na literatura para frutas em geral: 60 a 70% em polpa de acerola (ROCHA, 1988); e 65% em suco de caju (TELLES *et al.*, 1975).

Tabela 1 - Rendimento do despolpamento da acerola na despoldadeira piloto Bonina 0,25 dF da Itametal

Número de bateladas	Massa de acerola (kg/batelada)	Massa de polpa (kg/batelada)	Rendimento (%)
9	5,1 ± 0,2	3,7 ± 0,3	73,7 ± 3,9

Para caracterização da polpa de acerola foram realizadas determinações físico-químicas e microbiológicas. Os resultados apresentados nas Tabelas 2, 3 e

4 são as médias de 2 experimentos tendo sido cada análise realizada em triplicata.

Tabela 2 – Caracterização físico-química da polpa de acerola

Determinações	Polpa de acerola
Sólidos solúveis (graus Brix)	5,00 ± 0,11
Sólidos totais (g/100g)	5,52 ± 0,08
Açúcares redutores totais (g/100g)	3,09 ± 0,05
Açúcares totais (g/100g)	3,28 ± 0,05
pH	3,35 ± 0,10
Acidez (g ácido málico/L)	1,10 ± 0,03
Densidade (g/cm ³)	1,03 ± 0,01
Viscosidade aparente (mPa.s)	50,89 ± 2,82
Cálcio (mg/100g)	4,85 ± 0,47
Ferro (mg/100g)	<0,01
Fósforo (mg/100g)	12,34 ± 0,96
Magnésio (mg/100g)	8,97 ± 0,43
Potássio (mg/100g)	116,80 ± 3,31
Sódio (mg/100g)	4,90 ± 0,34
Carotenóides (mg/kg)	5,39 ± 0,41
Antocianinas (mg de malvidina 3G/100g)	2,38 ± 0,31
Vitamina C (mg/100g)	1054,0 ± 88,9

As determinações físico-químicas apresentadas na Tabela 2 mostraram ser a polpa de acerola um produto de elevada acidez, com densidade próxima a da água, pouco viscoso, com baixo teor de minerais e rico em vitamina C. Estes resultados estão de acordo com MILLER *et al.* (1961), COUCEIRO (1986) e ROCHA (1988) e comprovaram ser a acerola uma excelente fonte de vitamina C e uma fonte razoável de pró-vitamina A, considerando que cerca de 90% dos carotenóides da acerola sejam β - caroteno (MATSUURA, 1994).

A análise instrumental de cor (Tabela 3) foi realizada para ser utilizada como um referencial para avaliação rápida das alterações na aparência do produto decorrente do processamento da polpa de acerola para a elaboração do licor.

Tabela 3 – Análise instrumental de cor da polpa de acerola pelo Sistema Hunter de medida

Determinações	Polpa de acerola
Luminosidade (L)	58,16 ± 5,40
Cor vermelha (a)	11,21 ± 1,39
Cor amarela (b)	30,41 ± 4,48
Variação total de cor (Delta E)	52,92 ± 4,92
Turbidez (<i>haze</i>)	70,65 ± 4,17

A portaria nº 451, de 19/09/1997 do Ministério da Saúde determina que os sucos de fruta que não sofreram tratamento térmico não devem apresentar um número mais provável de coliformes superior a 1/mL, uma contagem de bolores e leveduras não superior a 10^2 UFC/mL e ausência de salmonelas em 25g de produto. Os resultados da Tabela 4 mostraram que a contagem padrão em placas e a contagem de bolores e leveduras foram elevadas mas estiveram na ordem de grandeza (10^2). Esta contagem não foi considerada impeditiva para o uso da polpa de acerola para a elaboração de licor uma vez que ela não seria consumida diretamente, *in natura*, e que o etanol a ser adicionado na etapa de maceração alcoólica para a elaboração do licor poderia agir como um agente inibidor do desenvolvimento destes microrganismos.

Tabela 4 – Análise microbiológica da polpa de acerola

Determinações	Polpa de acerola
Contagem padrão em placa (UFC/g)	$(8,3 \pm 6,8) \times 10^2$
Bolores e leveduras (UFC/g)	$(1,7 \pm 0,9) \times 10^2$
Coliformes totais (NMP/g)	<3
Coliformes fecais (NMP/g)	<3
Salmonelas	ausente em 25g

4.1.2 – Hidrólise enzimática da polpa de acerola

Os ensaios preliminares de hidrólise enzimática da polpa de acerola tiveram por objetivo avaliar o efeito da concentração da enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C/1h, sobre a cor, o teor de carotenos e de antocianinas, a turbidez e a viscosidade aparente da polpa de acerola antes da etapa de maceração alcoólica visando a preparação do licor.

4.1.2.1 – Efeito da concentração de enzima sobre a cor da polpa de acerola hidrolisada

A Figura 3 mostrou ainda que houve aumento de 86,5% e 100,3% na luminosidade (L) dos hidrolisados com 100 e com 200 mg/kg de enzima, respectivamente, quando comparados à polpa de acerola *in natura*. Porém, a

variação da luminosidade entre os hidrolisados não apresentou diferença significativa ao nível de 5% pelo teste *t* de Student.

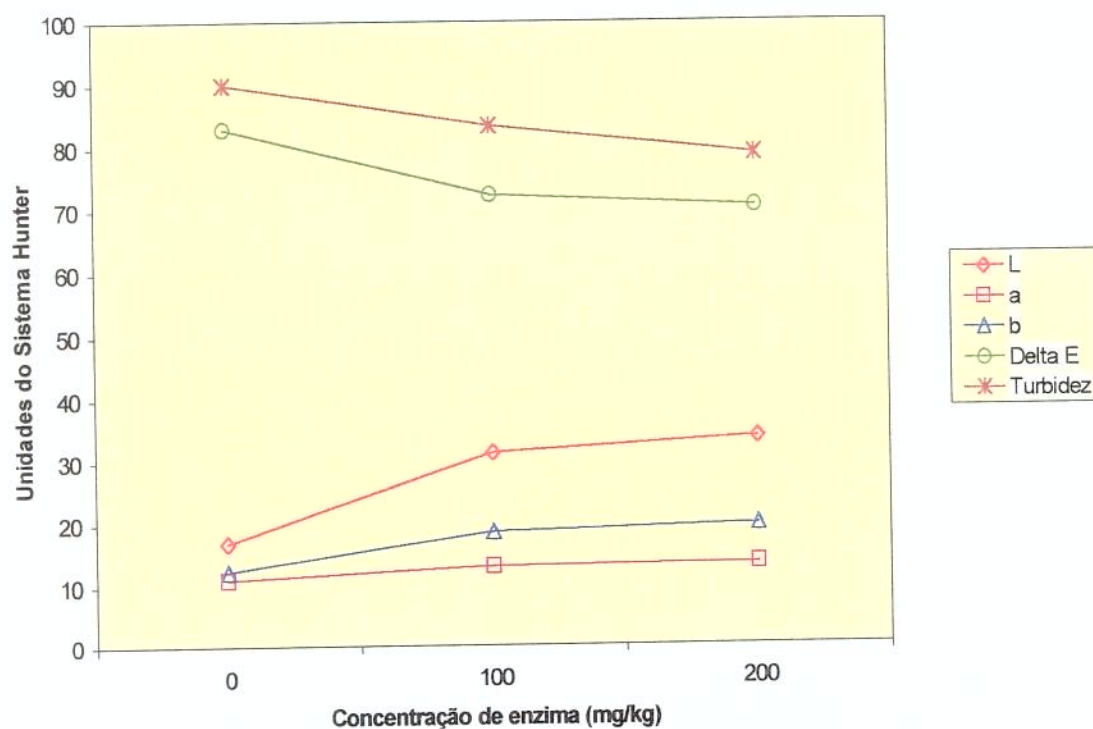


Figura 3 – Variação da cor, medida pelo Sistema Hunter, da polpa de acerola hidrolisada com 100 e 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C por 1 hora.

Houve aumento de 20,1% e de 23,2% na intensidade da cor vermelha (a) nos hidrolisados com 100 e com 200 mg/kg de enzima, respectivamente, e aumento de 52,0% e de 60,8% na intensidade da cor amarela (b) nos respectivos hidrolisados comparativamente à polpa de acerola *in natura*. A análise de variância desses resultados mostrou ter havido variação significativa ao nível de

5% de probabilidade, entre os hidrolisados com 100 e com 200 mg/kg de enzima somente na intensidade de cor amarela (b).

Houve variação total de cor (Delta E) da polpa hidrolisada nas duas concentrações de enzima, com relação à amostra não hidrolisada (Figura 3). Entretanto, não houve diferença significativa da variação total de cor ao nível de 5% de probabilidade entre os hidrolisados com 100 e 200 mg/kg de enzima.

A Figura 3 mostra que houve redução percentual da turbidez da polpa de acerola de 7,3% para a concentração de enzima de 100 mg/kg e de 12,4% para a concentração de 200 mg/kg, respectivamente. Portanto, foi importante promover a hidrólise enzimática da pectina da polpa nas condições de 30°C/ 1 hora, com uma concentração de enzima Pectinex Ultra SP-L de 200 mg/kg, para reduzir a turbidez da polpa de acerola.

O fato de ter havido alteração de cor entre a polpa de acerola e a polpa hidrolisada tanto com 100 mg/kg quanto com 200 mg/kg de enzima confirmou a influência da hidrólise enzimática da pectina da polpa sobre a cor do hidrolisado. Embora tenha ocorrido variações significativas entre os hidrolisados de acerola com 100 e com 200 mg/kg nos atributos de cor amarela (b) e turbidez, pode-se afirmar que a perda de qualidade de cor do hidrolisado não está tão relacionada com a concentração de enzima empregada na hidrólise quanto está relacionada com o binômio tempo/temperatura de hidrólise e exposição ao oxigênio.

As alterações mais expressivas ocorreram entre a turbidez dos hidrolisados com 100 e com 200 mg/kg de enzima. Portanto, para todos os demais

experimentos de hidrólise enzimática da polpa de acerola foi recomendada a concentração de 200 mg/kg, por ter sido considerada a redução de turbidez do licor de acerola um acontecimento desejável.

4.1.2.2 – Efeito da concentração de enzima sobre o teor de carotenos e de antocianinas da polpa de acerola hidrolisada

Não houve variação significativa no nível 0,05 de significância nos teores de carotenos e de antocianinas, decorrente da hidrólise enzimática da polpa de acerola com 100 e com 200 mg/kg de pectinase, nas condições em que foram realizados estes ensaios (Figura 4).

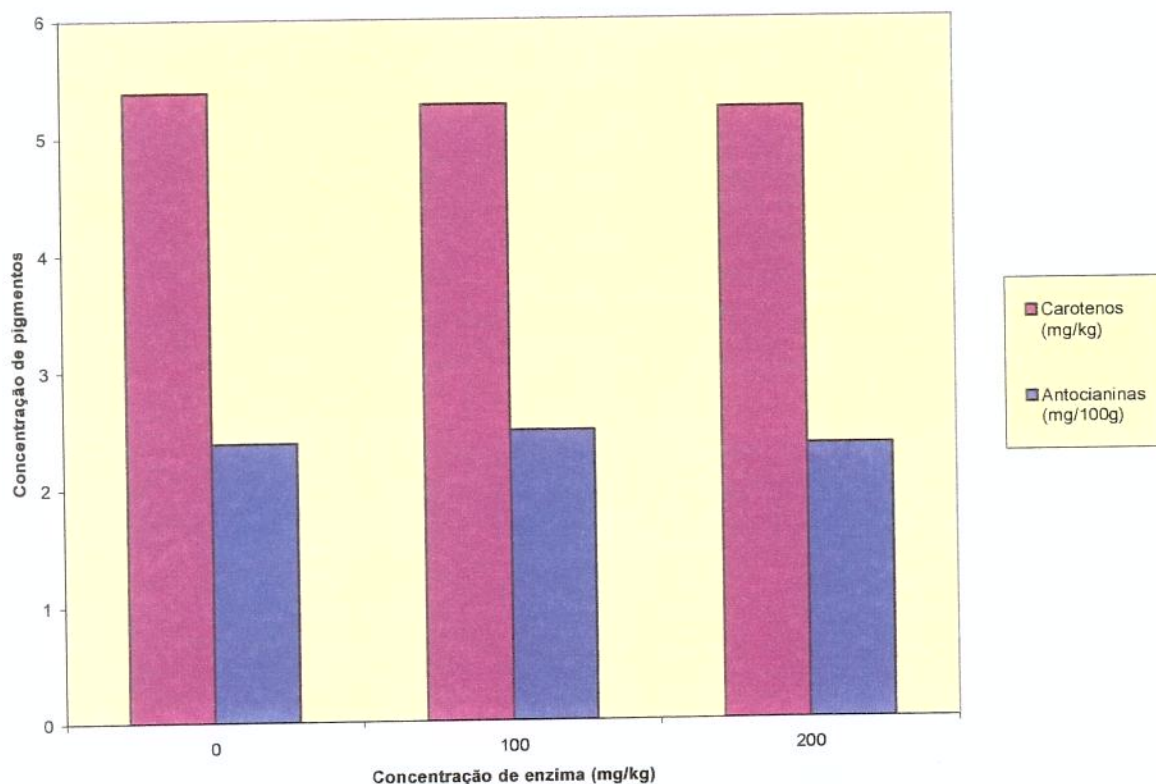


Figura 4. - Variação das concentrações de carotenos e de antocianinas da polpa de acerola hidrolisada com 100 e 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C por 1 hora.

4.1.2.3 – Efeito da concentração da enzima sobre a viscosidade aparente e a turbidez da polpa de acerola hidrolisada

Os experimentos realizados para avaliação da influência da concentração da enzima sobre a viscosidade aparente e a turbidez do hidrolisado da polpa de acerola mostraram ter havido, em média, redução da viscosidade aparente de

57,5% e da turbidez de 7,3%, para a concentração de enzima de 100 mg/kg. Na concentração de 200 mg/kg de pectinases a viscosidade aparente foi reduzida em 62,0% e a turbidez em 12,4% (Figura 5).

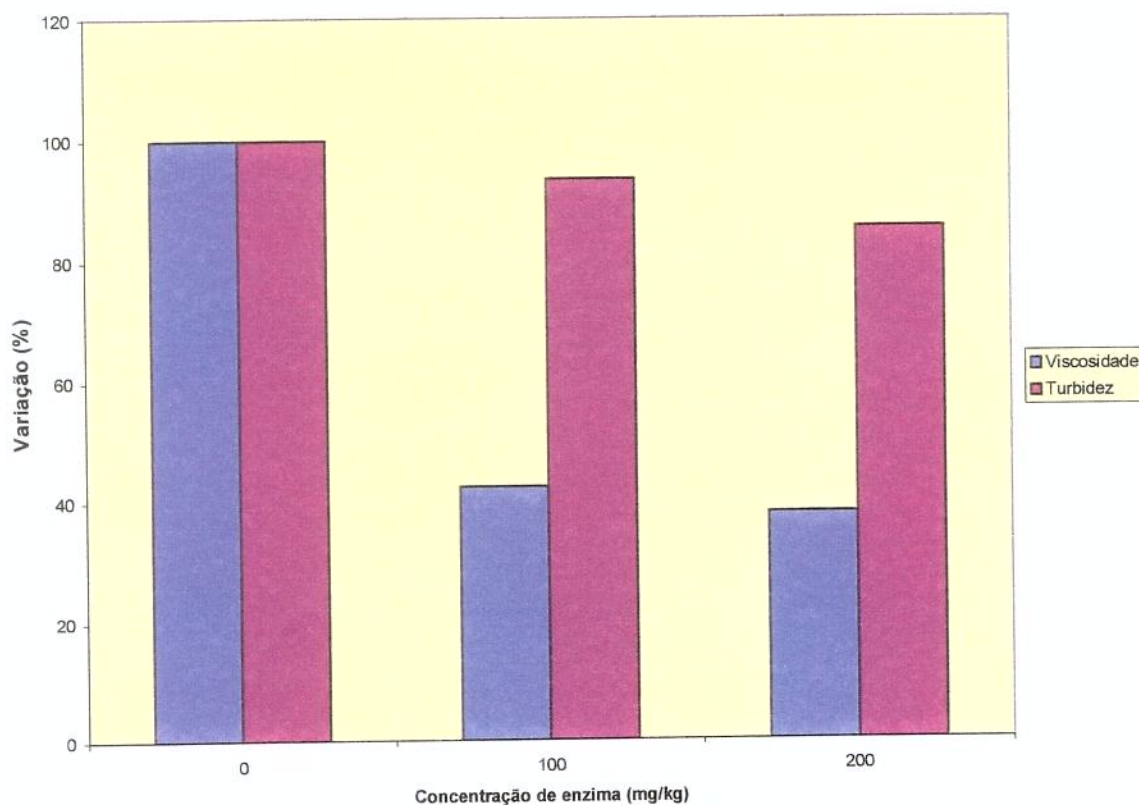


Figura 5 – Redução percentual da viscosidade aparente e da turbidez da polpa de acerola hidrolisada com 100 e 200 mg/kg da enzima Pectinex Ultra SP-L a 30°C/1h

A redução da viscosidade aparente nos macerados, em valores absolutos, foi bem maior do que a redução da turbidez, para as duas concentrações de enzimas testadas. Porém a diferença percentual entre as viscosidades aparentes dos hidrolisados com 100 mg/kg e com 200 mg/kg de pectinases não foi significativa no nível de 5% de probabilidade, pelo teste *t* de Student.

No que diz respeito à turbidez, o percentual de redução foi significativamente maior para a hidrólise com 200 mg/kg de pectinases (12,4%), contra 7,3% na polpa hidrolisada com 100 mg/kg de enzima.

Estes resultados confirmaram a importância da realização da hidrólise enzimática da pectina para reduzir a turbidez de sucos de frutas. No entanto, é importante considerar que para determinados produtos, como o licor, a consistência é considerada um atributo importante e que, geralmente, encontra-se associada com a viscosidade aparente do produto. A hidrólise da polpa de acerola pela enzima Pectinex Ultra SP-L reduziu a sua turbidez mas promoveu uma redução da viscosidade aparente do licor muito mais expressiva. Neste caso, o melhoramento de um atributo de qualidade, menor turbidez, implicou na perda de qualidade em outro atributo também importante, menor viscosidade aparente. Por este motivo, pode não ser recomendável a hidrólise enzimática da polpa de acerola para a preparação de um licor.

4.2 – Ensaios complementares

Para verificar o efeito da interação da hidrólise enzimática da polpa de acerola com a concentração de etanol utilizada na etapa de maceração alcoólica, foram realizados os experimentos complementares cujos resultados estarão sendo discutidos a seguir. Nestes experimentos foi utilizada a concentração de 200mg/kg da enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C/1h, por ter sido aquela que proporcionou maior redução da turbidez da polpa de acerola.

4.2.1 - Efeito da concentração de etanol sobre a cor do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases

A adição de álcool etílico à polpa de acerola fez variar todos os parâmetros de cor e de turbidez, medidos pelo Sistema Hunter, evidenciando que o etanol alterou a qualidade de cor da polpa durante a sua maceração.

A Figura 6 mostra que a luminosidade (L) do macerado foi progressivamente aumentada em consequência da adição do etanol à polpa de acerola na faixa de 12,5 a 37,5 mL/100mL. Houve também aumento da luminosidade foram adicionados 12,5 e 25 mL/100mL de etanol à polpa hidrolisada. Entretanto, quando foram adicionadas concentrações de etanol superiores a 25 mL/100mL a luminosidade da polpa hidrolisada foi reduzida. O aumento da luminosidade do macerado alcoólico esteve associada com a redução da turbidez. Estes resultados mostram que a luminosidade e a turbidez da polpa

de acerola foram significativamente alteradas quando foram usadas concentrações de etanol mais elevadas na etapa de maceração. O efeito do aumento da concentração alcoólica sobrepôs-se ao efeito da hidrólise enzimática.

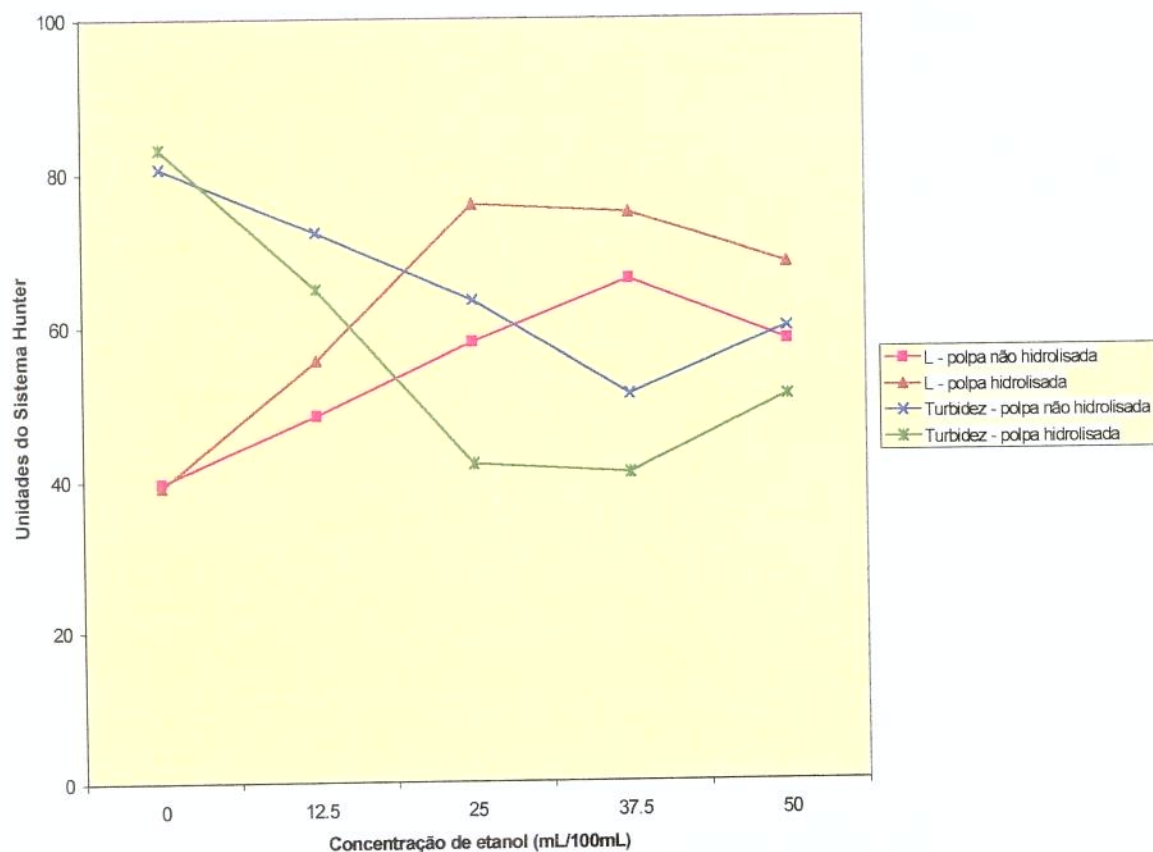


Figura 6 – Variação da luminosidade (L) e da turbidez (haze) do macerado alcoólico da polpa de acerola hidrolisada com 200 mg/kg de enzima e com o teor alcoólico.

A Figura 7 mostra que não houve diferença expressiva na intensidade da cor vermelha (a) dos macerados alcoólicos hidrolisado e não hidrolisado em qualquer uma das concentrações de etanol testada. No entanto, houve aumento da intensidade da cor vermelha (a) quando a concentração alcoólica do macerado foi superior a 25 mL/100mL. A intensidade da cor amarela (b), variou entre os macerados em função da hidrólise enzimática somente até a concentração alcoólica de 12,5 mL/100mL. À partir de 25 mL/100mL de etanol os dois macerados apresentaram o mesmo comportamento, até a concentração de 50 mL/100mL de etanol. A Figura 7 permite ainda verificar que na faixa de 25 a 50 mL/100mL de etanol não houve variação total de cor (Delta E) entre o macerado hidrolisado e não hidrolisado.

O comportamento das amostras que continham 37,5 e 50 mL/100mL de etanol foi diferente do previsto em relação aquelas com concentrações inferiores. Nestas concentrações de etanol houve aumento nos valores da intensidade da cor vermelha (a) da cor amarela (b), demonstrando ter havido maior extração de pigmentos vermelhos e amarelos nestas concentrações alcoólicas. Como consequência da interação dos valores elevados de intensidade de cor vermelha (a) e de cor amarela (b) a tonalidade das amostras contendo 37,5 e 50mL/100mL de etanol foi mais escura do que a dos demais macerados, quase marrom.

Este resultado encontrou-se de acordo com GORINSTEIN *et al.* (1993) que concluíram ser a proporção 1:1 (polpa de fruta:álcool) aquela que mais favoreceu a extração dos principais solúveis do caqui, quando comparada a proporções contendo menores teores alcoólicos.

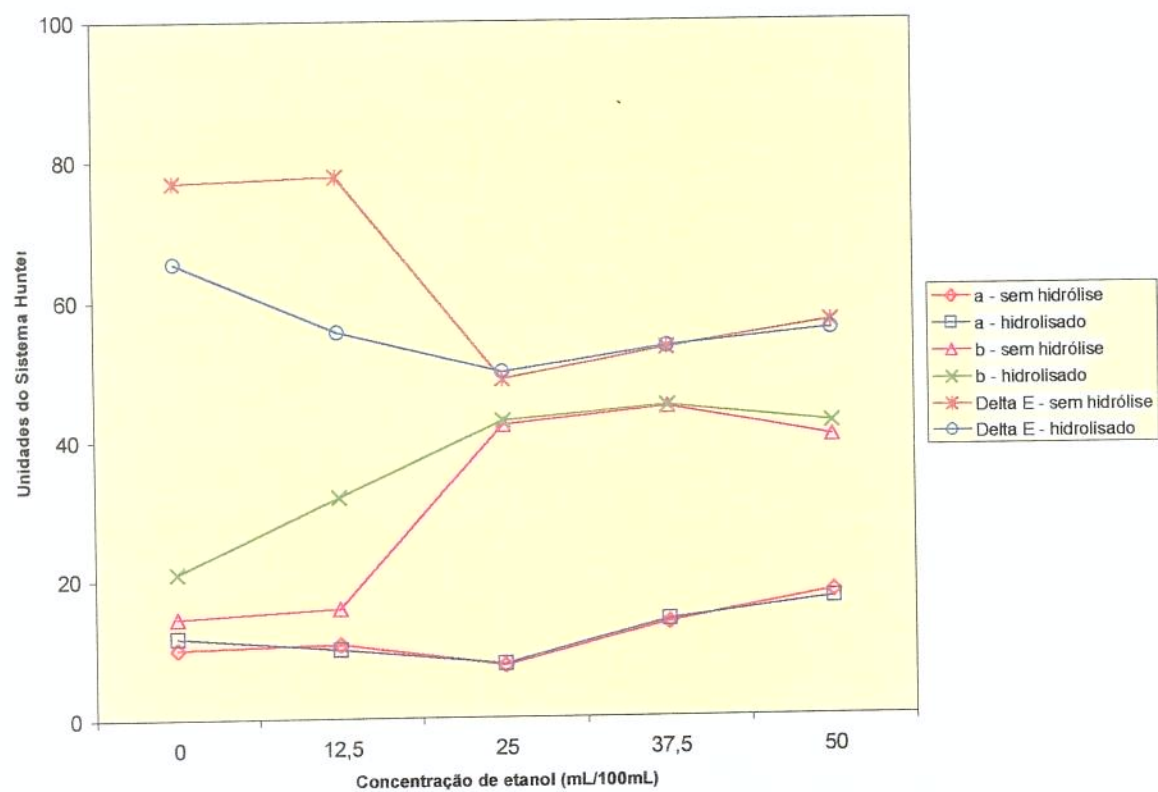


Figura 7 – Variação total de cor (Delta E) e da intensidade de cor vermelha (a) e de cor amarela (b) do macerado de acerola hidrolisado com 200 mg/kg de enzima e com o teor alcoólico.

4.2.2 - Efeito da concentração de etanol sobre as concentrações de carotenos e de antocianinas do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases

A Figura 8 mostrou que a adição de mistura hidroalcoólica à polpa de acerola não hidrolisada diluída, que continha 2,66 mg de carotenos/kg, promoveu progressiva extração de carotenos atingindo um valor máximo na concentração de 37,5 mL/100mL de etanol (4,49 mg de carotenos/kg). Na concentração de 50mL/100mL de etanol o teor de carotenos no macerado não hidrolisado diminuiu para 2,63 mg/kg, valor próximo ao inicial da polpa diluída.

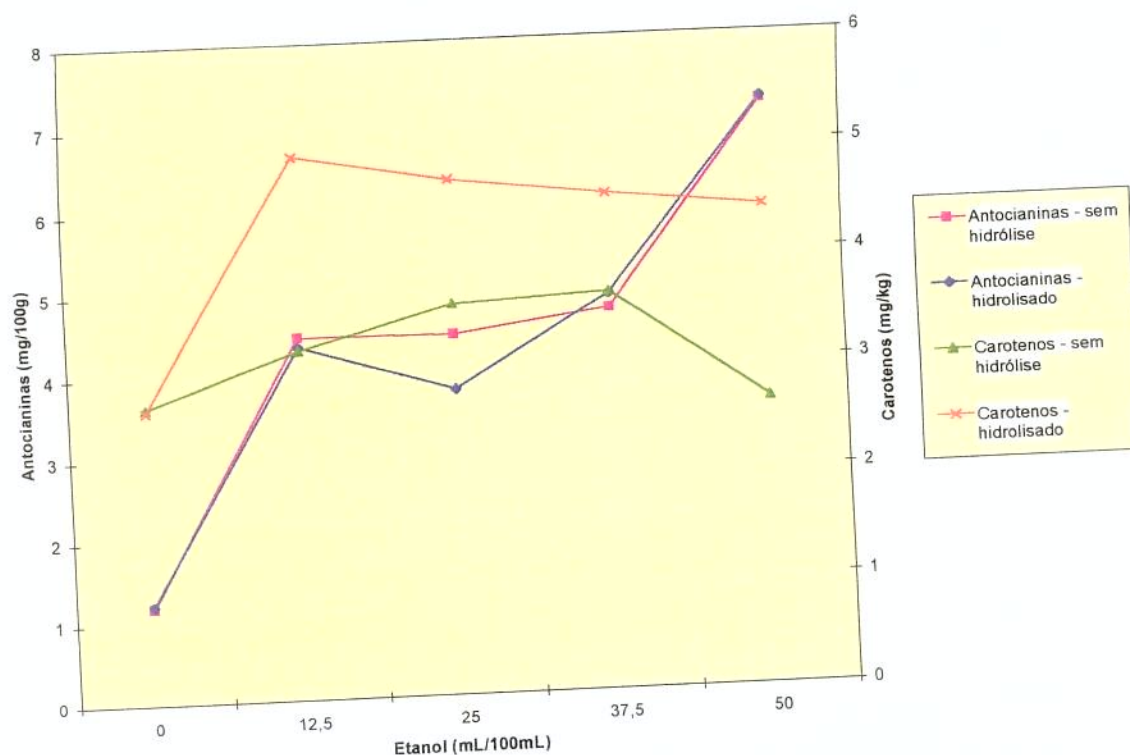


Figura 8 - Variação do teor de carotenos e de antocianinas no macerado de acerola hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases e com o aumento do teor alcoólico.

A hidrólise enzimática da polpa de acerola aumentou a solubilização dos carotenos para a fase hidroalcoólica que continha 12,5 e 25 mL/100mL de etanol, atingindo os valores máximos de 4,92 e 4,69 mg de carotenos/kg, respectivamente. O teor de carotenos foi reduzido quando a concentração de etanol foi elevada para 37,5 e 50mL/100mL.

O comportamento das curvas plotadas na Figura 8 mostrou também que a hidrólise enzimática da polpa de acerola não chegou a influenciar a solubilização das antocianinas na etapa de maceração alcoólica, em todas as concentrações de etanol testadas. No entanto, a adição de etanol promoveu um aumento do teor de antocianinas da ordem de 3,8 vezes, passando de 1,19 para 4,65 mg/100 g nos macerados não hidrolisados. O aumento da concentração alcoólica para 50 mL/100mL de etanol aumentou o teor de antocianinas que atingiu o valor máximo de 7,15 mg/100 g, independente da prévia hidrólise enzimática da polpa de acerola. Este valor foi cerca de 6 vezes superior ao inicial.

O aumento da extração de pigmentos pelo aumento da concentração de etanol no macerado da fruta está de acordo com GORINSTEIN *et al.* (1993) que obteve resultado semelhante na extração dos principais solúveis do caqui, na etapa de maceração alcoólica, da preparação de um licor foi maior quando foi utilizada uma proporção de 1:1 de polpa de fruta com álcool potável.

4.2.3 - Efeito da concentração de etanol sobre a turbidez do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases

A Figura 9 mostra que a turbidez do macerado alcoólico não hidrolisado (97,16) foi reduzida para 94,84 devido a diluição 1:1 com água destilada. Não houve diferença significativa ao nível de 5% de significância pela análise de variância entre a turbidez da polpa de acerola contendo 12,5 mL/100mL de etanol (94,44) e a polpa diluída com água destilada a 50mL/100mL. No entanto, a turbidez foi reduzida praticamente à metade (44,42 e 42,97) quando foram adicionados 25 e 37,5 mL/100mL de etanol à polpa de acerola, respectivamente. Na concentração de 50 mL/100mL de etanol a turbidez teve seu valor novamente aumentado para 55,94. O etanol em elevadas concentrações (50 mL/100mL) aumentou a estabilidade das partículas em suspensão na etapa de maceração alcoólica, provocando um efeito inverso ao desejado para a elaboração do licor de acerola.

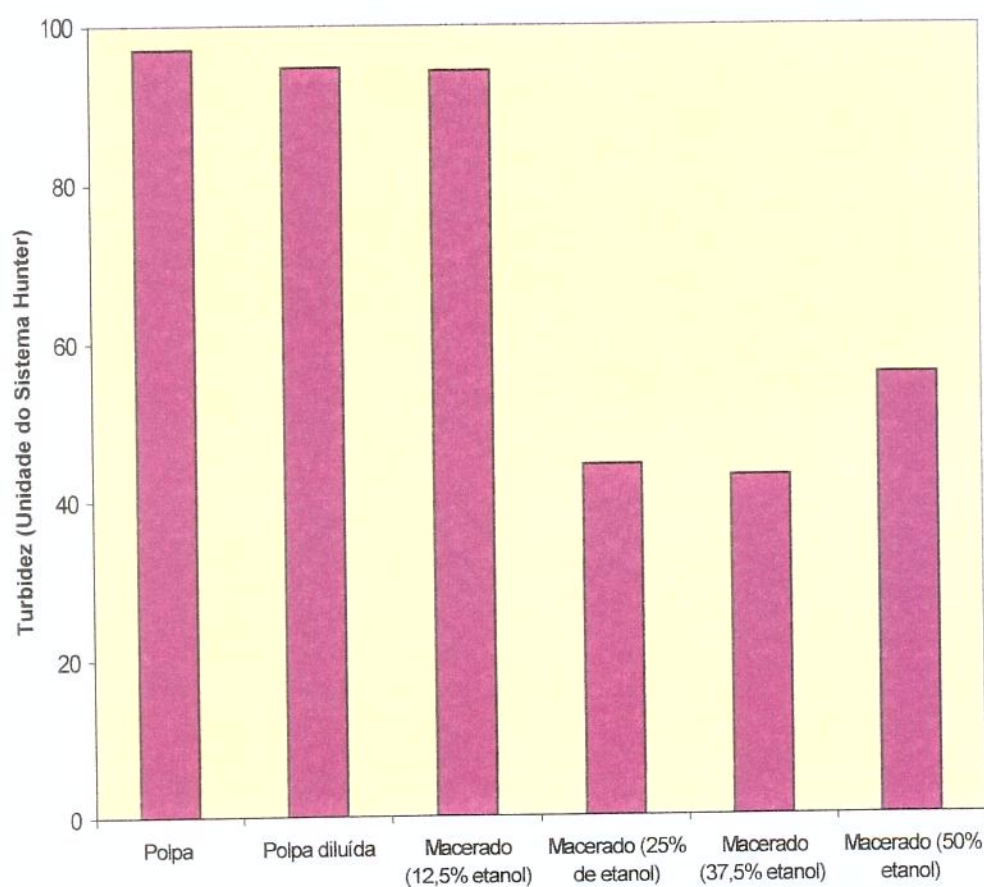


Figura 9 - Variação da turbidez do macerado de acerola em função da diluição e da concentração de etanol (mL/100mL)

Como pode ser visto na Figura 10 com a adição de 12,5 mL/100mL de etanol à polpa de acerola hidrolisada diluída sua turbidez foi reduzida de 81,59 para 64,96. O aumento da concentração alcoólica no macerado para 25 e 37,5mL/100mL de etanol reduziu a turbidez para 42,00 e 40,90, respectivamente. A elevação da concentração alcoólica do macerado para 50 mL/100mL de etanol aumentou a turbidez para 50,63.

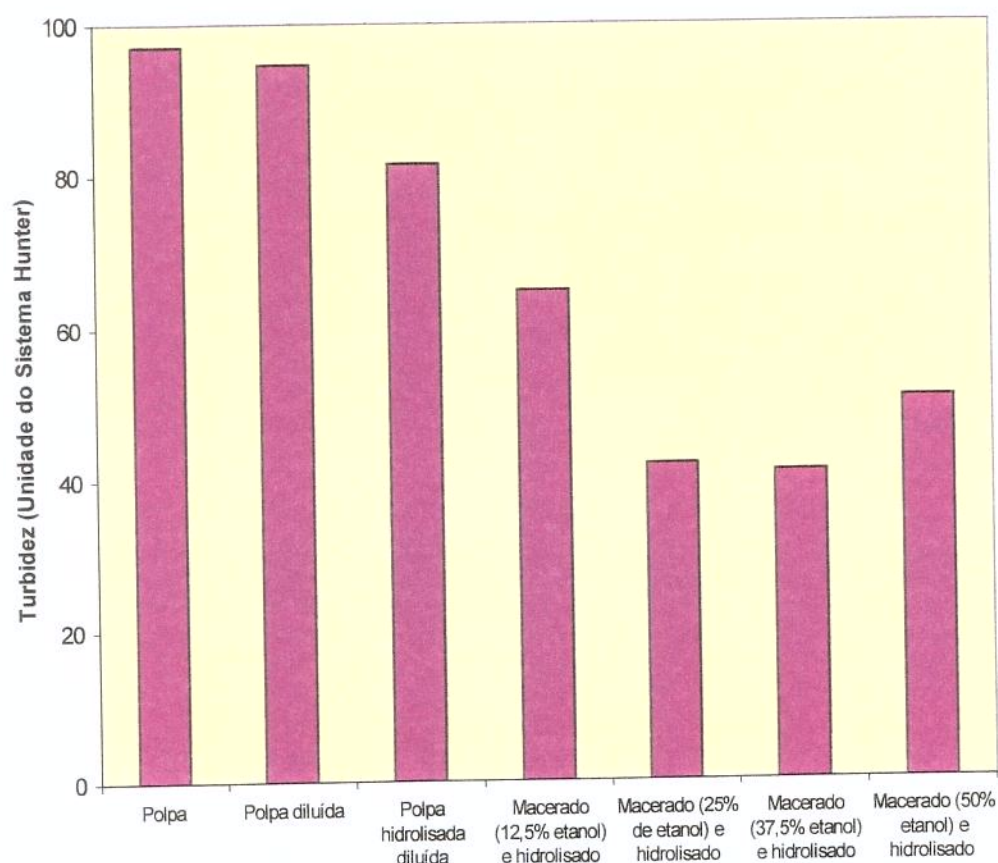


Figura 10 - Variação da turbidez do macerado de acerola hidrolisado com 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C/1h, em função da diluição e da concentração de etanol

A turbidez do macerado alcoólico da polpa hidrolisada foi significativamente reduzida mesmo em baixas concentrações de etanol. O macerado da polpa hidrolisada contendo 12,5 mL/100mL de etanol teve a turbidez reduzida em 31,2% quando comparado com o macerado não hidrolisado na mesma concentração de etanol (Figuras 9 e 10). Estes resultados permitem recomendar a realização da hidrólise enzimática da pectina da polpa de acerola quando se desejar preparar macerados com baixos teores alcoólicos e que seja visado exclusivamente a redução da turbidez do produto final.

Nas concentrações de 25 e 37,5 mL/100mL de etanol não houve diferença significativa, no nível de 5% de probabilidade pelo teste *t* de Student, entre a turbidez do macerados alcoólicos hidrolisados e não hidrolisados. Houve redução da turbidez desses macerados alcoólicos em cerca de 50% quando comparados com a amostra de referência (polpa de acerola diluída com 50 mL/100mL de água. Na concentração de 50 mL/100mL de etanol os macerados apresentaram elevação da turbidez quando comparados com os macerados, hidrolisados ou não, que continham 25 e 37,5 mL/100mL de etanol.

Portanto, o efeito da adição do etanol sobre a estabilidade das partículas em suspensão na polpa de acerola foi maior do que o efeito resultante da ação de enzimas pectinolíticas sobre esta mesma polpa, para teores de etanol na faixa de 25 a 50 mL/100mL. Estes resultados mostraram ser desnecessária a etapa de hidrólise enzimática da polpa de acerola, na concentração de 200 mg/kg de Pectinex Ultra SP-L, quando o objetivo esperado for a redução da turbidez do macerado alcoólico na faixa de 25 a 50 mL/100mL de etanol. Além disso, a faixa de concentração alcoólica de 25 e 37,5 mL/100mL foi a que proporcionou maior redução da turbidez dos macerados de polpa de acerola.

4.2.4 – Efeito da concentração de etanol sobre a viscosidade aparente do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases

A Figura 11 mostra que a diluição da polpa de acerola com água a 50mL/100mL reduziu a viscosidade aparente de 83,60 para 16,08 mPa.s. A maceração da polpa com etanol a 12,5 mL/100mL não alterou significativamente sua viscosidade (16,10 mPa.s). A viscosidade do macerado somente foi alterado após a adição de 25 mL/100mL de etanol quando a viscosidade foi aumentada em cerca de 36% comparativamente à polpa de acerola diluída. A viscosidade se manteve praticamente constante nos macerados contendo 25 a 50 mL/100mL de etanol.

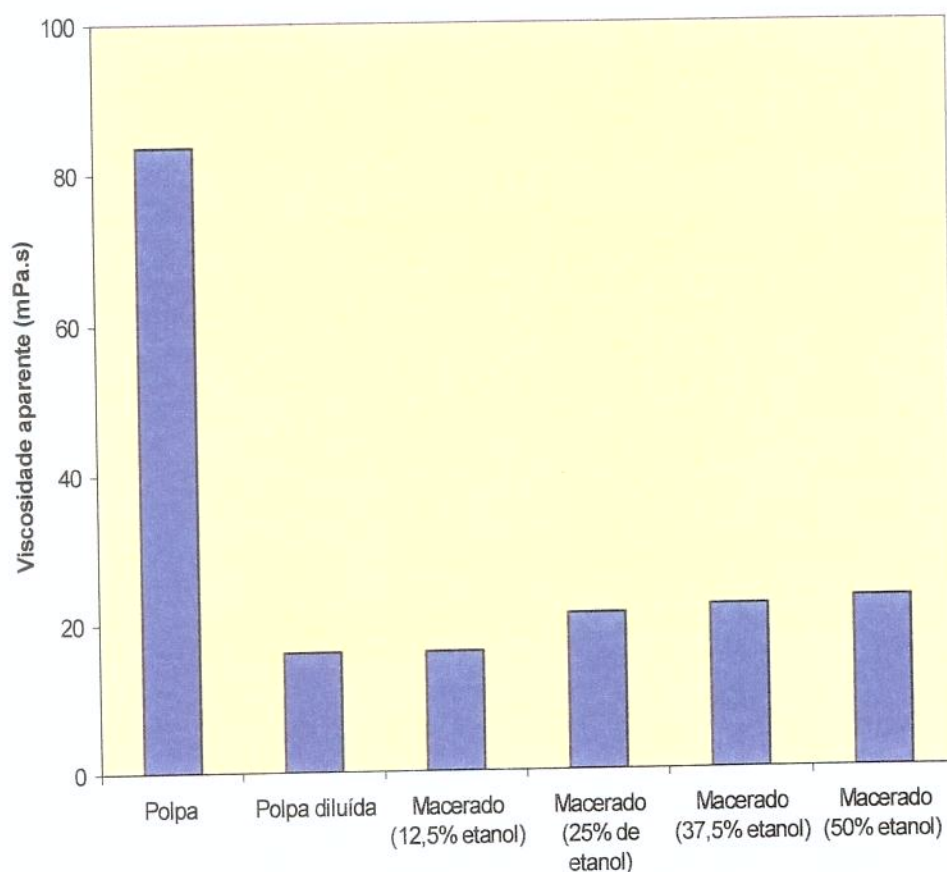


Figura 11 - Variação percentual da viscosidade aparente ($\gamma = 245,30 \text{ s}^{-1}$), a 20°C , do macerado de acerola em função da diluição e da concentração de etanol

A Figura 12 mostra que com a adição de 12,5 mL/100mL de etanol à polpa de acerola hidrolisada foi obtida uma viscosidade no macerado de 12,89mPa.s, o que corresponde a uma redução de 22,2% na viscosidade, quando comparada à polpa diluída não hidrolisada (16,08 mPa.s). À partir deste teor alcoólico, a viscosidade aumentou com a elevação da concentração de etanol no macerado. Foram obtidos valores de 14,93, 17,98 e 21,07 mPa.s nas concentrações de etanol de 25,0, 37,5 e 50 mL/100mL, respectivamente. A viscosidade dos macerados alcoólicos previamente hidrolisados foi menor do que a dos macerados

não hidrolisados nas mesmas concentrações de etanol (Figuras 11 e 12). Portanto, para a preparação de licor de acerola a maceração com teores de etanol na faixa de 25 a 50 mL/100mL foi a que apresentou maior viscosidade aparente.

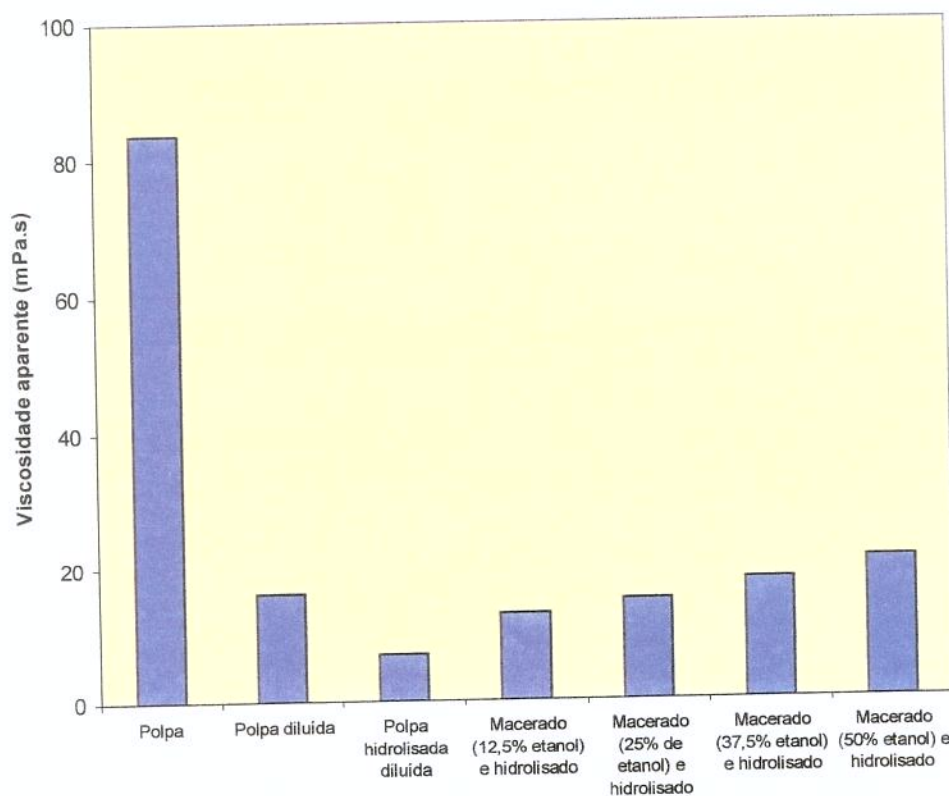


Figura 12 - Variação percentual da viscosidade aparente ($\gamma = 245,30 \text{ s}^{-1}$), a 20°C, do macerado de acerola hidrolisado com 200 mg/kg de enzima Pectinex Ultra SP-L, a 30°C/1h, em função da diluição e da concentração de etanol

A polpa de acerola e suas diluições comportaram-se como um fluido pseudoplástico para as diversas taxas de deformação testadas, como pode ser visto na Figura 13.

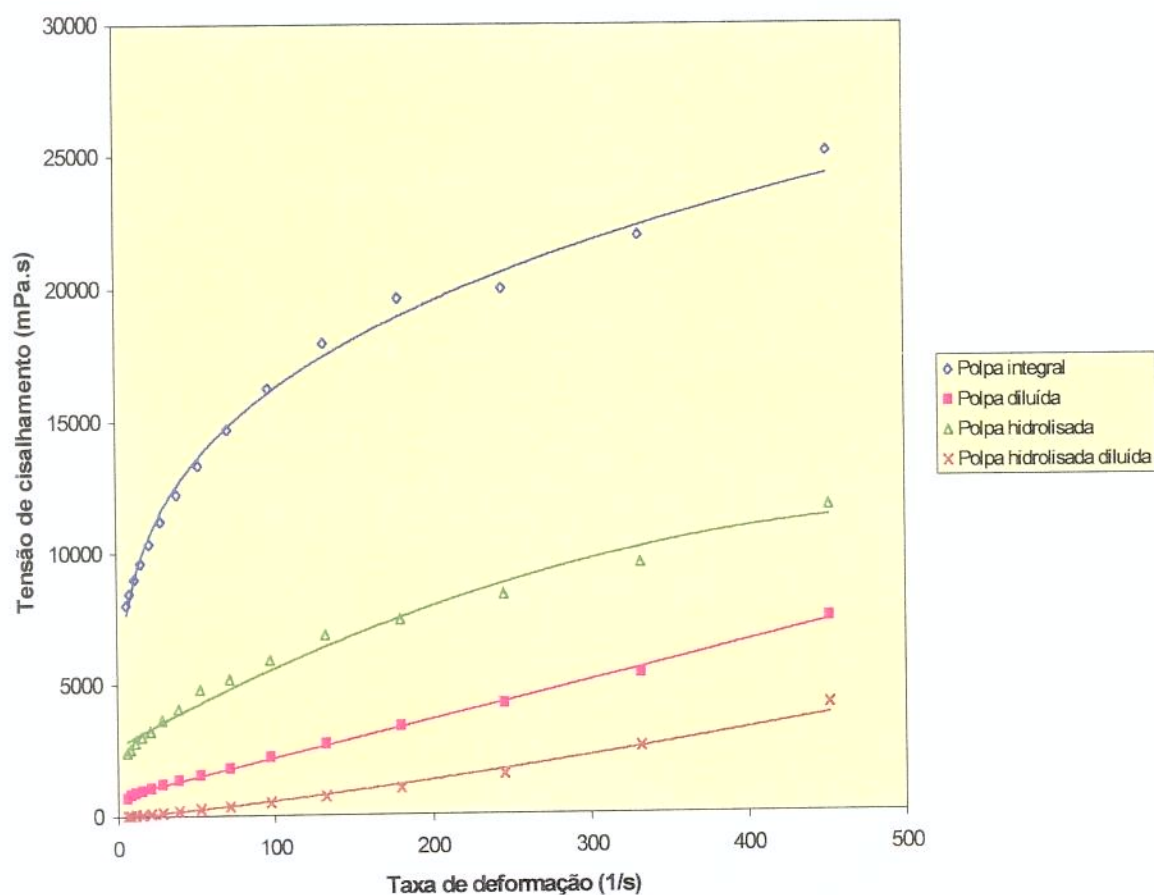


Figura 13 – Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação da polpa de acerola, a 20 °C, em função da diluição e da hidrólise enzimática ($\gamma=245,30 \text{ s}^{-1}$)

A polpa hidrolisada diluída e suas diluições com etanol e água comportaram-se como fluidos pseudoplásticos. Nas Figuras 14 e 15 pode ser visto que a adição de diluente hidroalcoólico aumentou a viscosidade da polpa de acerola diluída mesmo após a hidrólise enzimática parcial da pectina.

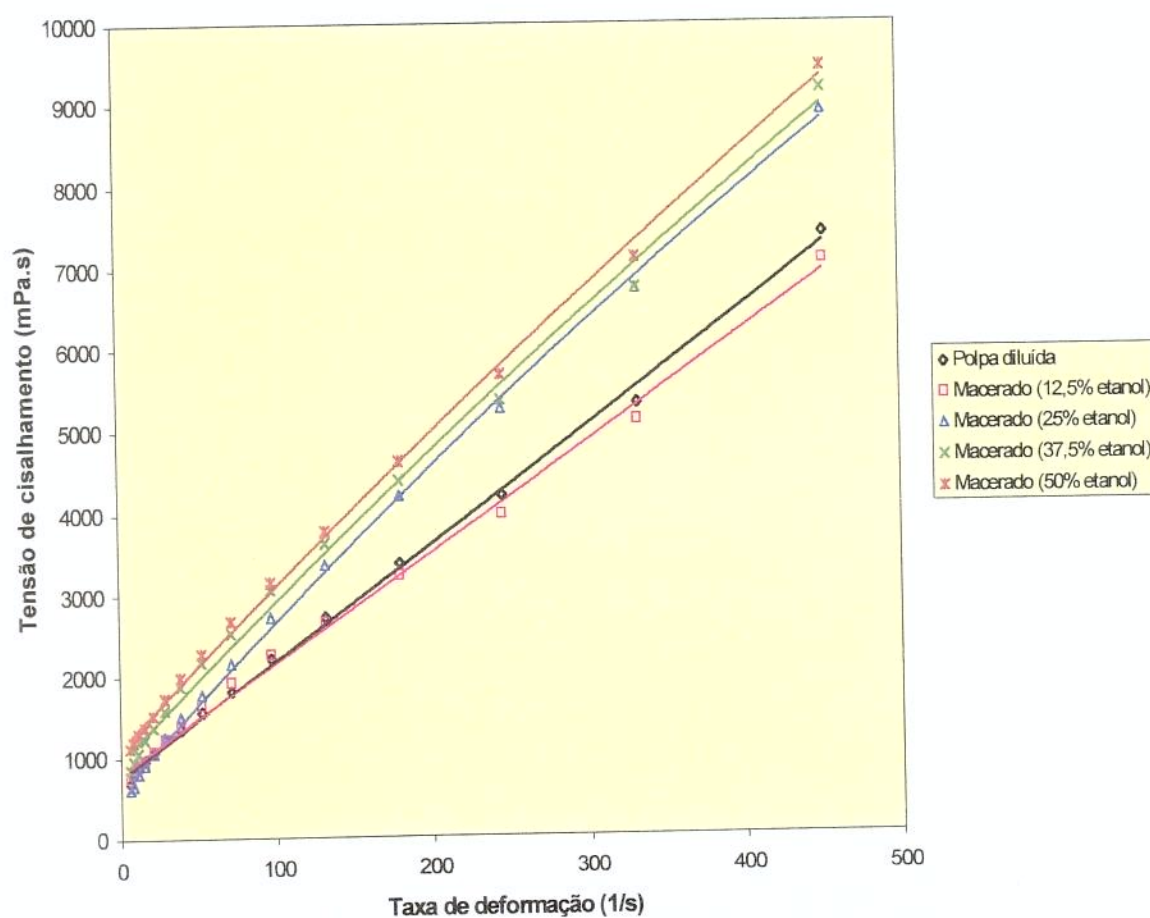


Figura 14 – Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação da polpa de acerola, a 20 °C, em função da diluição, da hidrólise enzimática e da concentração de etanol ($\gamma = 245,30 \text{ s}^{-1}$)

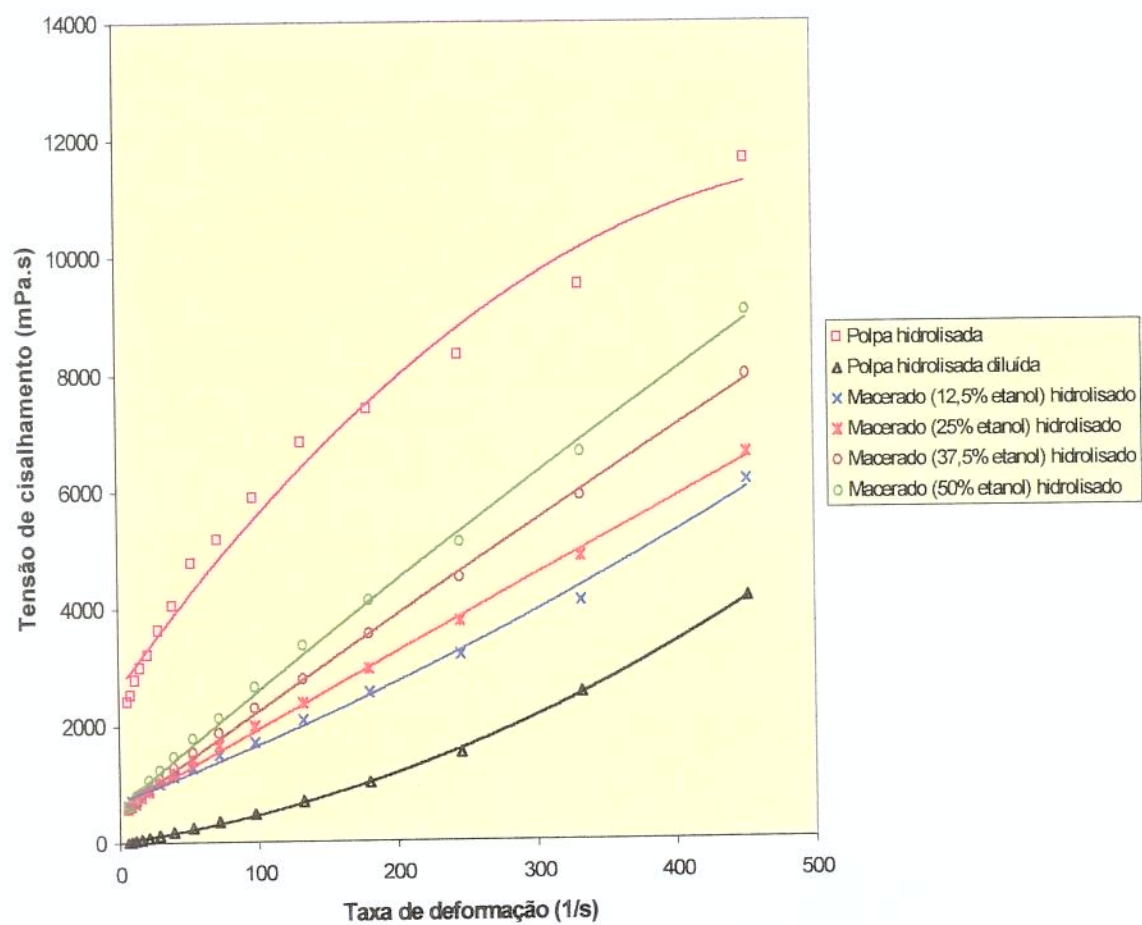


Figura 15 – Relação entre a tensão de cisalhamento e a taxa de deformação do macerado de acerola em função da hidrólise enzimática e da concentração de etanol ($\gamma = 245,30 \text{ s}^{-1}$)

4.2.5 - Efeito da concentração de etanol sobre o teor de vitamina C do macerado de acerola e do macerado hidrolisado com 200 mg/kg de pectinases

Os resultados da Tabela 5 mostram que a medida que a concentração de etanol foi aumentada houve progressiva redução do teor de vitamina C do macerado alcoólico de acerola quando comparada à polpa de acerola diluída. A perda de vitamina C variou de 2 a 7,5% nas concentrações de 12,5 a 50 mL/100mL de etanol, respectivamente.

Tabela 5 – Variação do teor de vitamina C no macerado de acerola em função da concentração de etanol e da hidrólise enzimática da polpa

Amostra	Vitamina C (mg/100g)	Variação do teor de vitamina C em relação à polpa de acerola diluída (%)
Polpa de acerola diluída	550,4 +/- 8,1	-
Macerado alcoólico (12,5mL/100mL)	539,4 +/- 2,2	2,0
Macerado alcoólico (25mL/100mL)	530,4 +/- 2,5	3,6
Macerado alcoólico (37,5mL/100mL)	513,8 +/- 9,4	6,6
Macerado alcoólico (50mL/100mL)	508,9 +/- 4,5	7,5
Macerado alcoólico hidrolisado (12,5mL/100mL)	531,7 +/- 8,0	3,4
Macerado alcoólico hidrolisado (25mL/100mL)	524,2 +/- 7,2	4,8
Macerado alcoólico hidrolisado (37,5mL/100mL)	514,4 +/- 3,6	6,5
Macerado alcoólico hidrolisado (50mL/100mL)	509,0 +/- 4,8	7,5

O efeito da hidrólise enzimática da polpa de acerola, sobre o teor de vitamina C, somente foi significativo, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste *t* de Student, sobre os macerados com concentrações de 12,5 e 25 mL/100mL de etanol, quando comparado aos macerados alcoólicos não-hidrolisados nas respectivas concentrações de etanol. Nas concentrações de 37,5 e de 50 mL/100mL de etanol o efeito do álcool foi mais significativo do que o dos demais fatores envolvidos no processo de hidrólise enzimática (Figura 16).

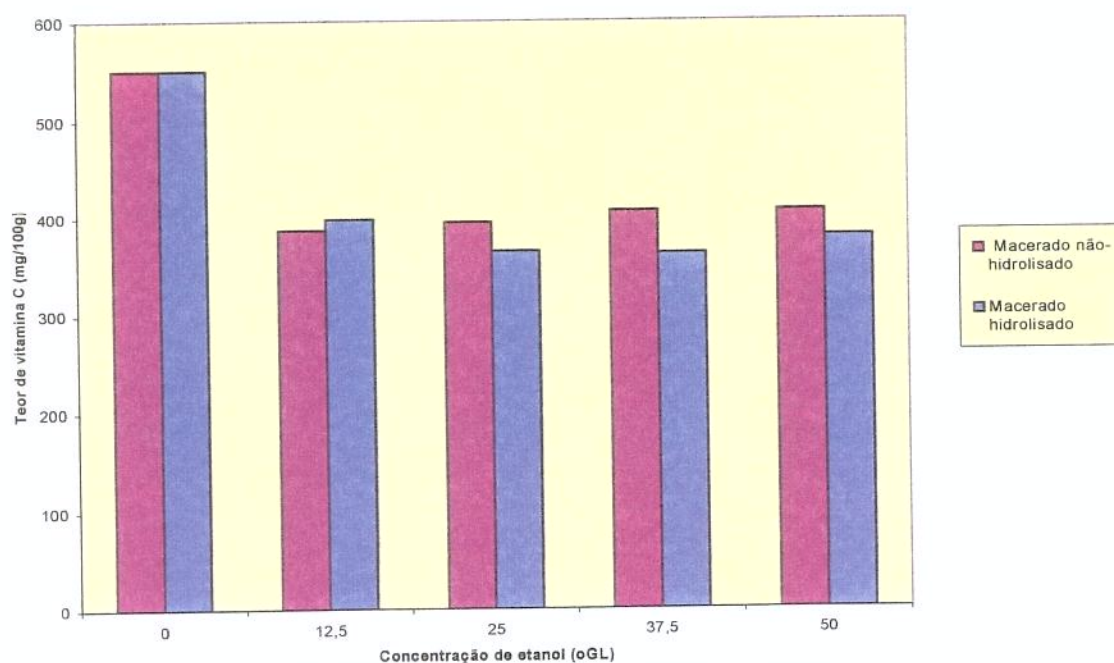


Figura 16 – Variação do teor de vitamina C, na etapa de maceração alcoólica, em função da hidrólise da polpa com 200 mg/kg de pectinases e da concentração de etanol

4.2.6 - Efeito da adição de SO₂ sobre a cor e a turbidez do macerado alcoólico de acerola

A Figura 17 mostrou que houve aumento da luminosidade (L) das amostras (maior limpidez) e que a adição de SO₂ à polpa de acerola na etapa de maceração alcoólica não impediu a variação da luminosidade, em todas as concentrações testadas. A observação dos valores absolutos da luminosidade nos macerados contendo até 25 mL/100mL de etanol, mostrou que a adição de 200 e 300 mg/kg de SO₂ atenuou esta variação, à partir de 37,5 mL/100mL de etanol o efeito do álcool se sobrepôs ao do SO₂. No entanto, não houve variação significativa da luminosidade no nível de 5% de probabilidade, pelo teste *t* de Student, entre os macerados contendo 12,5 a 37,5 mL/100mL de etanol

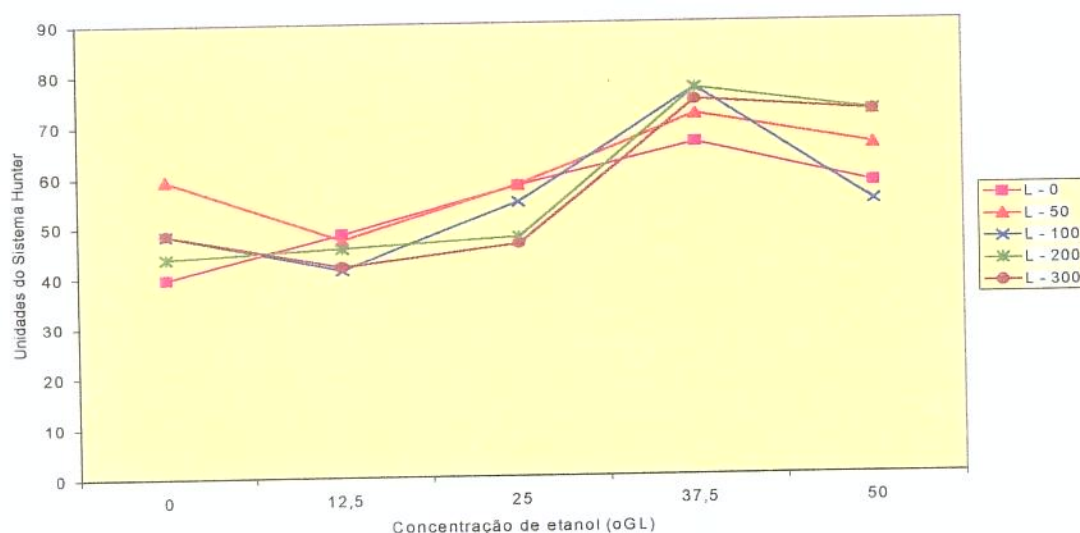


Figura 17 – Variação da luminosidade (L) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO₂

A Figura 18 mostrou que houve redução da intensidade da cor vermelha (a) a medida que a concentração de etanol foi aumentada até o teor de 37,5 mL/100mL. A análise dos valores absolutos da intensidade da cor vermelha (a), entretanto, mostrou que o aumento da concentração de SO₂, acima de 50 mg/kg, reduziu significativamente esse componente da cor da acerola, nos macerados que continham teores alcoólicos mais elevados (37,5 e 50 mL/100mL). Estes resultados confirmam as observações de MANCHADO *et al.* (1996) que estudaram a estabilidade das antocianinas de uva e afirmaram que estes pigmentos perdem cor em decorrência da adição de SO₂, na faixa de pH de 3 a 5.

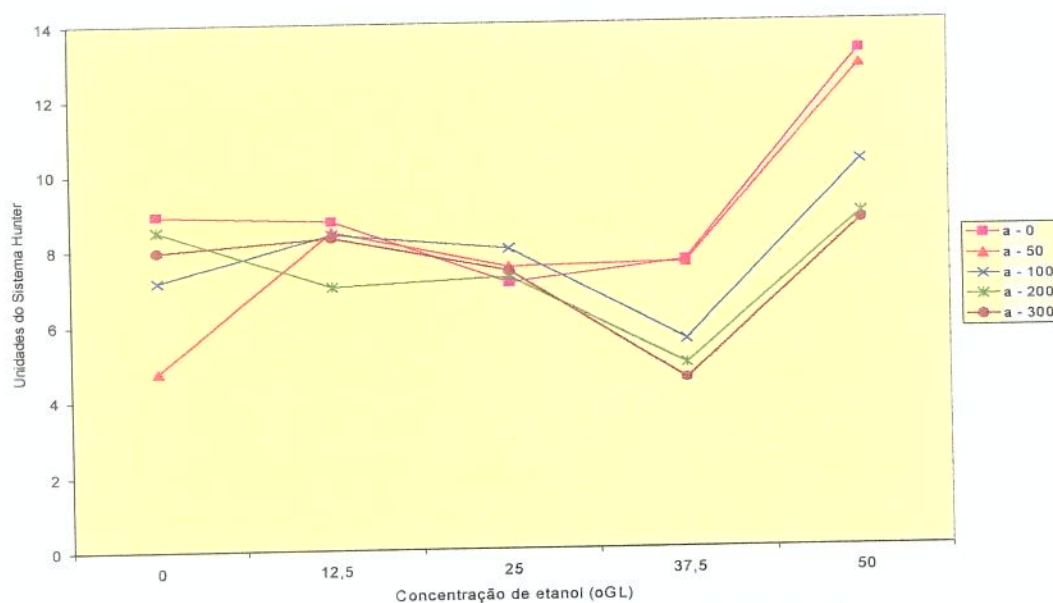


Figura 18 – Variação da intensidade da cor vermelha (a) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO₂

Como pode ser visto na Figura 19, houve aumento da intensidade da cor amarela (b) dos macerados das amostras a medida que a concentração de etanol foi aumentada. A variação da cor amarela foi atenuada quando foram adicionados 200 e 300 mg/kg de SO_2 até a concentração de etanol de 25 mL/100mL. Entretanto, não houve diferença significativa entre os macerados, ao nível de 5% de probabilidade pelo teste *t* de Student, para todas as concentrações de etanol e de SO_2 testadas.

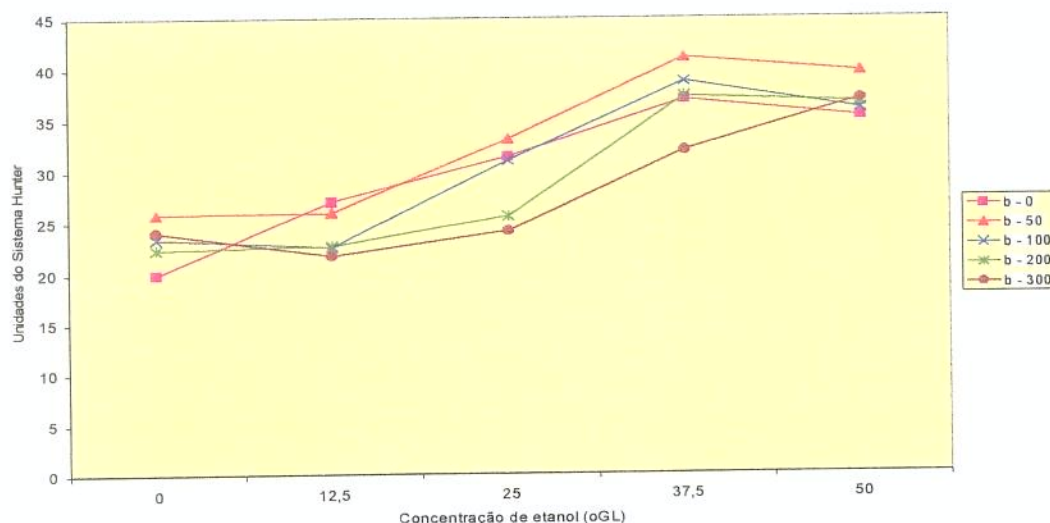


Figura 19 – Variação da intensidade da cor amarela (b) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO_2

A Figura 20 mostra que houve variação total de cor (Delta E) com o aumento da concentração de etanol e que a adição de SO_2 , em todas as concentrações testadas, somente influenciou significativamente o comportamento deste parâmetro na polpa de acerola antes da adição de etanol e na concentração de 50 mL/100mL de etanol.

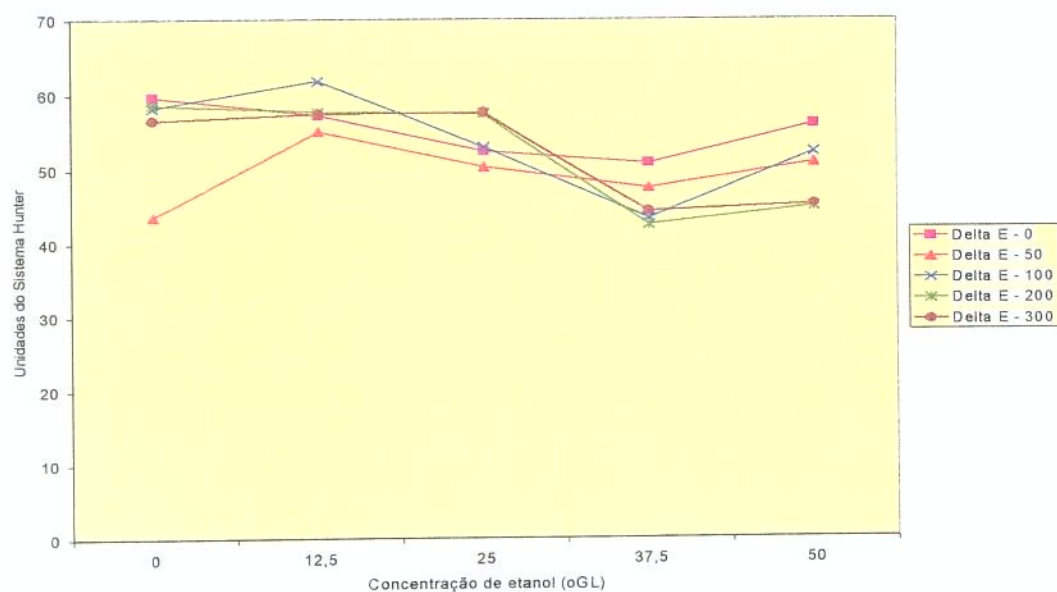


Figura 20 - Variação total de cor (Delta E) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO_2

Os valores plotados na Figura 21 mostram que a adição de SO_2 não alterou significativamente o comportamento da turbidez dos macerados alcoólicos em todas as concentrações testadas.

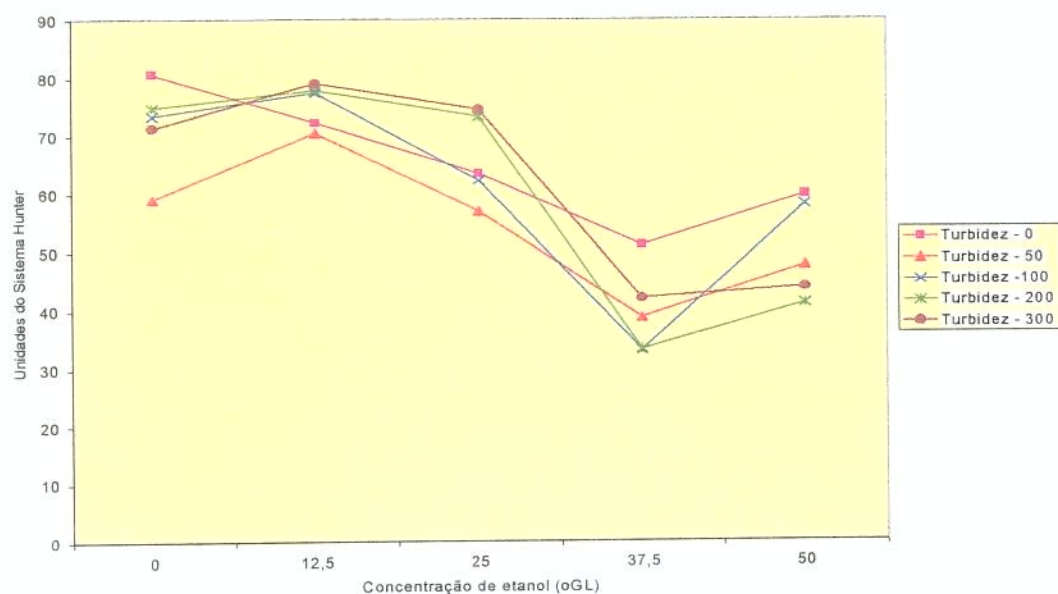


Figura 21 - Variação da turbidez (*haze*) do macerado de acerola com a concentração de etanol e em função da adição de SO_2

Portanto, foi possível deduzir, pelos resultados anteriormente apresentados, que foi necessária a adição de uma concentração mínima de 200 mg/kg de SO_2 para reduzir as alterações de cor do macerado, dependendo da concentração alcoólica em que seja realizada a maceração da polpa de acerola. Foi definido, então, que seria conveniente adicionar à polpa de acerola 200 mg/kg de SO_2 .

4.3 – Ensaios finais

4.3.1 – Variação de cor durante o processo de fabricação do licor de acerola

A Figura 22 mostra a variação de coloração da polpa de acerola com os licores de acerola nas três graduações alcoólicas e para uma mesma concentração de açúcar (250 g/L) como exemplo, uma vez que este comportamento ocorreu nas três concentrações de açúcar utilizadas nos experimentos. Nesta figura pode ser observado que além de ter havido um escurecimento do licor à medida que a concentração de etanol foi aumentada houve aumento da limpidez na mesma proporção, ou seja, o licor com maior concentração de etanol foi menos turvo do que aquele com teor alcoólico inferior. Estas alterações podem ser relacionadas com as variações dos teores de carotenos e de antocianinas ocorridas ao longo do processo de preparação dos licores de acerola.



Figura 22 – Variação de cor da polpa de acerola durante o processo de fabricação de um licor a 250 g/L de açúcar: da esquerda para a direita tem-se a polpa de acerola *in natura* e os licores com 18, 24 e 30°GL

A Figura 23 mostra a variação de cor e de turbidez do licor em relação à polpa de acerola e em relação ao macerado alcoólico de acerola. Nesta figura observa-se que houve diferença visual entre os macerados alcoólicos e respectivos licores nas respectivas concentrações de etanol. Os macerados são mais turvos e mais claros do que os seus respectivos licores.

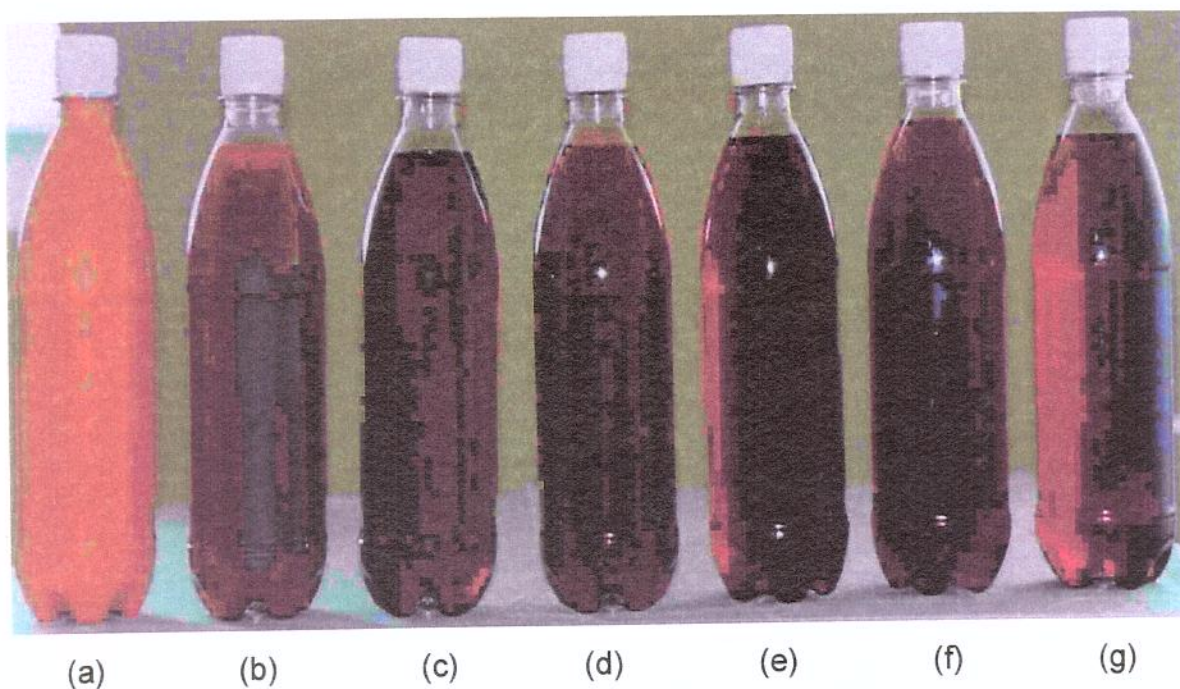


Figura 23 – Variação de cor do licor de acerola durante o processamento, de acordo com a concentração de etanol na mesma concentração de 250 g/L de açúcar: (a) polpa de acerola *in natura*; (b) macerado alcoólico a 18°GL e (c) respectivo licor a 18°GL; (d) macerado alcoólico a 24°GL e (e) respectivo licor a 24°GL; (f) macerado alcoólico a 30°GL; e (g) respectivo licor a 30°GL

4.3.2 – Estudo das alterações ocorridas no licor de acerola durante o processamento e armazenagem

Foi realizado o acompanhamento das alterações ocorridas na polpa de acerola durante o processo para preparação do licor e durante o armazenamento do produto acabado ao longo de 60 dias de armazenamento, na temperatura ambiente. Foram determinadas as concentrações de carotenos, de antocianinas e de vitamina C. Os resultados do tempo zero correspondem as características da polpa de acerola *in natura*, os resultados do tempo 15 dias correspondem as características do macerado alcoólico ao final da etapa de maceração, os resultados do tempo 45 dias correspondem as características do licor acabado e os resultados dos tempos 75 e 105 as características do produto armazenado. O estudo foi realizado nos licores com concentrações alcoólicas de 18, 24 e 30°GL e de açúcar de 200, 250 e 300 g/L.

4.3.2.1 – Variação no teor de carotenos por efeito da concentração de etanol do licor de acerola

A Figura 24 mostra que durante a maceração alcoólica houve aumento de 8,5% no teor de carotenos, passando de 2,82 mg/kg na polpa para 3,06 mg/kg no macerado a 18 °GL. Durante as etapas subsequentes a maceração alcoólica e até a obtenção do produto acabado (45 dias) houve perda de 32% dos carotenos presentes após 15 dias de maceração, tendo sido reduzido para 2,08 mg/kg. Ao final de 105 dias, a perda de carotenos foi superior a 90%. O aumento da

concentração alcoólica elevou a extração de carotenos em 28,7 e 42,6% nos macerados contendo 24 e 30°GL, respectivamente. O licor acabado apresentou redução no teor de carotenos de 18,7% e de 24,1% nos macerados com 24 e 30°GL, respectivamente, quando comparados aos respectivos macerados alcoólicos. Ao longo do período de armazenamento a redução do teor de carotenos foi progressiva e atingiu 69,1% e 61,7%, respectivamente, no centésimo quinto dia de observação. O comportamento das curvas foi o mesmo para as três graduações alcoólicas.

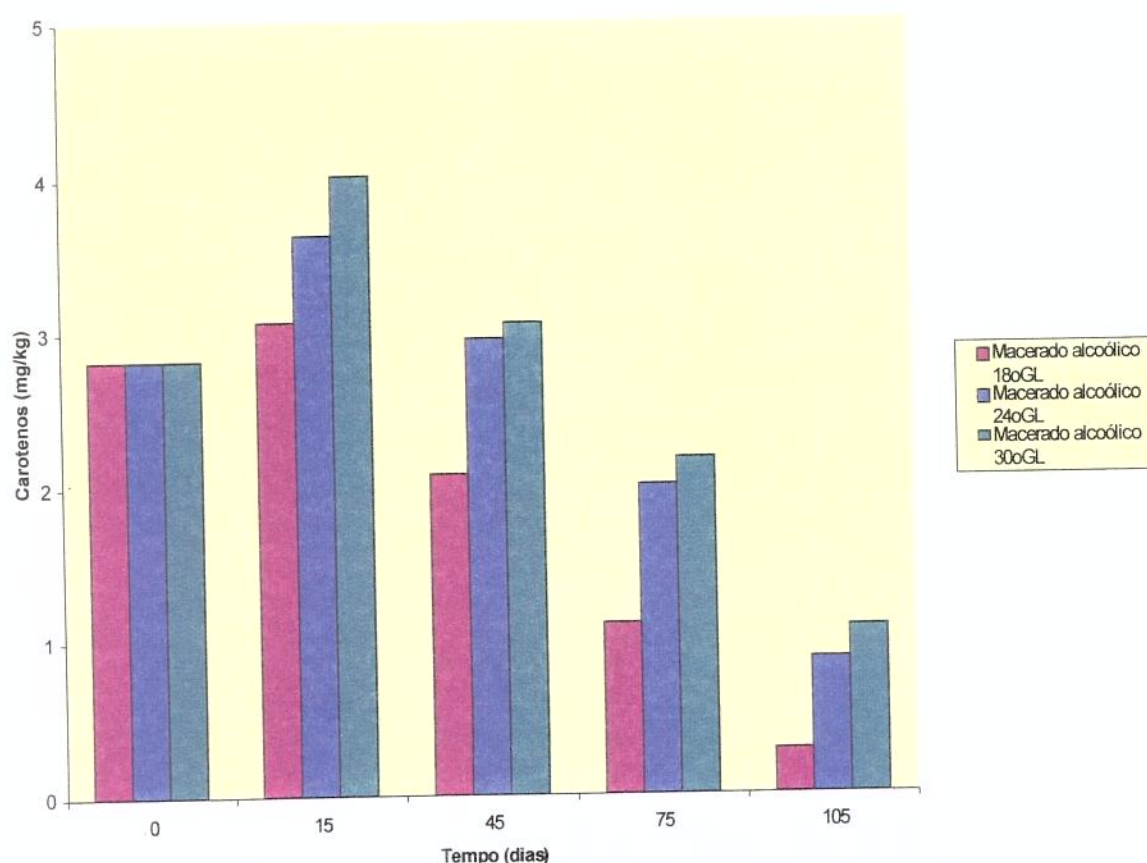


Figura 24 – Variação da concentração de carotenos com a concentração de etanol dos licores de acerola durante o processamento e armazenagem

4.3.2.2 – Efeito da adição de SO₂ sobre o teor de carotenos do licor de acerola

Com a adição de 200 mg/kg de SO₂ (metabissulfito de sódio) à polpa de acerola houve menor extração de carotenos na etapa de maceração alcoólica, em todas as concentrações de etanol utilizadas. O metabissulfito de sódio não influenciou a taxa de degradação dos carotenos nos licores durante a armazenagem (Figura 25) nas concentrações de etanol testadas. O efeito benéfico da adição de SO₂ mostrou-se mais pronunciado na concentração de 24°GL com relação aos licores sem adição de SO₂. Após 105 dias de observação os teores de carotenos estavam na mesma ordem de grandeza dos licores aos quais não foi adicionado o SO₂ (Figura 24). Pode ser observado ainda que, teores alcoólicos do macerado mais elevados aumentaram a extração de pigmentos carotenóides e reduziram a sua taxa de degradação.

Portanto, é possível supor que a degradação de carotenos durante o processamento e armazenagem não está simplesmente associada a fenômenos oxidativos cuja adição do SO₂ pudesse evitar.

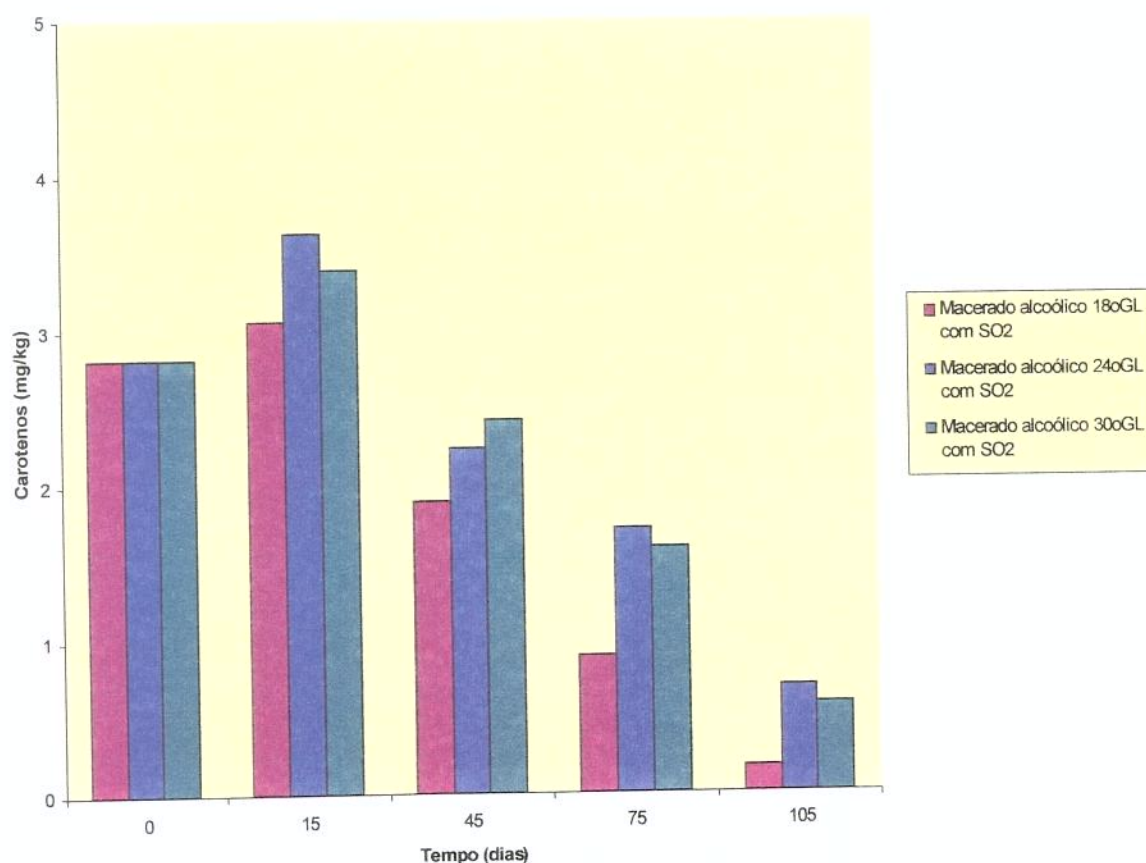


Figura 25 – Variação do teor de carotenos com a concentração alcoólica do licor de acerola contendo 200 mg/kg de SO₂

4.3.2.3 – Variação no teor de antocianinas por efeito da concentração de etanol do licor de acerola

O comportamento da Figura 26 mostra que na etapa de maceração alcoólica houve expressivo aumento da concentração de antocianinas: 264,7%, 277,2% e 326%, nas concentrações de 18, 24 e 30°GL, respectivamente. Durante o processamento para a elaboração do licor houve perda de mais de 30% dos pigmentos antociânicos quando comparados aos seus respectivos macerados

alcoólicos. No entanto, a concentração dos licores acabados contendo 18, 24 e 30°GL, foi de 3,16, 3,32 e 3,85 mg/100g de antocianinas, respectivamente, e ainda foram substancialmente superiores aos da polpa de acerola que lhes deu origem (1,36 mg/100g de antocianinas). A redução do teor de antocianinas dos licores com 18, 24 e 30°GL foi progressiva até o centésimo quinto dia quando foram medidos 0,17, 0,52 e 0,70 mg/100g de antocianinas, respectivamente. Estes valores representaram uma perda em antocianinas de 87,5%, 61,8% e 48,5%, de acordo com a respectiva graduação alcoólica dos licores de 18, 24 e 30°GL, quando comparados à matéria-prima.

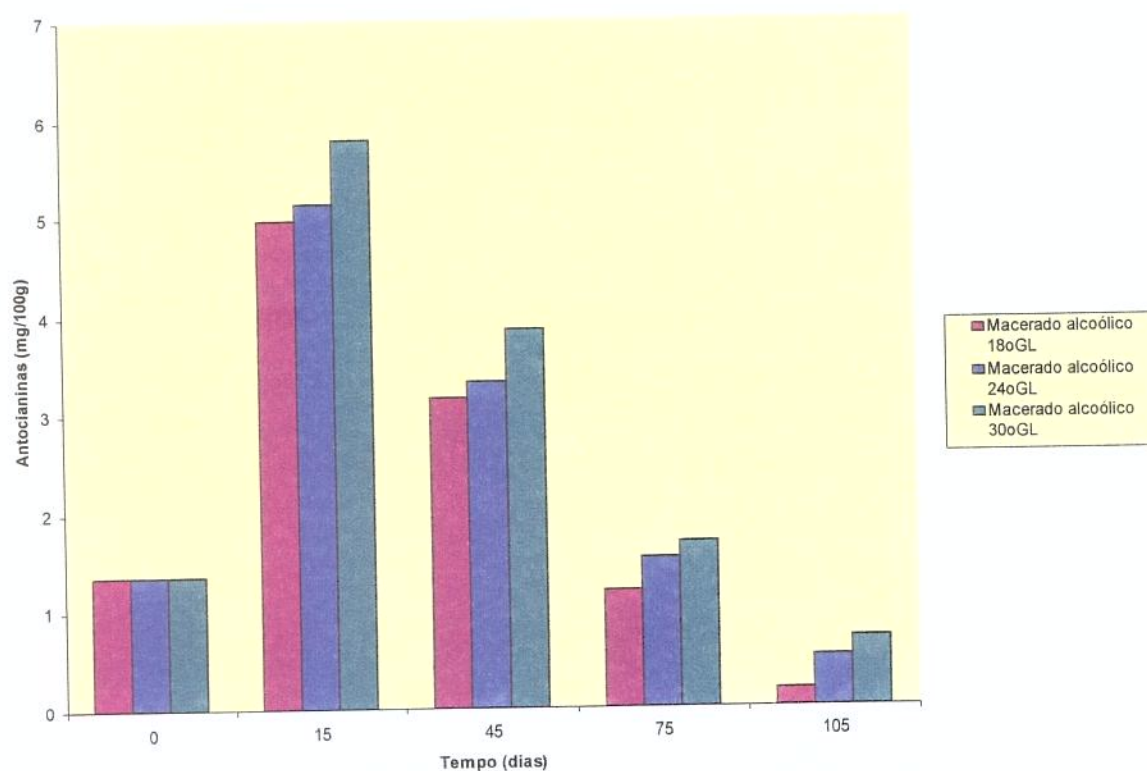


Figura 26 – Variação da concentração de antocianinas com a concentração de etanol dos licores de acerola, durante o processamento e armazenagem

Entretanto, pode ser observado que quanto maior o teor alcoólico do macerado maior a extração de pigmentos antociânicos e menor a sua taxa de degradação.

4.3.2.4 – Efeito da adição de SO₂ sobre o teor de antocianinas do licor de acerola

Mesmo com a adição de 200 mg/kg de SO₂ (metabissulfito de sódio) à polpa de acerola houve redução significativa dos teores de antocianinas em todas as concentrações de etanol testadas (Figura 27). Após 105 dias observação os teores de antocianinas estavam nos mesmos níveis daqueles licores onde não havia sido adicionado o metabissulfito de sódio.

A degradação de carotenos e de antocianinas foi, provavelmente, estimulada pela incorporação de oxigênio durante o processamento do licor (decantação, tráfega e filtração), muito embora fossem tomadas diversas precauções na tentativa de minimizar tais oportunidades, inclusive pela adição de metabissulfito de sódio.

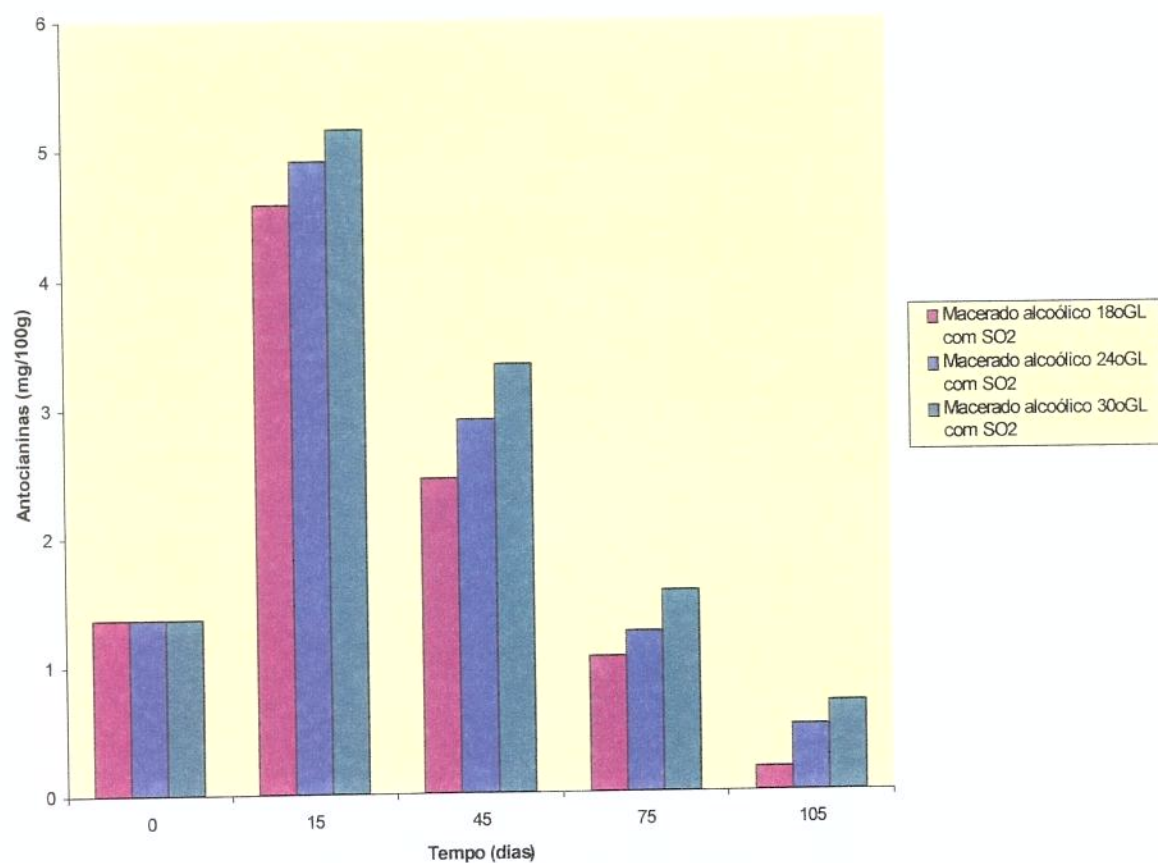


Figura 27 – Variação do teor de antocianinas com a concentração alcoólica do licor de acerola contendo 200 mg/kg de SO₂

4.3.2.5 – Variação no teor de vitamina C por efeito da concentração de etanol do licor de acerola

Os resultados do ensaio de vida-de-prateleira, plotados na Figura 28, mostram que o aumento da concentração de etanol no macerado proporciona maior perda de vitamina C durante o processamento e armazenagem do licor. Pode ser observado ainda que a redução dos teores de vitamina C no produto contendo 18°GL somente foi expressiva a partir de 75 dias de observação. Após 90 dias do início do processamento, houve redução no teor de vitamina C de 21,1, de 29,9 e de 34,3% nos macerados com concentrações alcoólicas de 18, 24 e 30°GL, respectivamente. Estes valores ainda podem ser considerados elevados, uma vez que cada 100 mL do licor representam uma quantidade superior a necessidade mínima diária de vitamina C (70 mg/100g) para um adulto, de acordo com MARINO NETTO (1986).

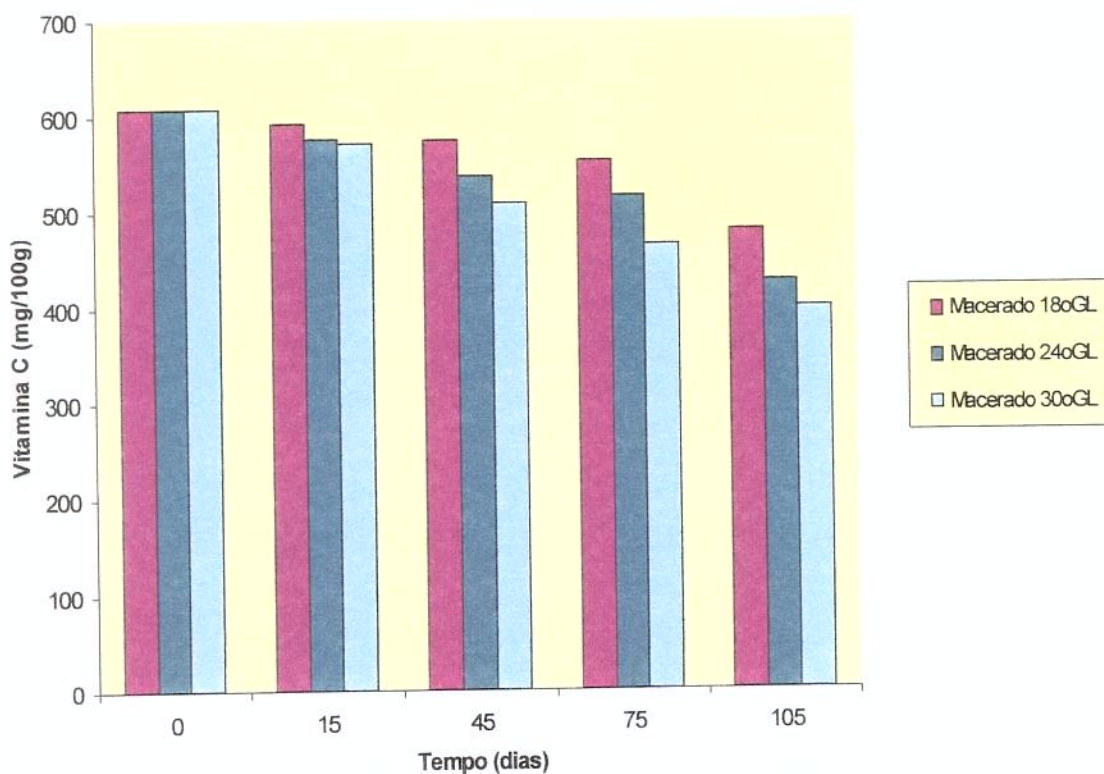


Figura 28 – Variação do teor de vitamina C dos licores de acerola com 18, 24 e 30°GL, durante o processamento e armazenagem

4.3.2.6 – Efeito da adição de SO₂ sobre o teor de vitamina C do licor de acerola

A adição de 200ppm de metabissulfito de sódio a polpa de acerola reduziu a perda de vitamina C dos macerados em todas as concentrações de etanol testadas (Figura 29). Após 105 dias de observação os teores de vitamina C foram 16,8; 23,2 e 27,7% menores do que os teores iniciais para os macerados com concentrações de 18, 24 e 30°GL, respectivamente.

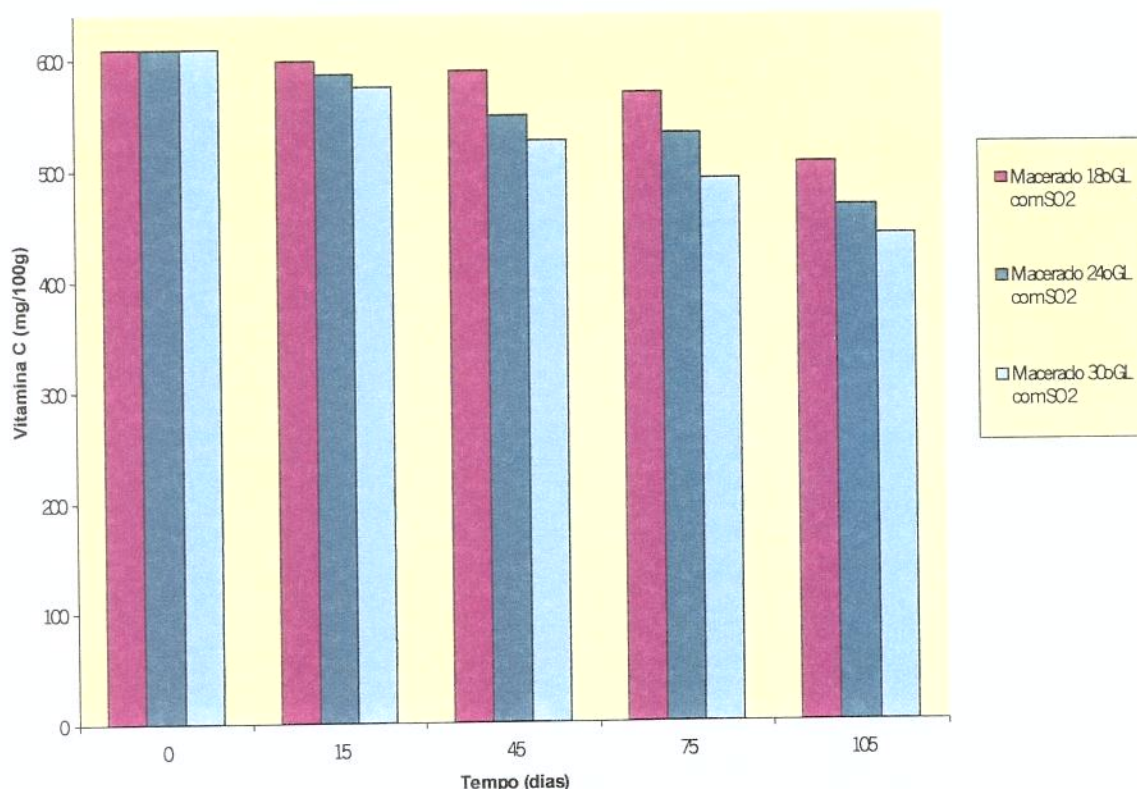


Figura 29 - Variação do teor de vitamina C dos licores de acerola com 18, 24 e 30°GL, contendo 200ppm de SO₂, durante o processamento e armazenagem

4.3.2.7 – Análise microbiológica do licor de acerola

As contagens microbianas realizadas ao longo dos 105 dias de armazenamento dos licores de acerola apresentaram resultados (Tabela 6) inferiores àqueles preconizados como limites para o consumo humano pelo MINISTÉRIO DA SAÚDE (1997). Estes resultados comprovaram o efeito inibidor do desenvolvimento microbiano promovido pela adição do etanol e do SO₂ na preparação do licor de acerola.

Tabela 6 – Análise microbiológica dos licores de acerola durante o processamento e armazenagem

Determinações	Licores de acerola*
Contagem padrão em placa (UFC/g)	$\angle 10^2$
Bolores e leveduras (UFC/g)	$\angle 10^2$
Coliformes totais (NMP/g)	$\angle 3$
Coliformes fecais (NMP/G)	$\angle 3$
Salmonelas	Ausente em 25g

* Os resultados foram os mesmos em todas as amostras coletadas nos tempos 15, 45, 75 e 105 dias e para todas as combinações de açúcar (200, 250 e 300 g/L) e etanol (18,24 e 30°GL) dos licores de acerola

4.3.3 – Análise sensorial do licor de acerola

4.3.3.1 – Seleção de provadores

Na primeira fase da seleção de provadores houve a participação de 25 candidatos que provaram seis combinações de álcool de cereais (para aroma: amostra A = 44,4°GL e amostra D = 24,4°GL; para sabor: amostra A = 17,0°GL e amostra D = 12,0°GL). Nessa fase, que durou cerca de quatro semanas, foram aprovados 15 candidatos, com índice de acerto mínimo dos testes de 65%.

Na segunda fase, foi repetido o mesmo procedimento da fase inicial com os 15 candidatos selecionados anteriormente sendo que, devido a dificuldade dos provadores, as amostras para diferenciação de aroma alcoólico foram alteradas (para aroma: amostra B = 30,0°GL e amostra C = 10,0°GL; para sabor: amostra B = 17,0°GL e amostra C = 12,0°GL). Essa fase durou três semanas e, nela, foram aprovados 07 candidatos, com índice de acerto mínimo dos testes de 60%, dos quais dois deles pediram desligamento da equipe alegando motivos particulares.

Experiências anteriores já haviam mostrado que existe séria dificuldade para conseguir uma equipe perita capaz de perceber diferenças no aroma de 5°GL e no sabor de 1°GL. Portanto, devido ao número exaustivo de repetições que se fizeram necessárias de modo a tornar possível a seleção de cinco provadores, o teste de seleção foi encerrado com os provadores selecionados na segunda fase.

4.3.3.2 – Desenvolvimento da terminologia sensorial

Os 55 diferentes termos apresentados pelos provadores na prova aberta, foram agrupados em 14 atributos, pela aplicação da escala de similaridade. Cor, limpidez e brilho foram selecionados para serem medidos de forma instrumental pelo Sistema Hunter de determinação de cor, enquanto que os demais onze foram selecionados para avaliação sensorial. Foi selecionado um atributo de aparência (aderência = capacidade de aderir à parede do copo); dois atributos relacionados à consistência (viscosidade = densidade; e maciez = leveza e suavidade); três relacionados ao aroma (alcoólico, frutal e doce) e cinco relacionados ao sabor (alcoólico; frutal; gosto doce; gosto ácido; e pungência = capacidade de provocar *dormência* na boca).

4.3.3.3 – Treinamento dos provadores

A etapa de treinamento dos provadores durou 8 meses. Em cada sessão destinada ao treinamento para definição dos extremos das escalas foram oferecidos, aos provadores, amostras com atributos sensoriais ou de aparência, ou de aroma, ou de consistência ou de sabor conforme descrito na Tabela 7.

Tabela 7 – Composição das amostras, por atributos, avaliadas pelos provadores em cada sessão da fase de treinamento

Sessão	Aparência	Aroma	Consistência	Sabor
1		Alcoólico	Viscosidade	Alcoólico
2		Frutal	Maciez	Frutal
3		Gosto doce		Doce
4	Aderência	Gosto ácido e Pungência		

4.3.3.4 – Avaliação do desempenho da equipe

Para avaliar o desempenho da equipe formada por provadores treinados foram provadas duas amostras de licor: uma de licor de polpa de acerola fresca e outra de um licor de retido da clarificação do suco de acerola por ultrafiltração. Os resultados das Tabelas 8, 9 e 10 mostraram que pelo teste F não houve interação entre amostra e provador. Portanto, os provadores poderiam ser considerados semi-treinados e aptos a proceder a análise descritiva quantitativa das demais amostras a serem testadas.

Tabela 8 - Avaliação do desempenho dos provadores através da análise descritiva quantitativa dos atributos de aparência e consistência de um licor de retido da clarificação do suco de acerola por ultrafiltração e de um licor de polpa de acerola

Amostra	Aderência	Viscosidade	Maciez
Licor de retido da ultrafiltração do suco de acerola	3,48	2,81	4,51
Licor de polpa de acerola	3,91	3,09	4,27
F amostra	4,75*	0,63	0,13
F provador	106,21*	18,29*	4,24*
Fam.x prov.	1,50	0,28	0,19

* significativo no nível de 5% de probabilidade

Tabela 9 - Avaliação do desempenho dos provadores através da análise descritiva quantitativa dos atributos de aroma de um licor de retido da clarificação do suco de acerola por ultrafiltração e de um licor de polpa de acerola

Amostra	Aroma alcoólico	Aroma frutal	Aroma doce
Licor de retido da ultrafiltração do suco de acerola	5,35	4,03	2,68
Licor de polpa de acerola	4,12	5,10	3,38
F amostra	18,84*	1,64*	1,72*
F provador	45,98*	5,26*	7,99*
F am.x prov.	7,06*	0,20	0,19

* significativo no nível de 5% de probabilidade

Tabela 10 - Avaliação do desempenho dos provadores através da análise descritiva quantitativa dos atributos de sabor de um licor de retido da clarificação do suco de acerola por ultrafiltração e de um licor de polpa de acerola

Amostra	Gosto doce	Sabor alcoólico	Sabor frutal	Gosto Ácido	Pungência
Licor de retido da ultrafiltração do suco de acerola	4,19	5,35	4,99	3,15	3,98
Licor de polpa de acerola	4,47	5,12	5,66	3,37	4,92
F amostra	0,26	0,13	3,16*	0,12	5,39*
F provador	14,30*	8,45*	37,08*	12,32*	43,60*
F am.xprov.	1,13	0,62	0,38	0,06	1,10

* significativo no nível de 5% de probabilidade

4.3.3.5 – Avaliação dos produtos pela Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Os resultados da análise descritiva quantitativa dos licores de acerola realizada pelos provadores treinados podem ser encontrados nas Tabelas 11, 12 e 13.

Tabela 11 - Valores médios dos atributos sensoriais de aparência e de consistência do perfil de licor de acerola

Amostra	Aderência	Viscosidade	Maciez
Licor 18°GL/20%AT	4,69	2,97	4,64
Licor 18°GL/25%AT	2,80	2,55	5,80
Licor 18°GL/30%AT	2,13	3,62	5,15
Licor 24°GL/20%AT	4,59	2,98	3,06
Licor 24°GL/25%AT	5,42	2,87	3,93
Licor 24°GL/30%AT	4,58	4,06	3,73
Licor 30°GL/20%AT	3,75	2,76	3,17
Licor 30°GL/25%AT	3,68	2,68	3,00
Licor 30°GL/30%AT	4,78	2,64	2,42
Famostra	10,53*	5,92*	8,93*
Fprovador	11,63*	117,12*	19,36*
Fam. x prov.	2,34*	1,94*	3,82*

* significativo no nível de 5% de probabilidade

Tabela 12 - Valores médios dos atributos sensoriais de aroma do perfil de licor de acerola

Amostra	Aroma alcoólico	Aroma frutal	Aroma doce
Licor 18°GL/20%AT	6,28	4,87	3,99
Licor 18°GL/25%AT	4,77	4,78	2,85
Licor 18°GL/30%AT	3,88	4,95	3,21
Licor 24°GL/20%AT	7,14	3,12	2,45
Licor 24°GL/25%AT	6,34	3,92	3,33
Licor 24°GL/30%AT	6,55	3,36	2,69
Licor 30°GL/20%AT	7,39	3,19	3,05
Licor 30°GL/25%AT	6,74	3,04	2,70
Licor 30°GL/30%AT	7,17	3,03	2,72
Famostra	9,37*	2,93*	1,74*
Fprovador	10,74*	25,33*	33,99*
Fam. x prov.	2,52*	1,41	1,84*

* significativo no nível de 5% de probabilidade

Tabela 13 - Valores médios dos atributos sensoriais sabor do perfil de licor de acerola

Amostra	Sabor alcoólico	Sabor frutal	Gosto doce	Gosto ácido	Pungência
Licor 18°GL/20%AT	6,62	5,53	5,02	3,45	5,51
Licor 18°GL/25%AT	3,03	5,49	4,33	3,04	3,79
Licor 18°GL/30%AT	3,37	4,84	4,96	2,83	3,52
Licor 24°GL/20%AT	7,79	2,94	2,97	3,29	6,27
Licor 24°GL/25%AT	7,10	4,19	3,08	4,52	6,82
Licor 24°GL/30%AT	7,07	4,06	4,20	3,09	6,59
Licor 30°GL/20%AT	8,08	4,05	3,15	4,26	6,65
Licor 30°GL/25%AT	7,68	3,92	3,57	3,92	6,59
Licor 30°GL/30%AT	7,86	3,90	3,65	4,67	6,91
Famostra	19,81*	5,97*	4,73*	2,48*	10,19*
Fprovador	5,57*	89,26*	53,67*	30,69*	27,82*
Fam. x prov.	1,19	1,93*	1,93*	1,56	3,50*

* significativo no nível de 5% de probabilidade

A configuração da análise descritiva quantitativa dos licores de acerola plotada na Figura 30 mostra que os atributos de pungência e de aroma e sabor alcoólicos predominaram na maioria dos licores testados a exceção das amostras que continham 18% (v/v) de etanol e 25 e 30%(p/v) de açúcares totais (Licor 18°GL/25%AT e Licor 18°GL/30%AT). Foi também evidenciado que nas amostras cujos teores alcoólicos foram mais elevados a percepção de aromas doce e frutal, de sabor frutal e de gosto doce foi mais prejudicada do que amostras que continham 18% (v/v) de etanol.

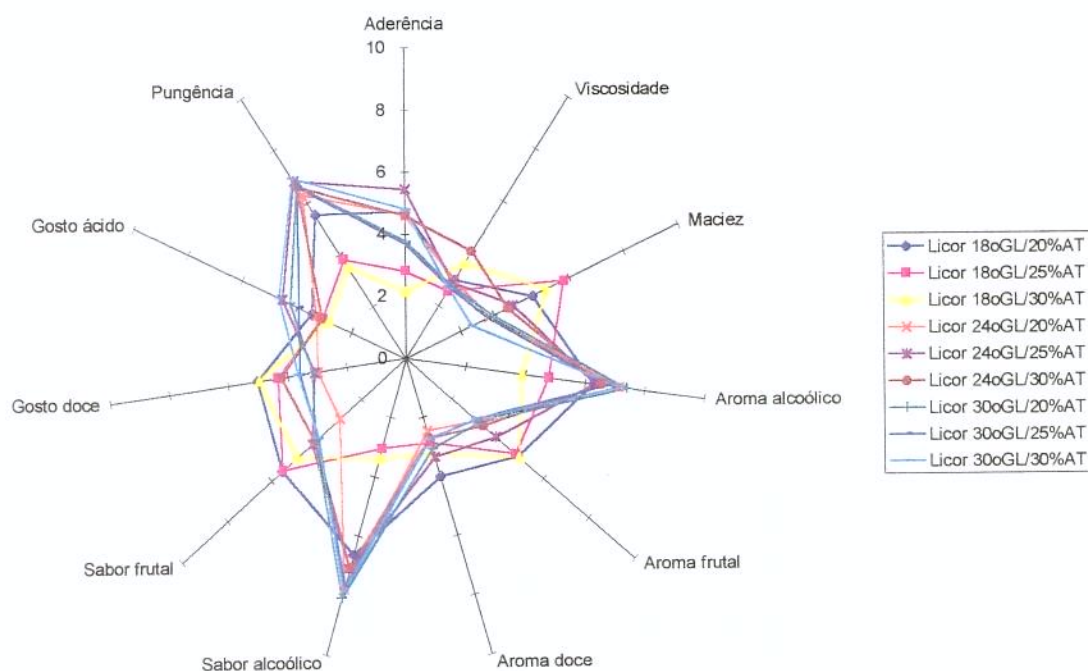


Figura 30 – Configuração da análise descritiva quantitativa de licor de acerola

As Figuras 31, 32 e 33 permitem uma melhor visualização da interação do teor de etanol com a concentração de açúcar. A Figura 31 mostra que na concentração de 18% (v/v) de etanol é possível perceber diferenças no aroma e no sabor dos licores com diferentes concentrações de açúcar. A pungência e o aroma e sabor alcoólicos do licor de acerola foram sensivelmente atenuados pela adição de maiores quantidades de açúcar ao licor de acerola. A maciez (suavidade) foi maior nos licores que continham concentrações de açúcar mais elevadas.

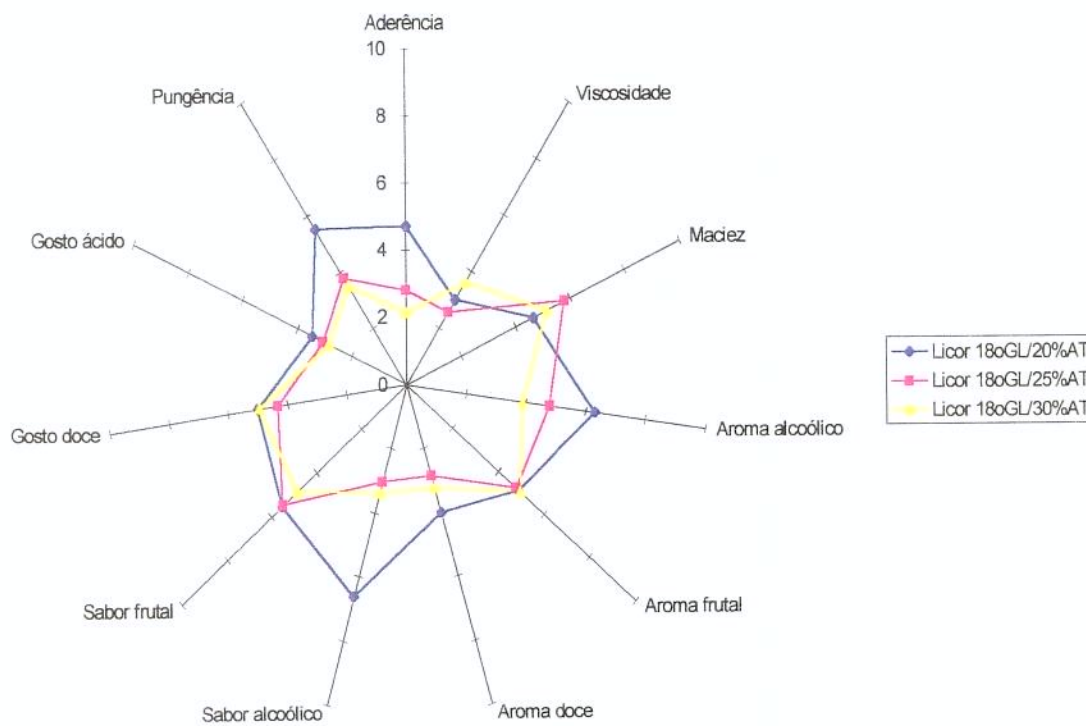


Figura 31 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola com 18°GL e diferentes concentrações de açúcares totais

A Figura 32 mostra que o aumento da concentração alcoólica de 18 para 24°GL dificultou a diferenciação entre os licores com diferentes concentrações de açúcar nos atributos pungência e aroma e sabor alcoólicos. Os licores com concentrações de açúcar mais elevadas foram os que apresentaram maior maciez e sabor frutal.

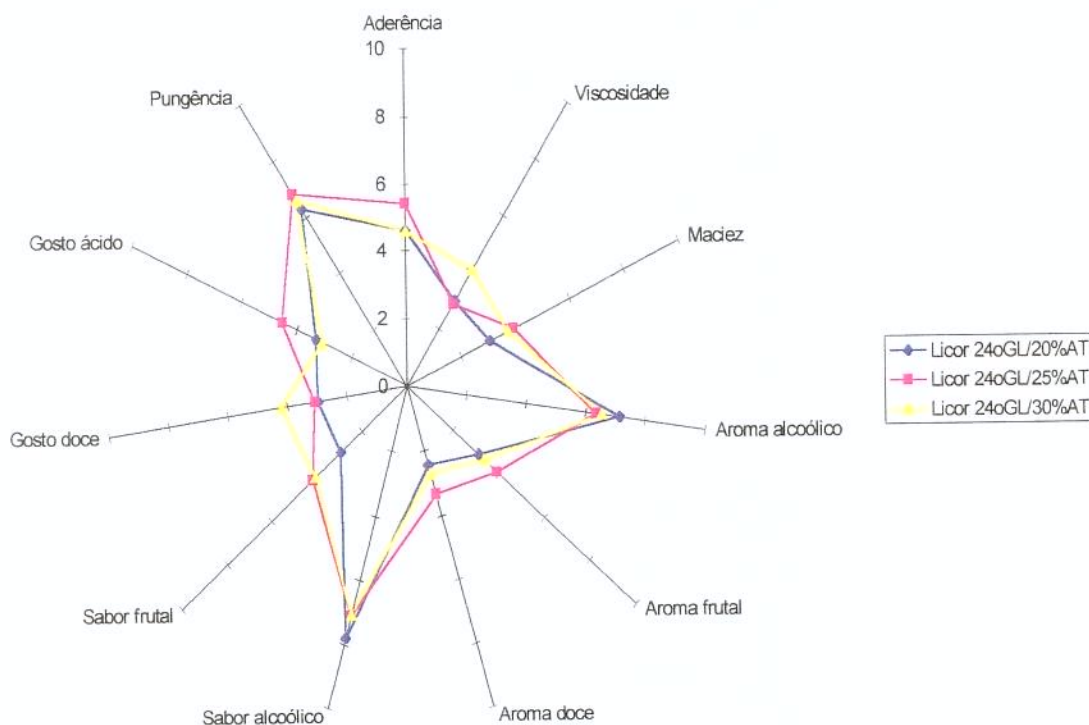


Figura 32 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola com 24°GL e diferentes concentrações de açúcares totais

As Figuras 32 e 33 mostram também que à partir da concentração alcoólica de 24%(v/v), o efeito do etanol se sobrepõe significativamente ao da concentração de açúcar em todos os atributos sensoriais do licor de acerola.

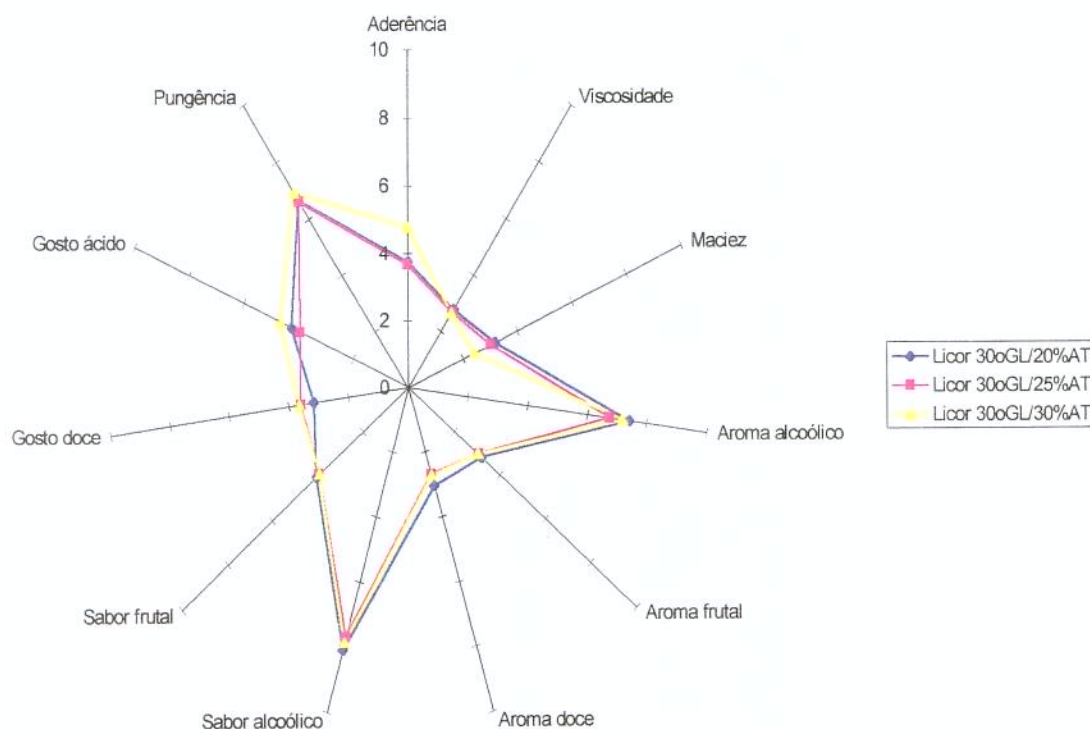


Figura 33 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola com 30°GL e diferentes concentrações de açúcares totais

As Figuras 34 a 36 mostram de forma mais evidente a influência da concentração alcoólica sobre os atributos sensoriais do licor de acerola mantidas constantes as concentrações de açúcar.

Ficou evidente na Figura 34 que teores alcoólicos menores facilitam a percepção de atributos de qualidade positivos dos licores de acerola como o aroma e sabor frutais, o aroma e sabor doces e a maciez. Por outro lado, foram

exarcebadamente pronunciados determinados atributos de qualidade negativos como a pungência, o gosto ácido e o aroma e sabor alcoólicos.

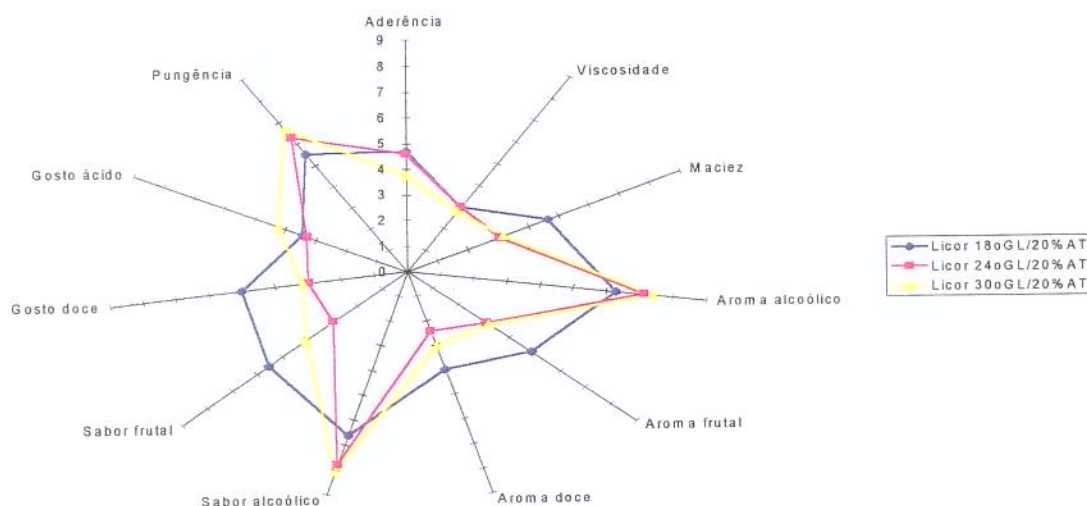


Figura 34 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola contendo 20% de açúcares totais e em diversas concentrações de etanol

A Figura 35 mostra que apesar do aumento da concentração de açúcar de 20 para 25%AT, os defeitos do licor (pungência, gosto ácido e aroma e sabor alcoólicos) continuaram pronunciados nos licores contendo maiores teores de etanol (24 e 30°GL).

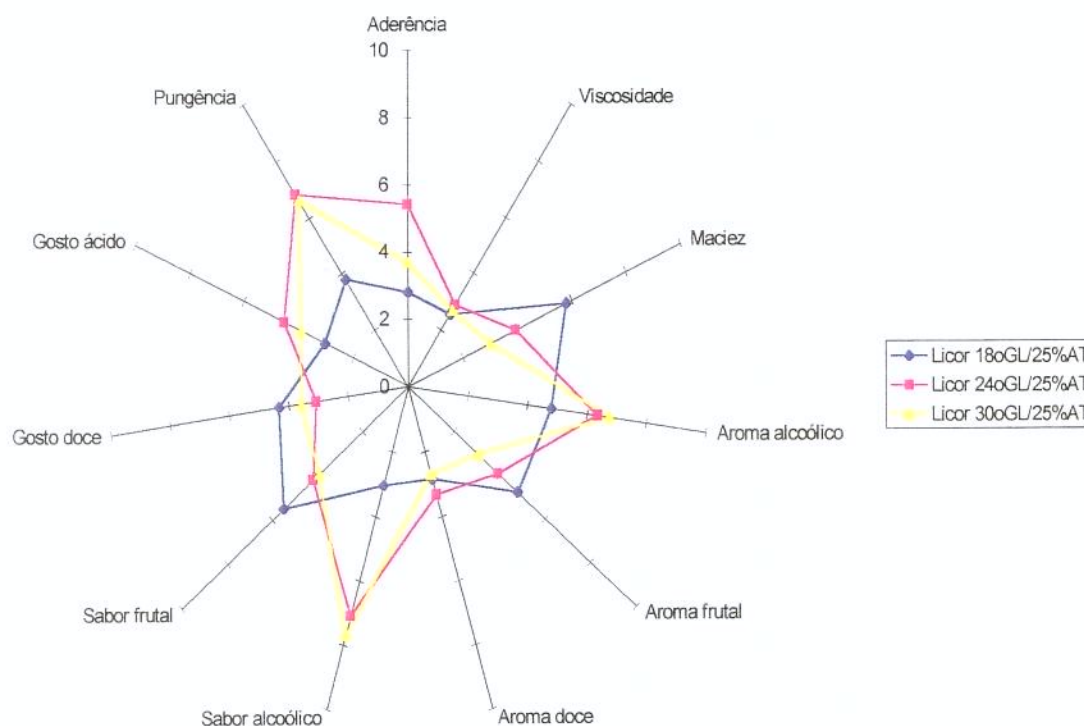


Figura 35 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola contendo 25% de açúcares totais e em diversas concentrações de etanol

A Figura 36 confirma a influência dos teores mais elevados de etanol (24 e 30°GL na percepção da pungência e do aroma e sabor alcoólicos do licor de acerola.

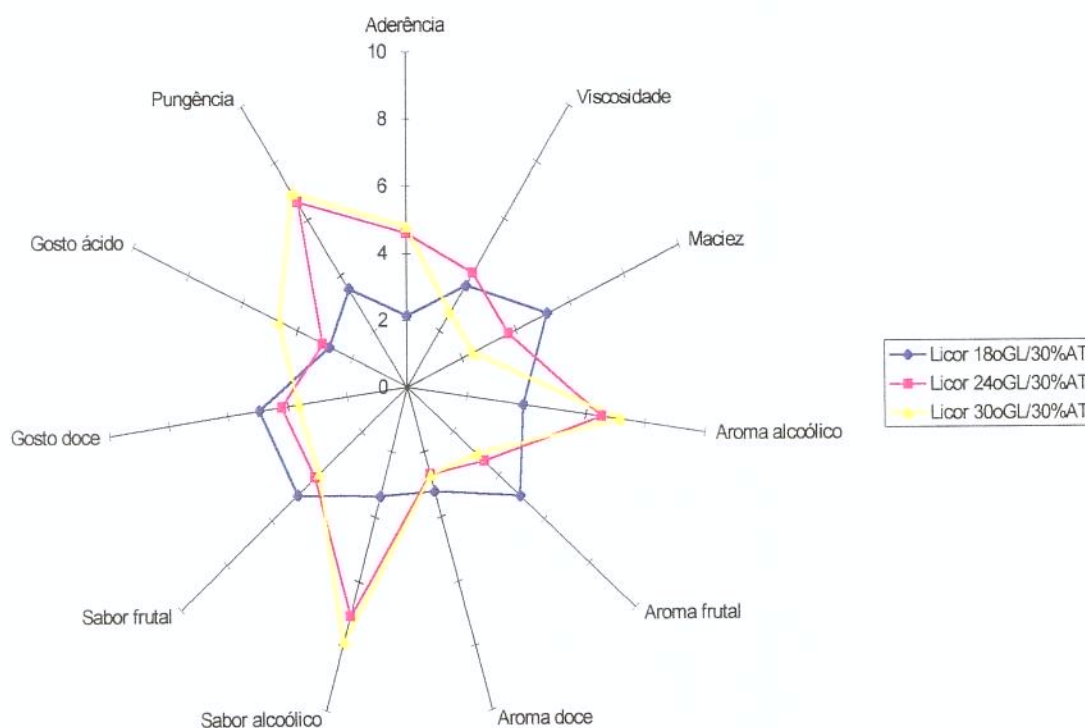


Figura 36 – Configuração da análise descritiva quantitativa do licor de acerola contendo 30% de açúcares totais e em diversas concentrações de etanol

4.3.3.6 – Avaliação dos produtos pelo teste de preferência

O teste de preferência mostrou que as mulheres atribuíram notas mais baixas aos licores do que os homens e que os licores com maiores teores alcoólicos (24 e 30°GL) foram igualmente rejeitados por homens e mulheres, à exceção do licor 24°GL/30% de açúcares totais (AT), que destacou-se dos demais, muito embora tenha obtido avaliação sensorial correspondente à

denominação desgostei ligeiramente (Tabela 14). Pode ser observado ainda que houve diferença estatisticamente significativa entre a preferência do licor com 18°GL com diferentes teores de açúcar, tendo sido os mais preferidos aqueles contendo 25 e 30%(v/v), embora com médias ligeiramente acima de 4,0 que corresponde a não gostei nem desgostei do produto na escala utilizada.

As notas baixas atribuídas ao licor de acerola podem ser atribuídas a pelo menos três fatores: primeiro, a falta de hábito dos provadores de consumirem licores regularmente; segundo, a falta de um licor comercial a base de acerola para servir como referência; terceiro, ao preconceito relativo a qualquer produto novo, principalmente se for desenvolvido no próprio centro de pesquisas da Embrapa, posto que, não muito raramente, foram ouvidos comentários de que eles, consumidores, estavam habituados a consumir licores de marcas consagradas como *Cointreau*, *Frangelico*, *Amarullo* e *Amaretto di Saronno*, o que decerto pode ter contribuído para a depreciação dos produtos testados.

Tabela 14 – Média da preferência dos licores de acerola

Amostra	Notas		
	Homens	Mulheres	Média global
Licor 18°GL/20%AT	3,38	3,00	3,2 ^b
Licor 18°GL/25%AT	4,10	4,03	4,1 ^a
Licor 18°GL/30%AT	4,57	4,10	4,3 ^a
			F = 5,24*
Licor 24°GL/20%AT	2,93	2,32	2,6 ^b
Licor 24°GL/25%AT	3,48	2,68	3,1 ^{ab}
Licor 24°GL/30%AT	4,03	3,45	3,7 ^a
			F = 4,72*
Licor 30°GL/20%AT	3,12	2,88	3,0
Licor 30°GL/25%AT	3,52	2,77	3,14
Licor 30°GL/30%AT	3,36	2,81	3,08
			F = 0,07 ^{ns}

*significativo no nível de 5% de probabilidade

^{ns} não significativo no nível de 5% de probabilidade

Segundo teste de Tukey, médias com letras diferentes diferem entre si ($p < 0,05$)

4.3.4 – Caracterização do licor de acerola

Para efeito de caracterização do licor de acerola preferido sensorialmente (Licor de acerola 18°GL/30% (p/v) de açúcares totais) foram realizadas determinações físico-químicas e microbiológicas. Os resultados estão mostrados nas Tabelas 15 a 17.

A Tabela 15 mostra que a acidez da polpa de acerola foi sensivelmente reduzida durante a preparação do licor, passando de 1,1 para 0,52 (g ácido málico/L).

Não foram detectados carotenos totais no licor de acerola e o teor de antocianinas foi reduzido em somente 12,6% quando comparado à polpa de acerola que lhe deu origem.

A concentração de vitamina C foi reduzida em 55,2%. Embora este valor pareça elevado deve ser considerado que para a preparação do licor de acerola promove-se uma diluição da ordem de 1:1 com água e álcool na etapa de maceração alcoólica. Entretanto deve ser lembrado que a concentração de 472,01 mg/100g de vitamina C do licor de acerola pode fornecer cerca de 118 mg de vitamina C/100g numa única dose deste aperitivo. Esta quantidade representa muito mais do que a quantidade mínima diária de vitamina C exigida para um adulto que seria de 70 mg/100g (MARINO NETTO, 1986).

Tabela 15 – Caracterização físico-química da polpa de acerola e do licor de acerola contendo 18°GL e 30% de açúcar total

Análise físico-química	Polpa de acerola*	Licor de acerola 18°GL/30% de açúcar total*
Sólidos solúveis (graus Brix)	5,00 ± 0,11	18,47 ± 0,58
Sólidos totais (g / 100g)	5,52 ± 0,08	32,50 ± 0,45
Açúcares redutores totais (g/100g)	3,09 ± 0,05	26,97 ± 0,91
Açúcares totais (g / 100g)	3,28 ± 0,05	27,32 ± 0,85
pH	3,35 ± 0,10	3,66 ± 0,06
Acidez (g ácido málico/L)	1,10 ± 0,03	0,52 ± 0,02
Densidade (g/cm ³)	1,03 ± 0,01	1,01 ± 0,01
Viscosidade (mPa.s)	50,89 ± 2,82	7,41 ± 1,82
Cálcio (mg / 100g)	4,85 ± 0,47	3,66 ± 0,12
Ferro (mg / 100g)	<0,01	0,11 ± 0,01
Fósforo (mg / 100g)	12,34 ± 0,96	6,11 ± 0,09
Magnésio (mg / 100g)	8,97 ± 0,43	7,73 ± 0,10
Potássio (mg / 100g)	116,80 ± 3,31	92,14 ± 2,83
Sódio (mg / 100g)	4,90 ± 0,34	8,36 ± 0,64
Carotenóides (mg / kg)	0,54 ± 0,04	ND**
Antocianinas (mg de malvidina 3G / 100g)	2,38 ± 0,31	2,08 ± 0,17
Vitamina C (mg/100g)	1054,0 ± 88,87	472,01 ± 43,78
Teor alcoólico (°GL)	-	17,32 ± 0,85
SO ₂ (mg/kg)	197,3 ± 5,6	ND

* Média de 3 experimentos com duplicata

**ND – não detectado

A análise instrumental de cor apresentada na Tabela 16 mostrou ter havido modificações mais expressivas na intensidade de cor vermelha (a) e amarela (b). Tal fato poderia estar associado a maior extração de antocianinas para a fase alcoólica ocorrida na etapa de maceração da polpa de acerola. No entanto, o teor de antocianinas decresceu ao final das demais etapas do processamento após o armazenamento do licor por 60 dias.

Tabela 16 – Análise instrumental de cor da polpa e do licor de acerola pelo sistema Hunter de medida

Determinações	Polpa de acerola	Licor de acerola 18°GL/30% de Açúcar
Luminosidade (L)	58,16 ± 5,40	59,20 ± 4,32
Cor vermelha (a)	11,21 ± 1,39	22,88 ± 1,67
Cor amarela (b)	30,41 ± 4,48	39,91 ± 2,79
Variação total de cor (Delta E)	52,92 ± 4,92	61,51 ± 3,97
Turbidez (haze)	70,65 ± 4,17	63,85 ± 5,72

As análise microbiológicas (Tabela 17) apresentaram contagens inferiores aos padrões estabelecidos pelo MINISTÉRIO DA SAÚDE (1997), indicando que o licor é um produto microbiologicamente estável.

Tabela 17 – Análise microbiológica da polpa de acerola

Determinações			Polpa de acerola	Licor de acerola 18°GL/30% de Açúcar
Contagem	padrão	em	$(8,3 \pm 6,8) \times 10^2$	$<10^2$
placa (UFC/g)				
Bolores	e	leveduras	$(1,7 \pm 0,9) \times 10^2$	$<10^2$
(UFC/g)				
Coliformes totais (NMP/g)			<3	<3
Coliformes fecais (NMP/g)			<3	<3
Salmonelas			ausente em 25g	ausente em 25g

5 – CONCLUSÕES

5.1 – Hidrólise enzimática da pectina da polpa de acerola

A hidrólise enzimática da pectina reduziu substancialmente mais a viscosidade da polpa de acerola hidrolisada do que a sua turbidez, independente da concentração da enzima utilizada. Entretanto a concentração de 200ppm de Pectinex Ultra SP-L promoveu maior redução da turbidez do que a concentração de 100ppm, podendo ser recomendada para a hidrólise da polpa de acerola a 30°C/1h.

A hidrólise enzimática da polpa de acerola alterou todos os parâmetros de cor medidos pelo Sistema Hunter, embora não tenha havido diferença expressiva entre os hidrolisados com 100 e com 200ppm de enzima.

O efeito da adição de etanol sobre a turbidez do macerado da polpa de acerola foi maior do que o da hidrólise enzimática. A simples adição de etanol nas concentrações de 25 e de 37,5 mL/100 mL reduziu a turbidez do macerado praticamente a metade. Nesta faixa não houve diferença importante entre os macerados hidrolisado e não-hidrolisados.

A adição de 25 a 50 mL/100 mL de etanol à polpa de acerola aumentou a viscosidade do macerado não-hidrolisado em 36%, revertendo o efeito inverso promovido pela hidrólise enzimática.

Não foi observada diferença substancial nos teores de carotenos e de antocianinas entre os macerados hidrolisados e não-hidrolisados.

Esses resultados mostraram ser desnecessária a hidrólise enzimática da polpa de acerola visando a preparação de um licor.

5.2 – Maceração alcoólica da polpa de acerola

A adição de etanol à polpa de acerola alterou significativamente todos os parâmetros de cor medidos pelo Sistema Hunter. Na concentração de 50mL/100mL de etanol foram observadas as alterações mais significativas pois houve aumento da cor vermelha (a) e o valor da cor amarela (b) também foi elevado, resultando num macerado com coloração vermelha mais intensa comparativamente aos demais macerados.

O efeito da adição de etanol à polpa de acerola se refletiu numa maior extração de carotenos e principalmente de antocianinas, independentemente da realização da hidrólise enzimática da polpa.

O aumento da concentração de etanol promoveu maior degradação da vitamina C dos macerados independentemente da hidrólise enzimática da polpa.

5.3 – Adição de SO₂ à polpa de acerola

Concentrações superiores a 50 mg/kg de SO₂ reduziram a cor vermelha (a) do macerado alcoólico devido a degradação de antocianinas, embora o seu valor absoluto no licor tenha se mantido próximo ao da polpa de acerola.

Concentrações de 200 e 300 mg/kg de SO₂ mantiveram estável a cor amarela (b) em todas as concentrações de etanol, podendo ser recomendada a sua aplicação nessas concentrações para a preparação de licor de acerola.

A adição de SO₂ foi de fundamental importância para a preservação da vitamina C do licor de acerola. A concentração de vitamina C no licor contendo 18°GL/30%AT foi de 472,01 mg/100g, uma quantidade cerca de seis vezes maior do que a necessidade mínima diária de vitamina C preconizada para um adulto.

5.4 – Análise microbiológica do licor de acerola

A análise microbiológica dos licores de acerola ao longo do período de armazenamento apresentaram contagens inferiores aos padrões estabelecidos pelo Ministério da Saúde para bebidas alcoólicas provando ser o produto microbiologicamente estável.

5.5 – Análise sensorial do licor de acerola

O licor preferido pelos consumidores, através do teste de preferência, foi aquele que continha 18°GL e 30% (p/v) de açúcares totais.

O licor de acerola que continha 18°GL e 30% (p/v) de açúcares totais foi o que obteve maior pontuação dos provadores treinados nos principais atributos de qualidade e pode ser definido como uma bebida suave (maciez elevada), adocicada (aroma doce e gosto doce), com aroma e sabor de fruta, de gosto levemente ácido e de aroma e sabor alcoólicos ligeiramente pronunciados.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEMÁN, G.D.; TING, E.Y.; MORDRE, S.C.; HAWES, A.C.O.; WALKER, M.; FARKAS, D.F.; TORRES, J.A. Pulsed ultra high pressure treatments for pasteurization of pineapple juice. **Journal of Food Science**, v.61, n.2, p.388-390, 1996.
- ANDERSON, V.L.; McCLEAN, R.A. Design of experiments. New York: Marcel Dekker, 1974. 418p.
- ANÔNIMO. Le marché des boissons alcoolisées. Bios France, v.24, n.3, p.21-36, 1993.
- AQUARONE, E.; LIMA, U.A.; BORZANI, W. **Alimentos e bebidas produzidos por fermentação**. São Paulo: Edgard Blücher Ltda., 1983. v.5. 227p.
- ASAKA, M.; HAYASHI, R. Activation of polyphenoloxidase in pear Fruits by high pressure treatment. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.55, n.9, p.2439-2440, 1991.
- ASENJO, C.F. Nutrient composition, flavor qualities and other characteristics of the West Indian Cherry (WIC). **Abstracts of Papers American Chemical Society** 176AGFD49, 1978.
- ASENJO, C.F.; MOSCOSO, C.G. Ascorbic acid content and other characteristics of West Indian Cherry. **Food Research**, v.15, p.103-106, 1950.

ASENJO, C.F.; PEÑALOZA, A.; MEDINA, P. Characterization of na ascorbase present in the fruit of the *Malpighia puniceifolia* L. **Federation Proceedings**, v.19, n.1, pt.1, 1960.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. V.II, 16ed. (3rd rev.) Gaithersburg, Maryland: A.O.A.C., 1997.

AUGUSTIN, M.A.; GHAZALI, H.M.; HASHIM, H. Polyphenoloxidase from guava (*Psidium guajava* L.). **Journal of Science Food and Agriculture**, v.36, p.1259-1265, 1985.

BALTES, W. **Rapid methods for analysis of food and food raw material**. Pennsylvania: Technomic Publishing Company, 1990. 392 p.

BORENSTEIN, B. The role of ascorbic acid in foods. **Food Technology**, v.4, n.11, p.98-99, 1987.

CAVALCANTE, M.L. **Composição de carotenóides e valor de vitamina A na pitanga (*Eugenia uniflora*) e acerola (*Malpighia glabra* L.)**. Rio de Janeiro, 1991. 86p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal do Rio de Janeiro.

CHAN Jr., H.T.; YAMAMOTO, H.Y. Kinectics of anthocyanin decomposition in acerola juice. **ASEAN Food Journal**, v.9, n.4, p.132-135, 1994.

CHICHESTER, C.O.; MACFETTERS, R. Pigment degeneration during processing and storage. In: **The Biochemistry of Fruits and Their Products**. Londres, Academic Press, 1971. v.2. p.107-152.

- COUCEIRO, E.M. *Acerola (Malpighia glabra L.) fabulosa fonte de vitamina C natural*. In: **Reunião Nordestina de Botânica**, 10. 1986, Recife. **Anais**. Natal, 1986.
- COUNSELL, J.N. & HORNIG, P.H. **Vitamin C (ascorbic acid)**. Applied Science Publishers: London, 1981. 145p.
- D'ALMEIDA, P.F. **Extração enzimática da polpa de acerola otimizando rendimento, teor de vitamina C e carotenóides**. Rio de Janeiro, RJ, 1996. 108p. Tese (Mestrado) – UFRJ – Universidade Federal do Rio de Janeiro.
- DERSE, P.H.; ELVEHJEM, C.A. Nutrient content of Acerola, a rich source of vitamin C. **Journal of the American Medical Association** 156: 1501-1509, 1954.
- DÍEZ-MARQUES, C.; COLL-HELLIN, L.; GUTIERREZ-RUIZ, L.; ZAPATA-REVILLA, A. Analytical study of apple liqueurs. **Zeitschrift fuer Lebensmittel Untersuchung und Forschung**, v.198, n.1, p.60-65, 1994.
- DIGGLE, P.J. **Statistical analysis of spatial point patterns**. London: Academic Press, 1981. 148p.
- FERREIRA, V.L.P., **Princípios e Aplicações da Colorimetria em Alimentos**, Instruções Técnicas, Campinas n.19., 86p. Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), 1981.

FORMICA, J.V.; REGELSON, W. Review of the biology of quercetin and related bioflavonoids. **Food Chemistry and Toxicology**, v.33, n.12, p.1061-1080, 1995.

FUNDAÇÃO INSTITUTO TECNOLÓGICO DO ESTADO DE PERNAMBUCO.
Fabricação de licores. Recife: SICM, 1985. 23p.

GALAZKA, V.B.; LEDWARD, D.A. High pressure treatment of food. **Food Technology Int. Eur.**, p.123-125, 1995

GODOY, H.T.; RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Occurrence of cis-isomers of provitamin A in brazilian fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.42, p.1306-1313, 1994.

GOMES, F.P. **Curso de Estatística Experimental**. 5^a ed. São Paulo: Nobel, 1973. 468p.

GOMES, M.R.A.; LEDWARD, D.A. Effect of high-pressure treatment on the activity of some polyphenoloxidases. **Food Chemistry**, v.56, n.1, p.1-5, 1996.

GORINSTEIN, S.; MOSHE, R.; WEISZ, M.; HILEVITZ, J.; TILIS, K.; FEINTUCH, D.; BAVLI, D., AMRAM, D. Effect of processing variables on the characteristics of persimmon liqueur. **Food Chemistry**, v.46, p.183-188, 1993.

GROSSMAN, H.J. **Grossman Guide to wines, spirits and beers**. Sherman & Spoerer, 1st ed., New York, 1940. 404 p.

- GUADARRAMA, A. Algunos cambios quimicos durante la maduración de frutos de semeruco (*Malpighia puniceifolia* L.). **Revista de la Facultad de Agronomia de la Univ. Centr. Venez.** v.13, n.1-4, p.111-128, 1984.
- GUTIÉRREZ, L.; ZAPATA, A.; COLL, L.; DIÉZ, C. Analytical study of the mineral and sugar fractions of peach liqueurs. **Food Chemistry**, v.54, p.113-117, 1995.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** 3ª ed., São Paulo: I. A L., 1985. 533p.
- INSTITUTO DE TECNOLOGIA E PESQUISAS DE SERGIPE. **Doces e licores: aproveitamento industrial de frutas do estado de Sergipe.** Aracajú: SIC, 1984. 120p.
- IOKI, K.; SUZUKI, S. Novel ice cream and producing method thereof. **European Patent Application**, EP0480665A1, 1992.
- ITOO, S.; MITSUKO, A.; KIYOTAKE, I. Comparison of ascorbic acid content in acerola fruit from different production region depend on degree of maturity and stability by processing. **Journal Japanese Society and Technology**, v.37, n.9, p.726-729, 1990.
- KLOCZKO, I.; RADOMSKI, M. [Preservation of fruits, vegetables and juices by means of high hydrostatic pressure.] **Przemysl-Spozywczy**, v.50, n.3, p.25-26, 30, 1996.

MACRAE, R. **HPLC in Food Analysis**. 2 ed. London: Academic Press, 1988.

502p.

MANCHADO, P.S.; FULCRAND, H.; SOUQUET, J.M.; CHEYNIER, V.;

MOUTOUNET, M. Stability and color of unreported wine anthocyanin-derived pigments. *Journal of Food Science*, v.61, n.5, p.938-941, 1996

MANUGISTICS. Statigraphics reference manual. Cambridge: manugistics, p. C23-

C27, M61-M77, M107-M110, R7-R11, 1993

MAPSON, L.W. Vitamins in fruits. In: **The Biochemistry of Fruits and Their**

Products. London: Academic Press, 1970. v.1. 369p.

MARINO NETTO, L. **Acerola, a cereja tropical**. São Paulo: Nobel, 1986. 94p.

MARKAKIS, P. Anthocyanins as food colors. Academic Press, London, 1982.

263 p.

MATSUURA, F.C.A.U. **Processamento e caracterização de suco integral e**

concentrado congelado de acerola. Campinas, 1994. 141p. Tese

(Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade

Estadual de Campinas.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G.V.; CARR, B.T. **Sensory Evaluation Techniques**.

Boca Raton: CRC Press, v.2, 1987. 359p.

MILLER, C.D.; WENKAM, N.S.; FITTING, K.O. Acerola-Nutritive value and home

use. **Hawaii Agricultural Experiment Station**. Circular 59: 1-18, 1961.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. Lei nº 8918, de 14/7/1994.

MINISTÉRIO DA SAÚDE – DINAL, Portaria 451 de 19/09/1997.

MORETTI, R.H. **Curso de estabilização de vinhos**. Boletim do Centro Tropical de Pesquisas e Tecnologia de alimentos, março de 1967, n.9, p.31-57, Campinas, SP.

NAGY, S. Vitamin C content of citrus fruit and their products. A review. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, n.28, p.8-18, 1980.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; BARROS, M. de F.C.; QUEIROZ, R.M. Avaliação físico-química de frutos de acerola (*Malpighia glabra*) em diferentes estágios de maturação. In: XIII Congresso Brasileiro de Fruticultura. Resumos, v.1, Salvador, S.B.F., 1994.

OLIVA, P.B. **Estudo do armazenamento da acerola *in natura* e estabilidade do néctar de acerola**. Campinas, 1995. 103p. Tese (Mestrado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas.

PAREEK, O.P.; SHARMA, S. Under-utilized fruits. **Indian Horticulture**, v.38, n.1, p.47-56, 1993.

PEARSON, D. **The chemical analysis of foods**. 6 ed. London: J. & A. Churchill, 1970.

PELCZAR Jr., M.J.; CHAN, E.C.S.; KRIEG, N.R. **Microbiologia: conceitos e aplicações**. 2ª ed. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., v.1, 1996. 524p.

POLLARD, A.; TIMBERLAKE, C.F. **Fruit juices in the biochemistry of fruits and their products**. London: Academic Press Inc., 1971. 573p.

POLYAKOV, I.A.; PRIVALENKO, V.G.; KUCHMII, E.P.; POLYAKOVA, L.V.
[Manufacture of chocolates with a liqueur filling.] **USSR Patent**,
SU1644876, 1991.

QUINTEROS, E.T.T. **Processamento e estabilidade de néctares de acerola-cenoura**. Campinas, SP, 1995. 96p. Tese (Mestrado) – UNICAMP – Universidade Estadual de Campinas.

ROCHA, I.C. **Suco de acerola: efeito da temperatura de pasteurização e armazenamento**. Recife, 1988. 62p. Tese (Mestrado) - Universidade Federal de Pernambuco.

SANTINI Jr., R. & HUYKE, A.S. Identification of the anthocyanins present in the acerola which produces color changes in the juice on pasteurization and canning. **Journal of Agricultural of the University of Puerto Rico**, n.40, p.171-178, 1956.

SCHEWEIZERISCHE FERMENT AG. Pectinex™ Ultra SP-L. Juice yields-up to the last drop. Basel. 1984

- SEYDERHELM, I.; BOGUSLAWSKI, S.; MICHAELIS, g.; KNORR, D. Pressure induced inactivation of selected food enzymes. **Journal of Food Science**, v.61, n.2, p.308-310, 1996.
- SIDDIQ, M.; ARNOLD, J.F.; SINHA, N.K. and CASH, J.N. Effect of polyphenol oxidase and its inhibitors on anthocyanin changes in plum juice. **Journal of Food Processing and Preservation**, n.18, p. 75-84, 1994.
- SILVA, S. D., da, **Cor: Definição e Métodos de Medição**, Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, n.36 p81-83, 1973.
- SPECK, M.L. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. 2 ed. Washington D.C.: A.P.H.A.,1984. 914p.
- SPIEGEL, M.R. **Estatística**. 3ª ed. São Paulo: Makron Books do Brasil Editora Ltda., 1993. 643p.
- STILLMAN, J.A. Color influences flavor identification in fruit-flavored beverages. **Journal of Food Science**, v.58, n.4, p.810-812, 1993.
- STONE, H.; SIEDEL, J.; OLIVER, S. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technology**, v.28, n.11, p.24-34, 1974.
- SURENA, L. [Process for maceration of fruit for manufacture of a liqueur.] **French Patent Application**, PN. FR2729155A1, 1996.

TAKAHASHI, M.Y. **Monografia de corantes naturais para fins alimentícios.**

Padrões de qualidade e identidade. 2ª ed. São Paulo: Instituto Adolfo Lutz, 1987. 118p.

TANADA, P.S. **Obtenção de extrato de banana (*Musa cavendishii*) isento de polifenol oxidase por ultra filtração e concentrado por osmose**

inversa. Campinas, 1996. 101p. Tese (Mestrado) - UNICAMP,

Universidade Estadual de Campinas.

TELLES, P.R.S.; MORETTI, R.H.; HINOJOSA, G.R.; GARRUTI, R.S.

Rendimentos no processamento de suco de caju. Resumos da XXVII

Reunião Anual – Suplemento Ciência e Cultura – SBPC, julho de 1975,

v.27, n.7, p.494, Belo Horizonte, MG.

TOCCHINI, R.P. **Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na**

qualidade do suco concentrado de laranja pasteurizado, embalado

aspticamente em *Tetra brik*. Piracicaba, SP, 1985. 51p. Tese

(Mestrado) - ESALQ, Universidade de São Paulo.

TRITTON, S.M. **Spirits, aperitifs and liqueurs: their production.** London: Faber

and Faber Ltd., 1975. 82p.

VARNAM, A.H.; SUTHERLAND, J.P. **Beverages: Technology, Chemistry and**

Microbiology. 2 ed. London: Chapman & Hall, 1994. 464p. v.2.

YEN, G.C.; LIN, H.T. Comparison .of high pressure treatment and thermal pasteurization effects on the quality and shelf life of guava puree. **International Journal of Food Science and Technology**, v.31, p.205-213, 1996.

Apêndice A - Ficha para análise sensorial do licor de acerola

LICOR DE ACEROLA

Nome: _____ Data: ____/____/____

Faça um traço vertical cruzando a linha horizontal no ponto que melhor indicar a intensidade de cada parâmetro avaliado.

Por favor , analise os atributos na seguinte ordem:

Amostra nº: _____

Aparência
Aderência



Aroma
Aroma frutal



Aroma doce



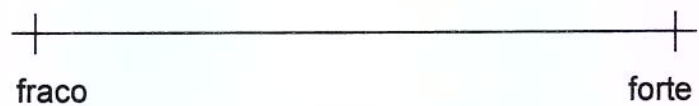
Aroma alcoólico



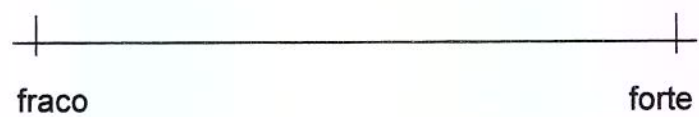
Consistência
Viscosidade



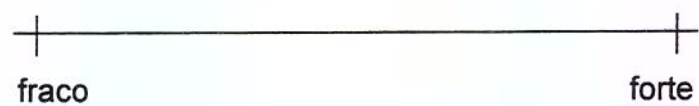
Maciez



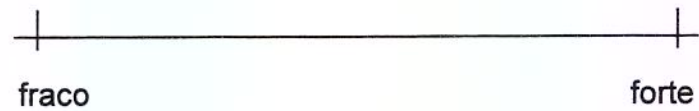
Sabor
Sabor frutal



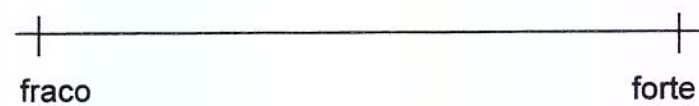
Gosto doce



Gosto ácido



Sabor alcoólico



Pungência

