

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS

UNICAMP

BIBLIOTECA CENTRAL

SEÇÃO CIRCULANTE

FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

DEPARTAMENTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

DESENVOLVIMENTO DE PROCESSO A VÁCUO PARA GELÉIA DE  
ACEROLA (*Malpighia emarginata*, *Malpighia glabra*) E  
ACOMPANHAMENTO DA VIDA DE PRATELEIRA

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

PARECER

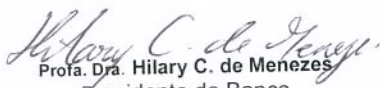
Este exemplar corresponde à  
redação final da tese defendida por  
**Vitor Negrete**, aprovada pela  
Comissão Julgadora em 05 de  
junho de 2001.

Vitor Negrete

Engenheiro de Alimentos

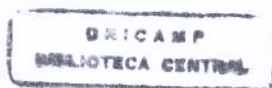
Campinas, 05 de junho de 2001

Prof. Dra. Hilary Castle de Menezes

  
Prof.ª Dra. Hilary C. de Menezes  
Presidente da Banca

Orientadora

Campinas, 2001



200117150

UNIDADE	BC
N.º CHAMADA:	TI UNICAMP
V.	N 312 d
Ex.	
TOMBO BC/	45951
PROC.	16-392101
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREC.	R\$ 11,00
DATA	11-02-01
N.º CPD	

CM00158579-5

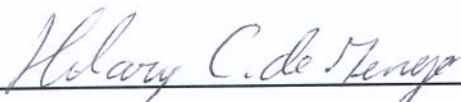
FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA  
BIBLIOTECA DA F.E.A. - UNICAMP

V312d Negrete, Vitor  
Desenvolvimento de processo a vácuo para geléia de acerola  
(*Malpighia marginata*) e acompanhamento da prateleira / Vitor  
Negrete. – Campinas, SP: [s.n.], 2001.

Orientador: Hilary Castle de Menezes  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de  
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos.

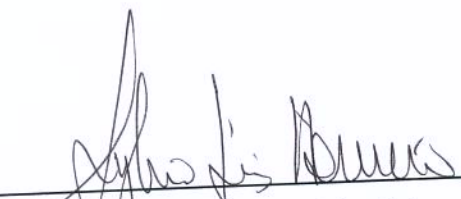
1.Geléia. 2.Acerola. 3.Aditivos. I.Menezes, Hilary Castle  
de. II.Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de  
Engenharia de Alimentos. III.Título.


Membros da Banca Examinadora

  
Prof. Dra. Hilary Castle de Menezes  
(orientadora)

---

Prof. Dr. Carlos Grosso  
(membro)

  
Prof. Dr. Sylvio Luis Honório  
(membro)

  
Prof. Dr. Horácio Pezoa  
(membro)

Se estava com medo? Mais que a espuma das ondas, estava branco, completamente branco de medo. Mas, ao me encontrar afinal só, só e independente, senti uma súbita calma. Era preciso começar a trabalhar rápido, deixar a África para trás, e era exatamente o que eu estava fazendo. Era preciso vencer o medo; e o grande medo, meu maior medo na viagem, eu vencera ali, naquele mesmo instante, em meio à desordem dos elementos e a bagunça daquela situação. Era o medo de nunca partir. Sem dúvida, este foi o maior risco que corri: não partir.

Amyr Klink

Cem dias entre céu e mar

Meus especiais agradecimentos:

Aos meus pais, Silvio e Roma,  
pela vida e apoio irrestrito; e  
a Stephany Dean pelo empurrãozinho  
para terminar este trabalho



## AGRADECIMENTOS

À Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes pela orientação, dedicação, paciência e bom senso, imprescindíveis para a realização deste trabalho.

Ao CNPq pela concessão da bolsa de estudos.

A Nichirei, De Marqui e a Cajuba-CCB pela doação da polpa de acerola.

A Citrus Colloids pela doação da pectina.

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos por permitir a utilização da planta piloto.

A todos os membros da banca examinadora pelas sugestões dadas na ocasião do exame de qualificação e correção dos bonecos.

A Gabriela pela ajuda, paciência e bom humor em todas as etapas deste trabalho.

A Daniela pelo apoio nos momentos mais difíceis da parte experimental.

A Farayde pela ajuda irrestrita no processamento da geléia.

A Aninha e Priscila pela ajuda nos mistérios do laboratório de Frutas e Hortaliças.

A Ana Lourdes, do Laboratório de Microbiologia; Adauto do Departamento de Tecnologia de alimentos e a todos os funcionários.

A Ana Silvia pela ajuda (socorro!!!) na redação final.

A Amanda, Cris Taxi, Rafa, Alessandra, Kelly, Valéria, Marinalda, Leonel, Paulo e a todos os amigos da Tecnologia, pelos momentos inesquecíveis e principalmente pela amizade – muito obrigado.

## ÍNDICE

ÍNDICE DE TABELAS .....	XIII
ÍNDICE DE FIGURAS .....	XVII
RESUMO.....	XIX
SUMMARY.....	XXI
INTRODUÇÃO .....	1
OBJETIVOS .....	3
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA .....	5
1. ACEROLA .....	5
1.1. Histórico .....	5
1.2. Botânica.....	5
1.3. Composição química .....	6
2. ÁCIDO ASCÓRBICO .....	10
2.1. Estabilidade .....	10
2.2. Degradação .....	10
2.3. O ácido ascórbico na acerola.....	13
2.4. O ácido ascórbico nos produtos da acerola .....	14
2.5. CO <sub>2</sub> e ácido ascórbico .....	15
2.6. O ácido ascórbico no homem .....	16
2.7. Ácido ascórbico e IDR (ingestão diária recomendada) .....	19

2.8. Ácido ascórbico como conservante .....	20
3. ANTOCIANINAS.....	21
3.1. Antocianina presente na acerola.....	21
3.2. Antocianinas e percepção visual da cor.....	21
3.3. Antocianinas e ácido ascórbico.....	21
3.4. Cinética da degradação das antocianinas em suco de acerola .....	22
4. CONSERVANTES .....	22
4.1. Ácido cítrico .....	23
4.2. Ácido sórbico .....	23
4.3. Ácido benzóico.....	24
4.4. Ácido Eritórbico.....	24
4.5. EDTA .....	24
4.6. Sulfitos .....	25
MATERIAL E MÉTODOS .....	27
1. MATERIAL.....	27
1.1. Polpas de acerola .....	27
1.2. Outros ingredientes.....	27
1.3. Equipamentos .....	28

2. MÉTODOS .....	29
2.1. Seleção da polpa para o processamento.....	29
2.2. Desenvolvimento do processo .....	29
2.2.1. Processamento no tacho a vácuo com camisa de vapor Groem.....	30
2.2.2. Pré-testes de processamento no rotavapor BÜCHI.....	31
2.2.3. Ajuste da formulação da geléia.....	32
2.2.4. Esterilidade comercial.....	33
2.2.5. Processamento em fases .....	34
2.2.6. Formação de espuma.....	34
2.2.7. Processamento com massa massa inicial de 2050g .....	36
2.2.8. Formulação da geléia .....	37
2.3. Acompanhamento da vida de prateleira .....	41
2.3.1. Determinação do pH.....	41
2.3.2. Graus Brix.....	41
2.3.3. Acidez titulável.....	41
2.3.4. Ácido ascórbico .....	41
2.3.5. Medida objetiva de cor.....	42
2.3.6. Antocianinas .....	42
2.3.7. Análise sensorial.....	43
2.3.8. Análise microbiológica .....	44



2.3.9. Planejamento Estatístico .....	45
RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	49
1. CARACTERIZAÇÃO DAS DIFERENTES FORMULAÇÕES DA GELÉIA DE ACEROLA APÓS O PROCESSAMENTO E DURANTE A VIDA DE PRATELEIRA. ....	49
1.1. Análises físicas e químicas .....	49
1.1.1. Cor .....	49
1.1.2. pH .....	57
1.1.3. Sólidos solúveis – Brix .....	58
1.1.4. Acidez total titulável .....	60
1.1.5. Ácido Ascórbico .....	62
1.1.6. Antocianinas .....	64
1.2. Avaliação Microbiológica.....	66
1.3. Análise sensorial.....	66
2. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	70
CONCLUSÕES .....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	73
ANEXOS .....	79

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Teores de ácido ascórbico e beta caroteno em frutas brasileiras.....	7
Tabela 2. Teores de vitaminas do complexo B da acerola .....	8
Tabela 3. Teor de minerais da acerola .....	8
Tabela 4. Composição química da acerola.....	9
Tabela 5. Formulação final da geléia de acerola. massa inicial total de 2050g com 0,4% de pectina e 1025g de polpa .....	38
Tabela 6. Balanço de massa dos componentes da geléia.....	39
Tabela 7. Balanço de massa da solução de pectina.....	39
Tabela 8. Variáveis de processo.....	40
Tabela 9. Valores de concentração de aditivos correspondentes aos níveis do planejamento experimental.....	46
Tabela 10. Matriz de planejamento $2^{4-1}$ com 3 pontos centrais. ....	47
Tabela 11. Matriz de planejamento com as respostas Da, Db, DL para os tempos 1, 2 e 3.....	51
Tabela 12. Efeitos para Da para o tempo1. ....	51
Tabela 13. Efeitos para Db para o tempo1. ....	51
Tabela 14. Efeitos para DL para o tempo1. ....	52
Tabela 15. Efeitos para Da para o tempo 2. ....	52
Tabela 16. Efeitos para Db para o tempo 2. ....	52
Tabela 17. Efeitos para DL para o tempo 2. ....	52



## RESUMO

A acerola é uma das frutas com maior concentração de ácido ascórbico – 1500 a 2890mg/100g de polpa (FONSECA *et al.*, 1969). A geléia da fruta apresenta sabor e aroma agradáveis ao paladar, entretanto, quando elaborada da forma convencional, em tacho aberto, após o processamento adquire coloração escura e durante o armazenamento fica progressivamente mais escura. Além do problema da mudança de cor ocorre a formação de bolhas, provenientes da degradação do ácido ascórbico. Várias mudanças também ocorrem no suco durante o tratamento térmico e armazenamento. A cor do suco muda de vermelho para amarelo, o teor de ácido ascórbico diminui, CO<sub>2</sub> é produzido e sabores estranhos se desenvolvem (SANCHES-NIEVA, 1955). A mudança de cor e a produção de CO<sub>2</sub> são atribuídas à decomposição da malvidina (SANTINI & HUYKE, 1956) e do ácido ascórbico (CHAN *et al.*, 1966).

Esta dissertação pode ser dividida em duas partes. A primeira de desenvolvimento do produto geléia de acerola processada a vácuo e a segunda de acompanhamento da vida de prateleira da geléia.

O processamento da geléia de acerola a vácuo teve por objetivo minimizar a degradação do ácido ascórbico e antocianinas, pigmento responsável pela cor vermelha; e reduzir a perda, durante o processamento, das características organolépticas da fruta, como sabor e aroma. No mercado é comum encontrar-se polpa de acerola com a coloração amarela, entretanto a coloração natural da polpa é vermelha. As antocianinas da acerola se degradam muito facilmente, dificultando sua conservação nos produtos da fruta. A cor e aspectos visuais são fundamentais para a comercialização dos alimentos e, em geral, são preferidos produtos que conservam as características naturais da fruta.

A geléia foi processada em laboratório usando-se o Rotavapor da marca Büchi. A formulação básica foi: polpa de acerola congelada, sacarose comercial refinada, xarope de glicose, ácido cítrico e pectina de gelificação lenta. O ponto

final foi de 67° Brix. Após pesquisa bibliográfica foram selecionados o benzoato de sódio, sorbato de potássio, EDTA - sal dissódico e o ácido eritórbico como aditivos visando a preservação da geléia. Utilizou-se um planejamento fatorial fracionário  $2^{4-1}$  com 3 pontos centrais para avaliar a influência de cada aditivo nas respostas. Cada aditivo foi variado em 2 níveis (+, -). Incluiu-se uma formulação sem aditivos. A vida de prateleira foi estudada durante 196 dias. Cada formulação foi analisada nos tempos 0, 35, 96, 196 dias. Para a avaliação estatística do planejamento fatorial foram escolhidas como respostas as medidas de cor (L, a, b), pH, sólidos solúveis (brix), acidez total titulável, concentração de ácido ascórbico, antocianinas totais e respostas da análise sensorial para aroma, aparência, textura, sabor e aparência avaliada através do pote.

A geléia apresentou níveis altos de ácido ascórbico e boa aceitação na análise sensorial. O problema do escurecimento foi controlado em todas as formulações. Ocorreu a formação de bolhas após o quarto mês de armazenamento, entretanto estas evoluíram a partir de bolhas formadas no envasamento. O ácido eritórbico apresentou efeitos positivos para a cor com  $p < 0,05$ , para a análise sensorial com  $p < 0,1$  e efeito positivo para a concentração de ácido ascórbico com  $p < 0,1$ . O benzoato de sódio apresentou efeitos negativos para a cor com  $p < 0,05$  e análise sensorial com  $p < 0,1$ , mas apresentou efeitos positivos na concentração de ácido ascórbico com  $p < 0,05$ . O EDTA apresentou efeitos positivos na concentração de antocianinas com  $p < 0,05$  e para a concentração de ácido ascórbico com  $p < 0,1$ .



## SUMMARY

West indian cherry a fruit with one of the highest ascorbic acid contents – 1500 to 2890 mg/100g pulp (FONSECA *et al.*, 1969). The west indian cherry jelly has a pleasant flavor and aroma. However, when elaborated using a conventional open pan process, west indian cherry jelly acquires a dark color during processing and progressively darkens during storage. Besides the color change, there is a formation of bubbles witch originate from ascorbic acid degradation. Many changes also occur in the juice during heating and storage. The color changes from red to yellow, the ascorbic acid content decreases, CO<sub>2</sub> is produced and off-flavors are developed (SANCHES-NIEVA, 1955). The color change and the CO<sub>2</sub> production are attributed to the decomposition of malvidin (SANTINI & HUYKE, 1956) and of ascorbic acid (CHAN *et al.*, 1966).

This dissertation is divided into two parts. The first is about the development of a vacuum-processed west indian cherry jelly, the second concerns monitoring the shelf life.

The vacuum-processing of the west indian cherry jelly had two goals: minimizing the degradation of ascorbic acid and anthocyanins (pigments responsible for the red color), and reducing losses in the sensory properties of the fruit, like flavor and aroma, during processing. Although the natural color of the west indian cherry pulp is red, it is common to see yellowish colored pulp. The easy degradation of west indian cherry anthocyanins makes it difficult to preserve these pigments in the fruit products. The color and visual aspects are essential to food marketing, and products maintaining the natural properties of the fruits are generally preferred.

The jam was processed in laboratory with a Büchi Rotavapor. The basic formulation was: frozen west indian cherry pulp, refined commercial sugar, glucose syrup, citric acid and slow-jellifying pectin. The final point was 67° Brix. After

bibliographic review, sodium benzoate, potassium sorbate, EDTA (disodium salt) and erythorbic acid were selected as additives to preserve the jam. A fractional factorial design  $2^{4-1}$  was used with 3 central points to evaluate the effect of each additive on the responses. Each additive was applied at two levels (+,-). A formulation with no additives was included. The jam shelf life was evaluated for 196 days. Each formulation was analyzed at 0, 35, 96 and 196 days. For statistical evaluation of the factorial design, the following measurements were selected as the responses: color (L, a, b), pH, soluble solids (Brix), total titratable acidity, ascorbic acid content, total anthocyanin concentration and sensory results for aroma, appearance, texture, flavor and appearance evaluated through the jar.

The jam presented high ascorbic acid levels and good sensory acceptance. The darkening was controlled in all formulations. Bubbles were formed after three months of storage, although these were originated from bubbles formed during the packaging. Erythorbic acid presented a positive effect on the color ( $p<0,05$ ), sensory results ( $p<0,1$ ) and on the ascorbic acid concentration ( $p<0,1$ ). Sodium benzoate presented negative effects on the color ( $p<0,05$ ) and sensory results ( $p<0,1$ ), but positive effect on the ascorbic acid content ( $p<0,05$ ). EDTA presented positive effects on the anthocyanin concentration ( $p<0,05$ ) and on the ascorbic acid concentration ( $p<0,1$ ).

## INTRODUÇÃO

A produção de acerola tem crescido constantemente no Brasil, sendo uma alternativa econômica para produtores agrícolas. Estabelecida a produção de frutas e polpa, a diversificação para produtos da acerola é um passo natural. A geléia agrega valor, podendo absorver também aquelas frutas que não atingiram padrão para a comercialização “in natura”, diminuindo as perdas. Tradicionalmente, as geléias visam conservar as frutas para que estas possam ser consumidas após o final da estação de produção. Pela adição de sacarose comercial e ácido cítrico as geléias se preservam por um tempo muito maior que as frutas, facilitando o transporte, armazenamento e comercialização.

Hoje em dia, os consumidores procuram cada vez mais alimentos saudáveis, que contribuam para melhorar e manter a sua saúde. A vitamina C está envolvida em vários processos metabólicos do corpo humano. A geléia de acerola, na dieta, quando processada de forma a manter a vitamina C presente na fruta, contribui de maneira significativa para atingir os níveis mínimos desta vitamina preconizados como necessários. Com grande aceitação por crianças e idosos a geléia poderia ser facilmente adicionada às dietas em hospitais, escolas e creches, sendo uma fonte natural de vitamina C.



## **OBJETIVOS**

O objetivo geral desta dissertação foi o desenvolvimento de um processo para produzir geléia de acerola a vácuo, procurando preservar a coloração vermelha, evitar a produção de bolhas e escurecimento durante o armazenamento. A geléia deveria apresentar características de aroma e sabor satisfatórias. O estudo foi dividido em duas etapas: (1)-desenvolvimento do processo para a produção da geléia; (2)-acompanhamento da vida de prateleira da geléia.



## REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 1. Acerola

#### 1.1. Histórico

Segundo SIMÃO (1971), a origem exata dessa espécie suscita dúvidas; foi encontrada no mar das Antilhas, norte da América do Sul e América Central. Sabe-se que antes da descoberta da América os índios dela se utilizavam e que os nativos se encarregaram de transportá-la de ilha em ilha, e que essa disseminação também contou com o auxílio de pássaros. Em 1903, a cereja das Antilhas foi introduzida na Flórida, através de Cuba e a seguir em outros países do continente americano.

#### 1.2. Botânica

Grande confusão na classificação botânica reinou no início dos estudos dessa planta, sendo a mesma classificada como *Malpighia puniceifolia* e *Malpighia glabra*. O nome *Malpighia* foi dado em homenagem ao fisiologista italiano Marcello Malpighi, um dos primeiros pesquisadores a utilizar do microscópio para o estudo das estruturas animais e vegetais. O estudo da classificação dessa cereja chamou a atenção dos taxonomistas Woodbury e Swant, do Departamento de Genética da Estação Experimental Agrícola de Rio das Pedras - Porto Rico, que concluíram ser a Cereja das Antilhas planta híbrida da *Malpighia puniceifolia* e *Malpighia glabra* (SIMÃO, 1971).

Certos autores chamam a acerola como *Malpighia glabra* L. Em Porto Rico a Cereja das Antilhas é referida como *M. puniceifolia* L. e *M. glabra* L. Estes dois nomes são sinônimos, mas se aplicam a espécies bem diferentes da Cereja das Antilhas. O nome correto da Cereja das Antilhas é *Malpighia emarginata* DC (SALUNKHE & DESAI, 1984).

MAZZA & MINIATI (1993) se referem a fruta como acerola, também conhecida como cereja das Antilhas (West Indian cherry), cereja de Barbados (Barbados cherry), e fruta da *Malpighia marginata* (anteriormente *M. punicifolia* L.).

SIMÃO (1971), descreve a planta: do florescimento à maturação são gastos, em média, 22 dias. A frutificação ocorre de 3 a 4 vezes por ano e em Porto Rico tem sido registradas até sete colheitas. O tamanho do fruto varia de 1 a 2,5cm com peso de 2 a 10g. O fruto apresenta 3 sementes, é verde quando em desenvolvimento, passando a amarelo e finalmente vermelho quando maduro. Os frutos maduros normalmente produzem suco avermelhado, que representa 80% do seu peso. Os frutos muitas vezes são chamados de maçãs devido à presença de ácido málico, que dá ao fruto um perfume semelhante ao da maçã.

### **1.3. Composição química**

A composição química, incluindo o teor de ácido ascórbico da acerola têm sido estudada extensivamente. As Tabelas 1, 2, 3 e 4 resumem alguns resultados obtidos e suas respectivas referências.

**Tabela 1. Teores de ácido ascórbico e beta caroteno em frutas brasileiras**

Fruta	Nome científico	Estado de maturação	Ácido ascórbico mg/100g	Beta caroteno mg/100g
Abacaxi	<i>Ananas comosus</i>	Maduro	21	-
Cabeludinha	<i>Eugenia tomentosa</i>	Maduro	2500-2900	-
Caju (vermelho)	<i>Anacardium occidentale L.</i>	Maduro	220	97
Caqui	<i>Diospyro kaki L.</i>	Maduro	9	293
Carambola (amarela.)	<i>Averrhoa carambola L.</i>	Maduro	37	520
Cereja das antilhas	<i>Malpighia punicifolia</i>	Verde	2033-2890	-
Cereja das antilhas	<i>Malpighia punicifolia</i>	Madura	1752-2200	590
Cereja das antilhas	<i>Malpighia punicifolia</i>	Bem madura	1500-1700	1026
Goiaba (vermelha.)	<i>Psidium guava</i>	Madura	166-169	2380-3560
Groselha da Índia	<i>Phyllanthus acidus</i>	Verde	17	-
Grumixama	<i>Eugenia brasiliensis</i>	Madura	11	-
Guabiroba	<i>Campimanesia spp.</i>	Verde	18	-
Jambo	<i>Eugenia jambosa</i>	Maduro	17	455
Mamão (vermelha)	<i>Carica papaya</i>	Maduro	53-60	1370-1600
Manga Espada	<i>Mangifera indica L.</i>	Maduro	12	922
Maracujá (suco)	<i>Passiflora quadrangularis</i>	Maduro	12-17	1200-2850
Melão	<i>Cucumis melo L.</i>	Maduro	64	684
Pêssego (amarelo)	<i>Prunus persica</i>	Maduro	16	1515
Pitanga	<i>Eugenia pitanga</i>	Madura	30	-

fonte: FONSECA et al., 1969



**Tabela 2. Teores de vitaminas do complexo B da acerola**

Vitamina	Suco <sup>a,b,c,d</sup> (µg%)	Suco <sup>e</sup> (µg%)	Fruta com semente <sup>e</sup> (µg%)
Tiamina	24	30,0	30,0
Riboflavina	73	50,0	50,0
Niacina	480	290,0	407,0
Vitamina B <sub>6</sub>	205	4,4	8,7

<sup>a</sup> ASENJO, 1946<sup>d</sup> ASENJO & MUNIZ, 1955<sup>b</sup> ASENJO, 1948<sup>e</sup> DERSE & ELVEHJEM, 1954<sup>c</sup> ASENJO, 1950**Tabela 3. Teor de minerais da acerola**

Mineral (mg/100g)	Suco <sup>a</sup>	Fruta com semente <sup>a</sup>	Fruta com semente <sup>b</sup>	Parte comestível <sup>c</sup>
Cálcio	9,9	11,7	-----	8,7
Fósforo	8,8	10,9	-----	16,2
Ferro total	0,54	0,24	-----	0,17
Chumbo	31,0	120,0	-----	-----
Ácido arsênico	10	10	-----	-----
Sódio	3,2	2,7	14 (faixa 11 a 16)	-----
Potássio	-----	-----	83 (faixa 46 a 116)	-----

<sup>a</sup> DERSE & ELVEHJEM, 1954<sup>c</sup> MILER & HENKAN, 1961<sup>b</sup> CANCIO & LEON, 1959

**Tabela 4. Composição química da acerola.**

Constituinte	Suco <sup>a</sup>	Fruta com sementes <sup>b</sup>	Parte comestível <sup>b</sup>
Proteína (N x 6,25)	0,39	0,39	0,68
Atividade de água	94,15	92,28	91,10
Cinzas (%)	0,21	0,20	0,45
Gordura (%)	0,28	0,34	0,19
Fibra bruta (%)	0,26	0,43	0,60
Carboidratos por diferença (%)	4,71	6,36	6,98
pH	3,5	3,6	-----
Ácido ascórbico reduzido (mg/100g)	1455,8	1496,4	2329,00
Ácido dehidroascórbico (mg/100g)	38,2	196,4	-----
Vitamina C total (mg/100g)	1494,0	1692,8	-----

<sup>a</sup> DERSE & ELVEHJEM, 1954<sup>b</sup> MILER & HENKAN, 1961

## 2. Ácido ascórbico

### 2.1. Estabilidade

Segundo FENNEMA (1982), o ácido ascórbico é altamente sensível a várias formas de degradação. Fatores que podem influenciar a natureza do mecanismo de degradação incluem temperatura, concentrações de sal e açúcar, pH, oxigênio, enzimas, catalisadores metálicos, concentração inicial de ácido ascórbico e razão entre ácido ascórbico e ácido dehidroascórbico. Segundo o autor: “Desde que tantos fatores podem influenciar a natureza do mecanismo de degradação do ácido ascórbico, não é praticável construir relações definidas claras entre precursor-produto, exceto para os caminhos iniciais da reação. Os mecanismos e caminhos de reação propostos são baseados em estudos cinéticos físicos e químicos, assim como na determinação da estrutura de produtos isolados. Muitos destes estudos foram conduzidos em sistemas modelo em pH inferior a dois, ou em altas concentrações de ácidos orgânicos e, portanto, podem não refletir o padrão de degradação exata que ocorre em um produto particular que contém ácido ascórbico.”

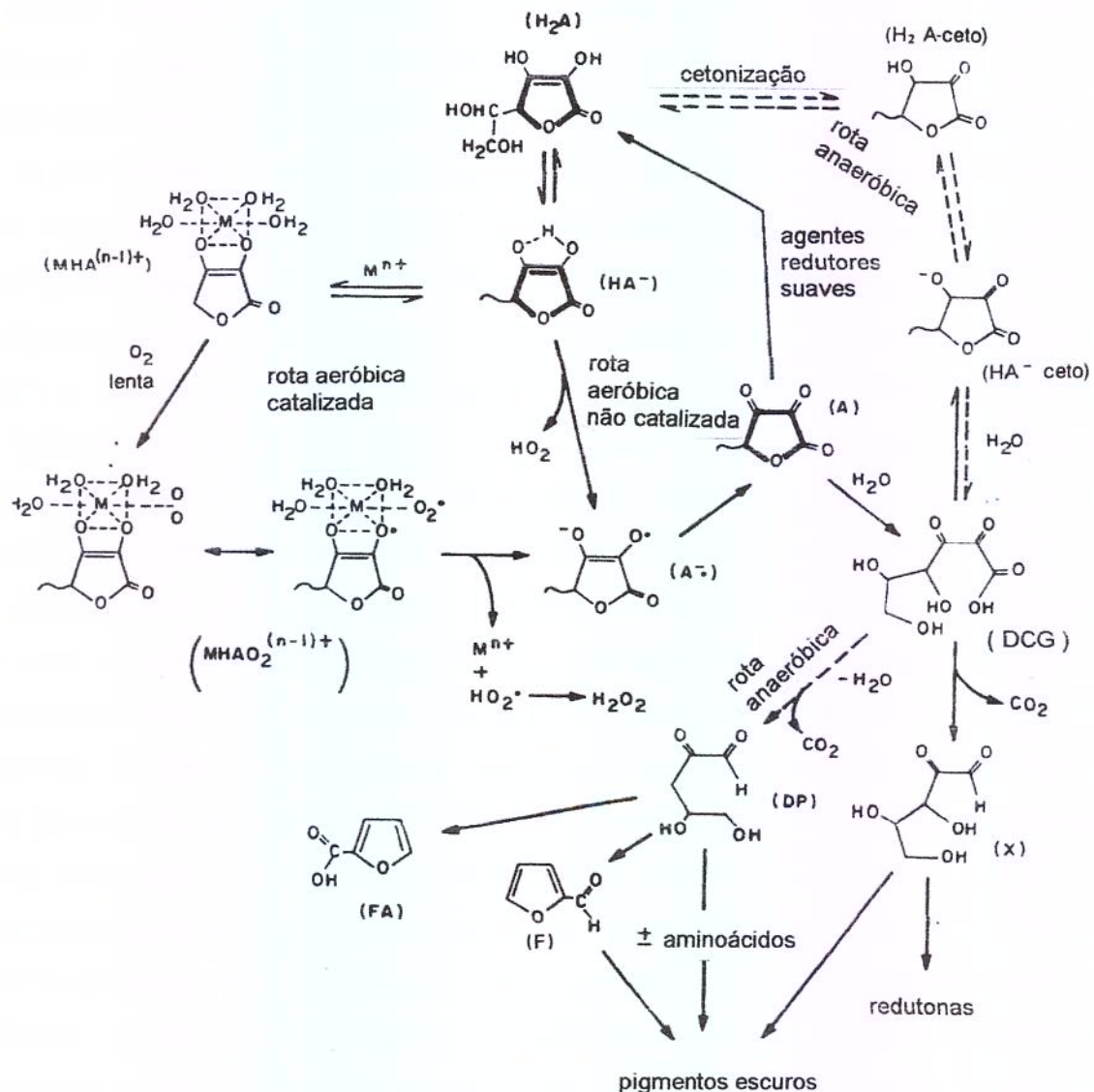
### 2.2. Degradação

FENNEMA (1982) descreve, através de um esquema (Figura 1), as reações de degradação do ácido ascórbico. Na presença de oxigênio, o ácido ascórbico é degradado fundamentalmente via seu monoanion ( $\text{HA}^-$ ) para ácido dehidroascórbico (A). O caminho exato e a taxa total são funções da concentração de catalisadores metálicos ( $\text{M}^{n+}$ ) no sistema. A taxa de formação de A é aproximadamente de primeira ordem com respeito a  $[\text{HA}^-]$ ,  $[\text{O}_2]$  e  $[\text{M}^{n+}]$ . Quando o catalisador é  $\text{Cu}^{2+}$  ou  $\text{Fe}^{3+}$ , as constantes da taxa de degradação específicas são de várias ordens de magnitude superiores das constantes da taxa de degradação para a oxidação espontânea. Por isto, poucas partes por milhão destes metais podem causar sérias perdas de vitamina C nos alimentos. A reação não catalisada não é proporcional a concentração de oxigênio a baixas pressões parciais de



oxigênio. Abaixo de uma pressão parcial de 0,40atm, a taxa parece diminuir indicando um caminho diferente de oxidação. Uma possibilidade é a oxidação direta pelos radicais hidroperóxido ( $\text{HO}_2\bullet$ ) ou peróxido de hidrogênio. Em contraste, a taxa no caminho catalisado é proporcional a pressão parcial de oxigênio até 0,19atm. O caminho postulado envolve a formação de um complexo metal-ânion,  $\text{MHA}^{(n-1)+}$ , que se combina com oxigênio para dar um complexo metal-oxigênio-ligado,  $\text{MHAO}_2^{(n-1)+}$ . Este complexo possui a forma de ressonância de um dirradical que rapidamente se decompõe para dar o radical ânion ascorbato ( $\text{A}^-\bullet$ ), o ion metálico original ( $\text{M}^{n+}$ ) e ( $\text{HO}_2\bullet$ ). O ânion radical ( $\text{A}^-\bullet$ ) reage rapidamente com  $\text{O}_2$  para dar ácido dehidroascórbico (A). A dependência a respeito do oxigênio das reações catalisadas é a chave para estabelecer este mecanismo, no qual a oxidação tem lugar na etapa limitante da velocidade de formação de  $\text{MHAO}_2^{(n-1)+}$ . Na rota oxidativa não catalisada, o ânion ascorbato ( $\text{HA}^-$ ) sofre ataque do oxigênio molecular em uma fase limitante da velocidade, rendendo inicialmente os radicais ( $\text{A}\bullet$ ) e ( $\text{HO}_2\bullet$ ), que rapidamente se transformam em (A) e  $\text{H}_2\text{O}_2$ . Desta maneira, os caminhos catalisado e não catalisado têm intermediários comuns e não são distinguíveis pela análise dos produtos da reação. Como o ácido dehidroascórbico é rapidamente transformado para ascorbato mediante uma redução suave, a perda de atividade vitamínica ocorre somente após a hidrólise da lactona para formar 2,3 ácido dicetoglucônico (DCG). Embora o caminho anaeróbico possa também contribuir para a degradação do ácido ascórbico; na presença de oxigênio e à temperatura ambiente, até mesmo a taxa de oxidação não catalisada é muito maior que a taxa do caminho anaeróbico. Consequentemente, ambos caminhos podem ser operativos na presença de oxigênio, com os caminhos oxidativos predominantes. Na ausência de oxigênio, os catalizadores metálicos não influenciam o processo; entretanto, certos quelatos de  $\text{Cu}^{2+}$  e  $\text{Fe}^{3+}$  se comportam como catalizadores independentemente da concentração de oxigênio, sendo a eficácia catalítica dependente da eficácia do quelato metálico. A decomposição do ácido ascórbico está intimamente ligada ao escurecimento não enzimático em alguns alimentos. Evidência acumulada tende a indicar grande divergência no que

se refere aos produtos finais formados, dependendo se a decomposição foi oxidativa ou não.



As linhas em negrito representam as formas principais com atividade vitamínica; H<sub>2</sub>A: ácido ascórbico reduzido; HA: monoânion do ácido ascórbico; A: ácido deidroascórbico; A<sup>-</sup>: radical ânion ascorbato; DCG: ácido diceto glucônico; M<sup>n+</sup>: catalisador metálico; HO<sub>2</sub>•: radical hidróperóxido; DP: 3-deoxipentose; X: xilose; F: furfural; FA: ácido 2-furancarboxílico.

Fonte: FENNEMA (1982)

**Figura 1. Degradação do ácido ascórbico.**



### 2.3. O ácido ascórbico na acerola

SALUNKHE & DESAI (1984), relatam que a atividade da ácido ascórbico oxidase presente na acerola foi rapidamente perdida quando a fruta foi armazenada, mesmo a baixas temperaturas. A fruta madura apresentou atividade enzimática superior a da fruta verde, o que explica a concentração menor de ácido ascórbico na fruta madura quando comparada à fruta verde.

PANTASTICO *et al.* (1975) através de experimentos realizados na Estação Experimental Agrícola Isabela em acerolas da variedade B-17, chegou as seguintes conclusões: (a-) a porcentagem de frutas maduras aumentou a medida que a estação progrediu; (b-) os sólidos totais foram muito maiores no final da estação, mostrando que frutos maduros apresentam mais sólidos totais que os frutos imaturos; (c-) o teor de ácido ascórbico foi muito menor no final da estação, indicando que a porcentagem desta vitamina é reduzida a medida que a fruta amadurece.

A quantidade final de ácido ascórbico varia com o clone, métodos de cultivo, manuseio pós-colheita das frutas e forma de processamento. Vários fatores mostraram afetar a quantidade de ácido ascórbico em frutas e vegetais (NAKASONE *et al.*, 1966).

NAKASONE *et al.* (1966), realizando testes em clones selecionados de cultivares no Hawai, observou que os 3 clones testados apresentaram quantidades significativas de ácido ascórbico no décimo segundo dia de amostragem, contado a partir da antítese floral – o período de desenvolvimento da antítese até o amadurecimento dura aproximadamente vinte e dois dias. Os três clones tiveram conteúdo máximo igual entre o décimo sexto e o décimo oitavo dia. Após atingirem o máximo, houve um rápido declínio na concentração e no amadurecimento total, o conteúdo de ácido ascórbico era inferior ao do décimo segundo dia. O rápido declínio no conteúdo de ácido ascórbico do máximo até a

fruta madura parece ser devido a modificações bioquímicas ao invés de diluição provocada pelo crescimento de outros componentes.

As frutas de plantas cultivadas sob luz solar direta apresentaram os maiores teores de ácido ascórbico. Plantas foram cultivadas recebendo quantidades controladas de luz solar. As quantidades de ácido ascórbico declinaram a medida que a luz solar incidente sobre a planta decrescia. Entretanto, diferença estatística com  $p < 0,05\%$  para a concentração de ácido ascórbico foi encontrada somente entre o grupo de controle e o grupo com 75% de sombra. A redução na concentração de ácido ascórbico foi de 396mg/100 g ou aproximadamente 17%. Frutas diretamente expostas ao sol, após colhidas, mostraram perda significativa de ácido ascórbico em 8 horas de exposição. Houve uma perda total de 461mg ou aproximadamente 25%. Após colhidos, os frutos devem ser protegidos da luz solar para minimizar as perdas de ácido ascórbico. Isto pode ser obtido abrigando os frutos colhidos na sombra (NAKASONE *et al.*, 1966).

Valores obtidos para os ácidos ascórbico (AA), dehidroascórbico (ADH) e dicetoglucônico (ADC) durante as diferentes etapas de desenvolvimento da fruta indicaram que o AA é bastante estável na fruta da acerola e que o pequeno conteúdo de ADH e ADC, em especial o segundo, são produtos de decomposição mais que de metabolismo. Na fruta fresca, em todas as etapas de crescimento estudadas, o conteúdo de AA nunca foi menor que 90% da soma dos três compostos. ADC ou ADH nunca chegaram a ter valores individuais superiores a 6%, sendo o conteúdo de ADH sempre superior que o de ADC. Durante a formação do fruto rudimentar se observou um aumento rápido no AA, devido provavelmente a condições ótimas do sistema enzimático responsável pela síntese do ácido ascórbico no fruto. No fruta maduro se observou uma diminuição significativa no teor de ácido ascórbico (CAMPILLO & ASENJO, 1957).

#### **2.4. O ácido ascórbico nos produtos da acerola**

Existem poucos trabalhos sobre o ácido ascórbico na geléia de acerola. MUSTARD (1946) processou geléia de acerola e determinou a concentração de



ácido ascórbico através de um método colorimétrico. A média das análises em triplicata de 5 potes foi de: 683mg, 499mg, 763mg, 541mg e 509mg de ácido ascórbico para 100g de geléia. Neste trabalho a autora comenta a “notória” quantidade de ácido ascórbico na geléia e cita que três colheres de chá poderiam suprir a IDR (ingestão diária recomendada) de vitamina C.

SALUNKHE & DESAI (1984) afirmam que as perdas de ácido ascórbico na geléia podem chegar a 50% em um período de armazenamento de 6 meses. Os mesmos autores sugerem a utilização de partes iguais de frutos verdes e maduros na preparação da geléia, já que a concentração de ácido ascórbico diminui a medida que a fruta amadurece.

O suco de fruta verde com concentração inicial de ácido ascórbico de 2435mg/100g mostrou média de retenção de 88% a 80°C por 40min. e 85% a 100°C por 40min. (ITOO *et al.*, 1990).

O suco de acerola fresco, congelado ou enlatado contém ao redor de 0,22% por peso de um precipitado insolúvel em álcool que em si contém ácido ascórbico conjugado. Este precipitado contém por volta de 1,25% de nitrogênio. Do total de ácido ascórbico no suco de acerola, 0,18% se encontra no estado conjugado. O ácido ascórbico conjugado é aquele não extraído pela solução de 95% de etanol e que só pode ser determinado após hidrólise ácida da fração insolúvel em etanol (CAMPILLO & ASENJO, 1957).

## 2.5. CO<sub>2</sub> e ácido ascórbico

CHAN *et al.* (1966) procuraram estabelecer o mecanismo de desenvolvimento do CO<sub>2</sub> em suco de acerola aquecido. Eles investigaram a contribuição do ácido ascórbico na produção de CO<sub>2</sub> no suco de acerola, usando ácido L-ascórbico-U-14C, -U-6-14C e -U-1-14C. Nas 2 primeiras horas, baseado nos resultados usando ácido L-ascórbico -U-14C, o ácido ascórbico contribuiu com 40% e 58% do CO<sub>2</sub>, desenvolvido sob aquecimento em banho de água a 80°C, com borbulhamento contínuo de N<sub>2</sub> e O<sub>2</sub> a 10,5 cm<sup>3</sup> por minuto, respectivamente.

Este baixo valor inicial, provavelmente se deve aos produtos de decomposição do ácido ascórbico ou a outros componentes termo lábeis inicialmente presentes no suco. Após 4 ou mais horas de aquecimento com ácido L-ascórbico -U-14 C a atividade máxima específica foi atingida para ambos  $N_2$  e  $O_2$ . Isto indica claramente que a origem do  $CO_2$  desenvolvido do aquecimento do suco de acerola sob  $N_2$  e  $O_2$  foi exclusivamente do ácido ascórbico. A atividade máxima específica é o valor atingível se todo o  $CO_2$  desenvolvido fosse proveniente de carbonos marcados do ácido ascórbico.

## 2.6. O ácido ascórbico no homem

A vitamina C foi chamada de ácido ascórbico porque previne o escorbuto, uma das mais antigas doenças conhecidas da humanidade. A palavra escorbuto (scurvy em inglês) significa ulcerada, boca inchada, que é um sinal típico da doença. A palavra pode ser seguida para suas origens nas velhas formas escandinavas "skojoerbug", "skörbjugg" ou do islandês "skyrbjugr", sendo velhas formas em inglês "scarby" e "scorby".

O ácido L-ascórbico, seus sais (L-ascorbato de sódio e L-ascorbato de cálcio) e seus isômeros (ácido D-isoascórbico e ácido L-isoascórbico) são classificados como substâncias geralmente reconhecidas como seguras pela FDA - Food and Drug Administration – USA (NEWSOME, 1987).

O ácido L-ascórbico é a única forma que carrega atividade significativa de vitamina C. Além do ácido L-ascórbico, somente o ácido eritórbico apresenta um nível limitado de atividade de vitamina C. Considerando a atividade do ácido L-ascórbico igual a 1, a atividade do ácido eritórbico ou ácido D-araboascorbico é de 0,025 a 0,05 (MOSER & BENDICH, 1990).

O ácido ascórbico é um nutriente essencial ao homem e para as poucas outras espécies que não possuem L-gulono- $\gamma$ -lactona oxidase. Esta enzima participa da biossíntese do ácido ascórbico nos animais, convertendo L-gulono- $\gamma$ -lactonona em ácido ascórbico. O ácido ascórbico é sintetizado no fígado dos



mamíferos capazes de realizar esta síntese, ou no rim de répteis e anfíbios (PADH, 1991).

Escorbuto afetou muitas pessoas no Egito antigo, Grécia e Roma e foi provavelmente conhecido por Hipócrates e pelo naturalista romano Plínio. No fim da Idade Média o escorbuto tornou-se uma epidemia na Europa central e do norte, ocorrendo principalmente no inverno quando vegetais e frutas não estavam disponíveis (MOSER & BENDICH, 1990).

Vários casos de escorbuto foram relatados no século XVI e XVII e durante este período parece ter predominado a tendência de associar o escorbuto a doenças venéreas. No final do século XVII novos tipos de vegetais eram disponíveis e o escorbuto se tornou muito menos prevalente em terra. Neste período, no entanto, se tornou um grande problema no mar, com as grandes navegações. Foi o Doutor James Lind, doutor da frota Britânica, que deve ter dado a maior contribuição para a superação do problema. De fato, ele não foi o primeiro a descobrir a cura ou a prevenção. Chatrier, Hawkins e Lancaster e talvez outros registraram como o escorbuto poderia ser controlado pela decocção de folhas na forma de espinhos de pinheiros ou frutas cítricas. Seu trabalho, contudo, foi ignorado e Lind redescobriu e aprimorou o uso desta terapia (MARKS, 1975).

Em 1536 Jacques Carter deu para sua tripulação que sofria de escorbuto um extrato de folhas verdes, provavelmente do cedro branco *Truja occidentalis*. Todos que se prontificaram a beber o extrato se recuperaram. Somente 7 anos mais tarde 50 franceses morreram de escorbuto quando um grupo de 200 pessoas passou o inverno praticamente no mesmo local. O Capitão Sir James Lancaster, na rota para as Índias em 1601, preveniu um surto de escorbuto com a distribuição de 3 colheres de suco de limão dadas à sua tripulação todas as manhãs para seus homens. J. G. H. Kramer descobriu em 1720 que ervas frescas e limões curavam a doença. Em 1747, James Lind, um cirurgião da Marinha Real, conduziu seu famoso experimento, que foi provavelmente o primeiro ensaio clínico controlado provando que a falta de componentes da dieta era responsável pelo escorbuto e que laranjas e limões eram os remédios mais efetivos contra a doença. Ele

publicou seus resultados em um livro de 400 páginas em 1753 em Edinburg com o título :” A Treatise of the Scurvy”. (MOSER & BENDICH, 1990).

O ácido ascórbico estimula as enzimas envolvidas nos processos de: síntese do colágeno, biossíntese da carnitina, síntese da cefalosporina, catabolismo da tirosina, biossíntese da norepinefrina e conversão de precursores inativos em hormônios ativos. Apesar do fato de que o ácido ascórbico afeta vários processos bioquímicos, nenhum destes efeitos é específico para o ácido ascórbico. Muitos outros agentes redutores podem substituir o ácido ascórbico, em alguma extensão e atividade enzimática parcial pode ser detectada na ausência de ácido ascórbico, para alguns ciclos catalíticos. Entretanto, o ácido ascórbico mostra a maior estimulação para estas atividades. A função do ácido ascórbico é de suprir elétrons para manter íons prostéticos metálicos na sua forma reduzida. Isto inclui íons de cobre em monooxigenases e íons de ferro em dioxigenases. O ácido ascórbico mostra ter vários efeitos fisiológicos cujos mecanismos ainda não foram elucidados. Soma-se que o metabolismo do ascorbato é alterado em algumas doenças. Efeitos benéficos da suplementação de ascorbato em algumas doenças é reportado. Deve ser salientado que alguns destes efeitos são controversos e podem não estar firmemente estabelecidos. Alguns destes efeitos são: detoxificação da histamina, funções de fagocitose de leucócitos, metabolismo de drogas, formação de nitrosaminas, função da tabulina, expressão do receptor acetilcolina, biossíntese de leucócitos, metabolismo de lipídios, redução do tetrahidrofolato, imunidade, câncer, complicações da diabete, formação da catarata, doença peridontal, artrite reumática, infecções (PADH, 1991).



## 2.7. Ácido ascórbico e IDR (ingestão diária recomendada)

Apesar das devastadoras consequências potenciais da doença, o escorbuto é facilmente prevenido. A ingestão diária recomendada para o ascorbato foi determinada pela "Food Nutrition Board of the National Research Council - USA" com base em diversas estimativas relevantes ao escorbuto. A quantidade requerida pelos humanos é baseada na quantidade necessária para curar ou prevenir o escorbuto, fornecer reservas adequadas de ascorbato e na quantidade de ascorbato metabolizado diariamente. Nos Estados Unidos a IDA é de 60mg por dia para adultos. Os dados mostram claramente que a ingestão diária de 60mg previne o escorbuto com uma margem de reserva, portanto, no que concerne a prevenção desta deficiência esta dosagem é correta. Entretanto a questão de se a quantidade de ácido ascórbico necessária para prevenir o escorbuto é equivalente a quantidade ótima para a saúde humana permanece sem resposta. Não existe uma relação clara entre os aspectos bioquímicos do ácido ascórbico e a doença associada a deficiência, escorbuto. Deste modo, a quantidade de ácido ascórbico necessária para prevenir o escorbuto pode não ser equivalente a quantidade que satisfaz diversas necessidades enzimáticas de ácido ascórbico. Existem estudos em animais que não apresentavam escorbuto, mas não estavam recebendo a quantidade "ótima" de ascorbato, enzimas dependentes do ascorbato tiveram suas funções diminuídas. Outras medidas como a atividade enzimática, e outros determinantes bioquímicos como transporte de cofatores para o tecido, compartimentalização intracelular e acessibilidade enzima-cofator podem refletir as necessidades de ascorbato "in vivo" mais precisamente que as medidas indicativas de escorbuto (LEVINE, 1986).

Existe uma grande quantidade de literatura sobre a ingestão de vitamina C e saúde em animais, culturas de células e humanos. Além de sua função na formação do colágeno se sabe que o ácido ascórbico aumenta a absorção de ferro inorgânico, tem papel essencial no metabolismo do ácido fólico, de alguns aminoácidos e hormônios e de atuar como antioxidante. Nos últimos anos a pesquisa tem progressivamente focado nesta última função. Estimulada por

sugestões que o “estresse oxidativo” pode ser o fator causador na etiologia de diversas e importantes desordens do envelhecimento como o câncer, doenças cardiovasculares e formação de catarata. Evidências atuais são fortes o bastante para convencer os nutricionistas que a ingestão diária de vitamina C deveria ser algumas vezes maior do que a quantidade necessária para prevenir o escorbuto. Sugestões de que os níveis recomendados deveriam ser maiores ainda são principalmente baseados em extrapolações de resultados em animais e estudos em culturas de tecidos. A quantidade de ácido ascórbico necessária para conseguir em humanos os efeitos vistos em estudos em animais ainda não é clara. Em geral os estudos realizados em humanos não são persuasivos. Os dados são incompletos e muitos dos estudos apresentam falhas graves. Não existem testes de toxicidade do tipo realizado para aprovação de novos componentes para terapia de doenças. Estudos de intervenção serão complicados, mas são essenciais, e métodos para medida de saturação de tecidos devem ser definidos antes que novas recomendações para o público sejam designadas (GERSHOFF, 1993).

## **2.8. Ácido ascórbico como conservante**

A ação do ácido ascórbico nos alimentos é complexa e depende de vários fatores. Sua atividade antioxidante é afetada pelo potencial de oxi-redução do alimento, tempo, pH, oxigênio, traços de metais (especialmente cobre e ferro), enzimas, outros anti-oxidantes e da concentração da vitamina em comparação com a concentração de outros reagentes no processo de oxidação (BAUERNFEIND & PINKERT, 1970).

O ácido ascórbico é utilizado para controlar o escurecimento enzimático em frutas e vegetais processados, sendo geralmente utilizado para prevenir a rancidez oxidativa em pasta de amendoim, batata frita, peixe, gorduras e óleos, cervejas, refrigerantes, bebidas de frutas, “flavor systems”, e óleos cítricos (NEWSOME, 1987).



### **3. Antocianinas**

#### **3.1. Antocianina presente na acerola**

A antocianina responsável pela cor vermelha da fruta e do suco da acerola é a malvidina 3,5-diglucose (MAZZA & MINIATI, 1993).

A malvidina 3,5-diglucose (Mv-3,5-GG) absorve a luz no comprimento de onda de 520nm com solvente 0,1N HCl (NIKETIC-ALEKSIC & HRAZDINA, 1972).

A cor vermelha brilhante do suco de acerola mudou imediatamente após a pasteurização para uma cor vermelho-amarela. Depois de armazenado por dois meses a temperatura ambiente, a cor mudou a pardo e CO<sub>2</sub> foi produzido. Nos sucos congelados armazenados pelo mesmo período a cor se manteve vermelha. As antocianinas da acerola foram isoladas e cristalizadas. As antocianinas provenientes da acerola foram identificadas como Malvidina (SANTINI & HUYKE, 1956).

#### **3.2. Antocianinas e percepção visual da cor**

Poderia esperar-se que a concentração de antocianinas tivesse correlação com a densidade óptica, que por sua vez se correlacionasse com a cor visual, mas isto pode ou não ser verdade. Existem vários fatores que influenciam a aparência visual, além da concentração de antocianinas, como pH, concentração de metais, copigmentação, grau de ionização do pigmento, etc. (FRANCIS, 1982).

#### **3.3. Antocianinas e ácido ascórbico**

O ácido ascórbico e as antocianinas desaparecem ao mesmo tempo, simultaneamente no armazenamento de sucos de fruta. Isto sugere uma possível interação entre estes dois componentes.

Íons de cobre aceleram e flavonóis (quercitina e quercitrina) diminuíram a destruição de ambos ácido ascórbico e antocianinas quando estas estavam presentes anteriormente (SHRIKHANDE & FRANCIS, 1974).

Como  $H_2O_2$  é formado quando o ácido ascórbico é oxidado na presença de oxigênio e cobre e  $H_2O_2$  descolore as antocianinas, se supõe que a indução do ácido ascórbico na degradação das antocianinas é mediada pelo  $H_2O_2$  (MARKAKIS *et al.*, 1957). Enquanto este mecanismo opera na presença de oxigênio e cobre, algum outro mecanismo deve operar na descoloração anaeróbica das antocianinas pelo ácido ascórbico (MARKAKIS *et al.*, 1957). MESCHTER (1953) observou que o ácido dehidroascórbico também descolore as antocianinas, mas a uma taxa consideravelmente inferior a do ácido ascórbico.

### **3.4. Cinética da degradação das antocianinas em suco de acerola**

CHAN & YAMAMOTO (1994) determinaram a cinética de degradação das antocianinas no suco de acerola. Os resultados mostraram claramente que o oxigênio aumenta a taxa de degradação. A diferença maior na decomposição do pigmento entre os ensaios com  $O_2$  e  $N_2$  a temperaturas menores mostra que a altas temperaturas o efeito do calor na decomposição é o fator principal na degradação das antocianinas, já que a altas temperaturas a diferença entre a taxa de degradação sob  $O_2$  e  $N_2$  é pequena. Sob  $O_2$  a meia vida da decomposição das antocianinas no suco de acerola foi de 1,45 horas a 70°C e 0,25 horas a 100°C. Isto mostra que os pigmentos da antocianina no suco de acerola são extremamente susceptíveis a degradação térmica especialmente na presença de oxigênio.

## **4. Conservantes**

Os conservantes são discutidos principalmente em relação às normas da FDA (Food and Drug Administration). A legislação norte americana é mais clara e completa que a brasileira. De acordo com a FDA, o termo conservante químico (chemical preservative) significa: qualquer produto químico que, quando adicionado ao alimento, tende a prevenir ou retardar a deterioração, mas não inclui sal comum, vinagre, temperos, ou óleos extraídos de temperos, substâncias



adicionadas ao alimento por exposição direta a fumaça, ou substâncias químicas aplicadas por suas propriedades inseticidas ou herbicidas (GIESE, 1994).

#### **4.1. Ácido cítrico**

É encontrado naturalmente em uma grande variedade de frutas, especialmente as frutas cítricas. Seu uso principal é para ajustar a acidez em bebidas, produtos de frutas, produtos de lácteos e vegetais enlatados. O ácido cítrico é um ingrediente significativo em refrigerantes nos quais realça o aroma bem como a estabilidade do produto. Em refrigerantes, tem dois efeitos conservantes – aumenta a efetividade dos antimicrobianos pelo abaixamento do pH e possibilita uma ação mais efetiva dos antioxidantes, quelando traços de metais (GIESE, 1994).

Agentes quelantes não são antioxidantes, no entanto, possuem uma importante atuação na estabilização dos alimentos. O ácido cítrico, classificado como agente sinérgico e quelante, complexa com metais pró-oxidativos como o ferro e cobre. Um par de elétrons não compartilhados na sua estrutura molecular promove a ação complexante. Entre os quelantes utilizados mais comumente estão o ácido cítrico e seus sais, fosfatos e sais do ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA) (DZIEZAK, 1986).

#### **4.2. Ácido sórbico**

O sorbato é ativo principalmente, contra leveduras e bolores, sendo menos eficiente com relação às bactérias (JACKIX, 1988).

Pelo seu sabor neutro, o ácido sórbico é um conservante importante para sucos de fruta, essências, e refrigerantes, em contraste com os benzoatos, que podem modificar o perfil de sabor destes produtos.

### **4.3. Ácido benzóico**

O ácido benzóico ocorre na natureza em forma livre e combinada. Está naturalmente presente em ameixas frescas e secas, e canela. Os benzoatos podem ser usados contra fungos, leveduras e bactérias. Entretanto, eles são principalmente utilizados como agentes antifúngicos em produtos à base de frutas como geléias e conservas e bebidas com sabor de frutas, produtos de panificação, picles, molhos para saladas, molho de soja e margarina.

A legislação brasileira permite um limite máximo de 0,1% no produto.

O benzoato de sódio geralmente é considerado como de maior atividade contra leveduras e bactérias, sendo menos ativo no controle de fungos (JACKIX, 1988).

### **4.4. Ácido Eritórbico**

O ácido eritórbico e seu sal, eritorbato de sódio, são fortes agentes redutores atuando como sequestradores de oxigênio e redutores de oxigênio molecular. Os eritorbatos são mais estáveis em condições ácidas que neutras. O uso do ácido eritórbico com ácido cítrico tem sido proposto como uma alternativa aos sulfitos. Esta combinação particular é usada para retardar a rancificação oxidativa e descoloração em alimentos marinhos congelados, saladas de vegetais, salada de repolho e maçãs (DZIEZAK, 1986).

### **4.5. EDTA**

EDTA é outro agente quelante popular permitido pela FDA como conservante químico na forma de EDTA sal cálcico dissódico e EDTA sal dissódico. Complexos altamente estáveis são formados pela ação sequestrante do EDTA com ferro, cobre e cálcio. Efeitos quelantes máximos ocorrem em altos valores de pH, quando os grupos carboxil estão dissociados (DZIEZAK, 1986).



#### 4.6. Sulfitos

Os sulfitos representam outro grupo de aditivos que possuem propriedades antioxidantes, embora sejam mais conhecidos e utilizados pela sua atividade antimicrobiana. Coletivamente chamados de sulfitos – dióxido de enxofre, sulfito de sódio, e bissulfito e metabissulfito de sódio e potássio, estes compostos são usados como antioxidantes leves em diversos alimentos. Sulfitos efetivamente controlam o escurecimento não enzimático bem como algumas reações catalisadas por enzimas (DZIEZAK, 1986).

Alguns asmáticos reportaram reações ao dióxido de enxofre, que em alguns casos podem ser severas. Isto tem levado a busca pela substituição do SO<sub>2</sub> por outros aditivos. Estas alternativas incluem inibidores da polifenoloxidase, formulações baseadas no ácido ascórbico, e agentes complexantes como o ácido etilenodiaminotetraacético (EDTA). Entretanto nenhum aditivo com a característica multifuncional do dióxido de enxofre foi encontrada até agora (IFT 1993, citado por GIESE, 1994).

Em 1986 a FDA através de uma emenda retirou os sulfitos da lista de substâncias reconhecidas como seguras para o uso em frutas e hortaliças para serem servidos crus, vendidos crus ou apresentados como crus para o consumidor (DZIEZAK, 1986).

## MATERIAL E MÉTODOS

### 1. Material

A seguir está relacionado o material utilizado, seus respectivos fabricantes e origem, quando necessário.

#### 1.1. Polpas de acerola

- Niagro – Nichirei do Brasil Agrícola Ltda - Polpa de acerola congelada.
- Cajuba – CCB – Companhia de Cítricos do Brasil Ltda - Polpa de acerola resfriada.
- De Marqui- De Marqui indústria e comércio de frutas Ltda - Polpa de acerola congelada.

#### 1.2. Outros ingredientes

- Benzoato de sódio PA, Synth.
- EDTA PA: Merck, Ácido etilendinitrilotetracético sal dissódico –  $C_{10}H_{14}N_2Na_2O_8 \cdot 2H_2O$ .
- Ácido cítrico monoidratado PA – MERCK.
- Sorbato de potássio: Veno Fine Japão - distribuído por Merse.
- Ácido eritórbico – ácido isoascórbico: Produzido por Cultor Food Science-EUA.
- Sacarose comercial refinada - Companhia União.
- Xarope de glicose de milho – Excell 1040– Corn Products do Brasil – 82° Brix. Este xarope contém  $SO_2$  como conservante, na concentração máxima de 150ppm.

- Pectina cítrica de alto metoxil (ATM), tipo 8121 – SLOW SET , grau USA-SAG:  $150 \pm 10$ , temperatura de setting: 60-65°C, grau de esterificação: 60-64% - Citrus Colloids S/A.
- Antiespumantes de grau alimentício FG 10 e FG 1510 Dow Corning Química.

### 1.3. Equipamentos

- pH-metro, marca: Micronal, modelo: B374.
- Refratômetro, marca: Carl-Zeiss, modelo: 32-G110d (de bancada).
- Rotavapor, marca: Büchi, modelo: R114.
- Bomba de vácuo de bancada (compressor-aspirador), marca: FANEM, modelo: 089.
- Balança eletrônica, marca: Gehaka, modelo: BG4000.
- Balança analítica, marca: Mettler Toledo, modelo: AB204, e=1mg, d=0,1mg.
- Agitador refrigerado, marca: Marconi equipamentos para laboratório, modelo: MA830.
- Centrifugador, marca: FANEM, modelo excelsa 3, rotor horizontal 8x.
- Centrifugador refrigerado, marca: FANEM, modelo FR22, rotor 12x.
- Termômetro eletrônico com termopar, marca Delta OHM, modelo: HD9214.
- Micronizador, marca: IKA-LABORTECHNIK, modelo: ultra-turrax T25.
- Manômetro, marca: Omega, modelo: HHP-102F 19,99/29,00 PSIA.
- Tacho a vácuo com camisa de vapor Modelo TCD2 produzido por Groem MFG. Co. Illinois-US com capacidade para aproximadamente 25 litros, instalado na planta piloto do ITAL (Instituto de Tecnologia de Alimentos-Campinas).



- Colorímetro, marca: Hunter Lab, modelo: Color Quest II.
- Espectrofotômetro, marca: Beckman, modelo: DU-70.

## **2. Métodos**

### **2.1. Seleção da polpa para o processamento**

A cor das polpas dos fornecedores De Marqui, CCB e Niagro foi medida no Hunter Lab e os valores de L, a, b comparados. A polpa da Niagro foi, a mais vermelha. As leituras de cor foram de: L=39,00; a=21,51; b=13,48 para a polpa Nichirei; L=41; a=16,85; b=15,47 para a polpa De Marqui e L=39,83; a=15,05, b=13,47 para a polpa Cajuba-CCB. As geléias processadas com a polpa Niagro também foram as mais vermelhas. A Niagro possui plantações próprias localizadas em Petrolina –PE. Parte da polpa utilizada foi cedida como doação. Toda polpa foi processada em janeiro de 2000 e veio acondicionada em caixas de papelão com 35 sachets de 100g, totalizando 14kg por caixa.

A polpa pasteurizada Nichirei, utilizada no processamento apresentou pH de 3,35 com desvio padrão de 0,01; acidez total titulável de 0,95 com desvio padrão de 0,02. Estes valores estão de acordo com os descritos na literatura para polpa de acerola. A concentração de sólidos solúveis foi de 5,0° Brix com desvio padrão de 0,0. Este valor está um pouco abaixo dos valores descritos na literatura. A concentração de sólidos solúveis da polpa varia de acordo com o local de plantio, solo, irrigação e variedade da planta. A concentração de ácido ascórbico na polpa de acerola utilizada no processamento foi de 1137,16mg/100g com desvio padrão de 18,63.

### **2.2. Desenvolvimento do processo**

Tradicionalmente as geléias são processadas à pressão atmosférica em tachos abertos. Esta forma de processamento é bastante simples, consiste no aquecimento do tacho levando a massa à ebulição que é mantida até atingir-se o “ponto” desejado. O tacho pode ter tamanhos variados e pode ser aquecido com

fogo direto ou por camisa de vapor. No processamento artesanal, uma panela de cobre é aquecida com fogo de lenha. Para o processamento a vácuo precisa-se de um equipamento mais complexo. A diferença básica é que precisa-se manter uma pressão interna negativa dentro do tacho. Para que isto seja possível, o tacho deve possuir um sistema de selos que não permitam a entrada de ar e uma bomba de vácuo capaz de retirar o ar e vapores formados no interior do equipamento. Devido ao vácuo a pressão interna é reduzida e a mistura entra em ebulição a uma temperatura mais baixa. Assim, o que determina a temperatura na qual a mistura vai entrar em ebulição é a pressão interna e não a pressão do vapor na camisa de vapor do tacho. Uma pressão maior na camisa de vapor indica uma temperatura superior nas paredes internas da camisa de vapor e isto leva a uma maior transferência de calor para a massa diminuindo o tempo de processo.

#### **2.2.1. Processamento no tacho a vácuo com camisa de vapor Groem.**

O primeiro passo foi encontrar um equipamento para processar a geléia. A idéia inicial era a de utilizar o tacho a vácuo com camisa de vapor instalado no ITAL, com capacidade para 25 litros. Entretanto, no dia do teste de processamento surgiram vários problemas que inviabilizaram sua utilização. Embora sua capacidade nominal seja de 25 litros os técnicos da planta piloto informaram que seria possível trabalhar com um volume inicial mínimo de 3 litros. O planejamento experimental previa 12 formulações diferentes para processamento, o teste foi feito com 3 e 5 litros iniciais de mistura. Os problemas encontrados foram os seguintes: (1) dificuldade de controle do Brix – devido a necessidade de quebrar o vácuo e abrir o tacho para realizar a medida e devido a taxa de evaporação ser muito alta; (2) o misturador fica acoplado à tampa e quando esta é aberta para se medir o Brix a massa em contato com a parede atinge temperaturas acima da desejada; (3) caramelização na parte interna da camisa – como o volume de 3 a 5 litros não cobriu a camisa completamente o produto que se moveu durante a rotação das pás de mistura se aderiu às partes mais altas da camisa de vapor, sofrendo caramelização; (4) dificuldade para o envasamento – o dreno inferior ficou cheio de matérias primas adicionadas no início da formulação e quando



estas saíram o dreno entupiu; (5) vazamento da válvula de controle da entrada de vapor na camisa, inviabilizando o controle da temperatura da camisa de vapor. Provavelmente alguns destes problemas poderiam ser resolvidos após alguns testes. Entretanto, a dificuldade de utilização do equipamento no ITAL, o volume de matéria prima necessária somados às dificuldades do teste indicavam que o processamento neste equipamento seria praticamente inviável.

### **2.2.2. Pré-testes de processamento no rotavapor BÜCHI.**

Antes dos testes realizados no ITAL alguns pré-testes foram feitos no antigo laboratório geral do DTA, utilizando um rotavapor da marca BÜCHI. O vácuo era produzido pela bomba que estava ligada a uma linha de vácuo do laboratório e para o resfriamento da serpentina de condensação foi utilizado um banho de resfriamento de bancada. Nos pré-testes a formulação era para 1kg inicial. Os pré-testes mostraram que o processamento a vácuo realmente produzia uma geléia de cor mais avermelhada, entretanto os testes não estavam sendo repetitivos devido, provavelmente, a flutuações no vácuo pela sua utilização em outros equipamentos do laboratório, como a estufa a vácuo.

Após a impossibilidade de utilização do tacho a vácuo do ITAL precisava-se encontrar um equipamento que: produzisse vácuo, retirasse a água evaporada, aquecesse a mistura, fosse capaz de processar pequenas quantidades e fosse acessível. Devido à falta de opções, optou-se por tentar utilizar o Rotovapor que havia sido utilizado para os pré-testes. Neste momento o antigo laboratório geral estava desativado e a bomba de vácuo da linha inacessível. Os primeiros testes foram realizados utilizando-se uma bomba de vácuo elétrica de bancada da marca Fanen. Esta pequena bomba era razoável, entretanto seu funcionamento era muito instável ocasionando variação no vácuo o que dificultava a padronização do processo. Foi testada uma bomba de alto vácuo e de grande potência, sendo feita a adaptação de um controle de vácuo. Esta bomba foi muito eficiente. Resolvido o problema do vácuo foram feitos novos testes, que mostraram que a temperatura da água de resfriamento da serpentina do condensador influenciava diretamente o



tempo de concentração. Não bastava somente o vácuo, seria necessário um sistema eficiente de condensação da água. É importante ressaltar que isto foi peculiar ao equipamento utilizado. No caso do tacho a vácuo do ITAL o vácuo força, de forma muito eficiente, o vapor gerado no tacho através de um funil de recuperação. O processo que foi desenvolvido neste trabalho é específico para o Rotovapor utilizado. Ao longo do desenvolvimento do processo surgiram vários problemas para o processamento no Rotavapor. Os problemas foram contornados e o processo foi adaptado. Embora o Rotavapor seja um equipamento de laboratório limitado, foi possível produzir todas as diferentes formulações. Os problemas e soluções encontrados fornecem orientações para o processamento em equipamentos maiores. Para o resfriamento da serpentina do condensador foram testados vários banhos de bancada, mas a solução de resfriamento sofria aquecimento, pois a quantidade de calor retirada pelo banho de resfriamento era menor que a gerada na condensação dos vapores. Foi utilizada uma unidade de resfriamento e bombeamento rústica, confeccionada para o laboratório, que possui para bombeamento uma bomba de 1,5HP e para resfriamento um compressor para geladeira e reservatório de 40 litros. Como a capacidade de resfriamento e o volume do reservatório foram grandes, o banho conseguiu manter a temperatura fria na serpentina de condensação durante o processamento. Para atingir temperaturas iniciais de até  $-8^{\circ}\text{C}$  no banho foi utilizada uma mistura de 1/3 de etanol  $94^{\circ}\text{C}$  para 2/3 de água.

### **2.2.3. Ajuste da formulação da geléia**

Com a bomba de vácuo funcionando e o banho de resfriamento ajustado foram feitos pré-testes da formulação. Foi processado 1kg de massa inicial com o objetivo de ajustar as quantidades de ácido cítrico e pectina e encontrar a melhor maneira para controle do Brix e ponto final do processo. Para chegar a quantidade de ácido cítrico foram testadas diferentes formulações. Procurou-se equilibrar: acidez total titulável; pH e preferência sensorial. Para o ajuste da quantidade de pectina na formulação inicial foram processadas diferentes amostras. As amostras foram provadas e avaliadas suas características de espalhabilidade, corte e

sensação na mastigação. Foi utilizada pectina cítrica de alto metoxil de gelificação lenta devido ao seu melhor desempenho neste caso. As pectinas de gelificação lenta são aconselhadas nos processamentos a vácuo. Neste caso, onde não foram atingidas temperaturas altas de processamento uma pectina que gelificasse a temperaturas mais baixas era fundamental. O ponto final da geléia foi determinado pelo nível de água no balão de recolhimento de água do condensador. O balanço de massa deu a primeira idéia do volume de água que sairia no processo. Baseada nesta estimativa foi feita a primeira marcação do nível, que foi acertado na prática com a conferência das medidas de °brix através do refratômetro. Este foi o método mais preciso e reprodutível para controlar o Brix final da geléia.

#### **2.2.4. Esterilidade comercial**

Para garantir a esterilidade comercial do produto, a geléia deveria ser envasada a uma temperatura superior a 85°C ou ser esterilizada por imersão dos potes em água fervente até que o centro da embalagem atingisse temperatura superior a 85°C. Inicialmente pensamos que a imersão seria um processo mais eficiente e rápido, entretanto os testes com termopar colocado no centro da embalagem mostraram que a transferência de calor na geléia foi muito lenta, ocasionando um tempo de imersão muito grande, provocando alterações nas características da geléia. Além deste problema, como a geléia saía do rotavapor a uma temperatura ao redor dos 60°C, quando ela entrava em contato com as paredes frias do pote de vidro se iniciava a gelificação nas paredes internas do pote. Testes de aquecimento no Rotavapor mostraram que o tempo para levar a geléia a pelo menos 86°C era razoavelmente alto, mas inferior ao tempo necessário usando a imersão do pote, provavelmente devido à melhor transferência de calor no balão do rotavapor, devido à sua rotação. A água do banho de aquecimento, onde era feita a rotação do balão, atingia temperaturas de no máximo 91°C, apresentando uma queda rápida de temperatura após a imersão do balão, que continha a formulação. Entretanto, mesmo com estes problemas a geléia processada e aquecida no rotavapor tinha características melhores que a



aquecida através de imersão do pote. Este problema não ocorreria caso fosse utilizado um tacho a vácuo que apresentasse melhor transferência de calor, misturadores e possibilidade de controle da temperatura da camisa.

#### **2.2.5. Processamento em fases**

Pretendíamos testar cada formulação por 6 meses, para isto seriam necessários 7 potes, considerando tempo 0, 1, 2, 3, 4, 5 e 6. Mais esterilidade comercial no tempo 0 e 6, análise sensorial no tempo 6 e um pote de “back up”. Isto levaria a um total de 11 potes por formulação. Considerando o pote de 230g de geléia, a massa inicial para processamento seria de 2530g. A preocupação era com o dispositivo de rotação do rotavapor. Havia o receio de que processar 12 formulações, mais os testes poderia danificar o equipamento, ou que, no mínimo, seria arriscado. O Rotavapor Büchi consiste de um balão acoplado a uma junta de vidro ligada ao corpo principal do equipamento através de um sistema de rotação. O peso do balão força uma conexão de vidro, que faz parte do sistema de rotação. Procurou-se explorar a possibilidade do processamento em etapas ou fases, adicionando na primeira fase do processo somente parte da sacarose comercial e após a evaporação da água, que reduz o peso do balão, adicionou-se o restante da sacarose comercial.

#### **2.2.6. Formação de espuma**

No processamento em etapas, quando a segunda parte da sacarose comercial era adicionada ocorria a formação de espuma. A espuma foi um grande problema presente em todos os processamentos. De um lado tínhamos que aumentar a quantidade de geléia sendo processada dentro do balão do rotavapor e por outro lado, com este aumento, ocorriam: formação maior de espuma, diminuição do espaço onde a espuma poderia ficar e diminuição da área relativa de transferência de calor. Com o aumento do volume de produto, mesmo dividindo em duas fases era comum ocorrer a sucção da espuma para o condensador do rotavapor, o que não poderia ocorrer - mais uma limitação do equipamento utilizado. Em um equipamento industrial, a área para a formação de espuma e



perda de gases é grande; os gases saem livremente, a espuma sobe e baixa rapidamente. Para tentar reduzir a formação de espuma testaram-se duas formulações de antiespumantes de grau alimentício, FG 10 e FG 1510 (maior capacidade antiespumante), ambos com limite máximo de 10mg/l. Mesmo em concentrações elevadas o anti-espumante não teve um efeito satisfatório. Decidiu-se processar as geléias sem a adição de antiespumantes, este seria um aditivo a mais na formulação podendo interferir no comportamento dos outros aditivos. Após vários testes percebeu-se que quando o vácuo era quebrado ocorria a incorporação de ar pela massa da geléia. Assim, uma massa que apresentava ebulição modesta, após quebrado o vácuo por alguns minutos, quando submetida novamente ao vácuo, entrava em ebulição mais vigorosa. CASTRO *et al.* (1997), propõem que para a desidratação osmótica de frutas seja utilizado o vácuo pulsante. O ar incorporado pela massa, no pulso de quebra do vácuo, promove o arraste da água quando o vácuo é religado e este é retirado pelo vácuo. Assim, segundo CASTRO *et al.* (1997), pulsos durante o processamento produziram uma concentração mais rápida quando comparada ao processamento com vácuo constante. No caso da geléia isto explica a ebulição vigorosa que ocorre após a adição da segunda parte da sacarose comercial, pois além do ar absorvido naturalmente, a massa sofre incorporação “forçada” de ar carregado pelos grãos de sacarose comercial adicionados. Antes de chegar a esta conclusão foram processados testes com solução de pectina desaerada e com solução de sacarose comercial desaerada. Uma hipótese era a de que estes ingredientes possuíam ar, que era liberado na solubilização na geléia, mas a formação de espuma foi igual usando as soluções desaeradas, mostrando que a formação de espuma não estava relacionada ao ar presente na sacarose comercial ou na pectina.

Para tentar aumentar o espaço livre dentro do vidro onde era processada a geléia tentou-se utilizar 2 rotavapores simultaneamente e após a perda da água as amostras seriam misturadas em um recipiente único. Entretanto surgiram alguns problemas: a bomba de vácuo não conseguiu manter o vácuo satisfatório nos dois rotavapores simultâneos; o banho de resfriamento não conseguiu manter baixas

temperaturas e sofreu aquecimento rápido; grande quantidade de massa ficava aderida ao balão que era esvaziado no momento da mistura.

A intensidade do vácuo e a quantidade de massa dentro do balão influenciavam diretamente a quantidade de espuma formada. Quanto menor o vácuo, menos vigorosa era a ebulição. Quando o volume dentro do balão era grande também ocorria perda, pois a ebulição vigorosa arremessava geléia no duto de sucção. Testes foram realizados para encontrar o melhor binômio intensidade de vácuo versus volume de amostra. Foram determinadas, através de testes: as etapas, valores de vácuo e massa inicial de processamento. A limitação do equipamento forçou a utilização de pressões de vácuo mais baixas, aumentando o tempo de processo e tempo de permanência a uma temperatura mais elevada, o que influenciou negativamente a geléia. O vácuo mais fraco leva ao aumento da temperatura de ebulição. As antocianinas são sensíveis ao calor e quanto maior o tempo, a temperaturas mais altas, maior é a degradação. Entretanto, mesmo com o processamento longo e com fases onde a amostra foi submetida a altas temperaturas por tempos longos o produto final foi satisfatório.

O processamento em fases, além de viabilizar uma massa maior e preservar o equipamento, otimiza a superfície de troca de calor, diminuindo o tempo de processo.

#### **2.2.7. Processamento com massa massa inicial de 2050g**

Escolhida a massa inicial ideal de 2050g foram feitos testes para determinar com precisão as marcas de nível de água no balão de recolhimento do condensador, referentes a cada fase de processamento. O momento final de cada fase era atingido quando a água condensada chegava a determinado volume, indicado por marcas no balão de condensado. Indiretamente, isto indicava o teor de sólidos da mistura. Após a desaeração da massa, quando o vácuo era quebrado a geléia era aquecida até a temperatura de envasamento, eventualmente ocorria a formação de pequenas bolhas. Testou-se submeter a geléia ao vácuo no final do aquecimento, antes do envasamento. Este



procedimento eliminou as bolhas, mas abaixou a temperatura da geléia, que precisou ser aquecida novamente, sendo exposta a temperaturas altas por mais tempo. O aquecimento para a temperatura de envasamento era uma etapa demorada devido as limitações do equipamento. A amostra deveria ser aquecida a pelo menos 85°C, mas o banho, onde o balão que continha a geléia estava imerso, atingia temperaturas de no máximo 93°C. Com o aumento da viscosidade, a transferência de calor na geléia era dificultada. Tentou-se utilizar resistências elétricas dentro do banho, para aumentar a temperatura do banho, mas estas dificultavam o manuseio e utilização do rotavapor. O ideal seria aquecer rapidamente a geléia e submetê-la a um vácuo rápido antes do envasamento. Entretanto, no equipamento utilizado, o vácuo rápido levava a amostra a resfriar-se, resfriando o banho para temperaturas inferiores a 90°C o que impedia aquecer novamente a amostra a 86°C em um tempo razoável. Assim, optou-se por envasar as amostras após o aquecimento sem o vácuo rápido, mesmo que a geléia, porventura, apresentasse pequenas bolhas. Estas pequenas bolhas foram negativas para a vida de prateleira do produto, pois durante o armazenamento outras bolhas formaram-se, em torno destas pequenas bolhas que se foram no final do processo e no envasamento. O importante, nesta etapa, era determinar uma sequência de operações de processo fixas e repetitivas que produzissem geléias satisfatórias.

Com a diminuição da quantidade de geléia processada por batelada o cronograma de testes de vida de prateleira foi redimensionado. Foram reduzidas as repetições e aumentados os intervalos de tempo entre os testes.

#### **2.2.8. Formulação da geléia**

Em seguida são apresentadas tabelas com a formulação da geléia. A Tabela 5 mostra todos os ingredientes adicionados. O processamento ocorreu em três fases. A Tabela 6 mostra os ingredientes adicionados em cada fase e o balanço de massa da geléia. A Tabela 7 traz o balanço de massa da solução de pectina. O brix da solução de pectina foi ajustado, pela adição de sacarose, para o



valor de 66° Brix para que não fosse necessário evaporar água da massa ,proveniente da solução de pectina. A Tabela 8 traz as variáveis de processo para cada fase.

**Tabela 5. Formulação final da geléia de acerola. massa inicial total de 2050g com 0,4% de pectina e 1025g de polpa**

Ingrediente	Quantidade
polpa	1025,00 g
sacarose comercial	830,25 g
xarope de glicose	153,75 g
solução de pectina	254,2 g
acido cítrico sol. 50%	3,59 ml

**Tabela 6. Balanço de massa dos componentes da geléia**

Ingrediente	(g)	Sólidos solúveis (%)	Sólidos (g)	H <sub>2</sub> O (g)
polpa	1025,00	5	51,25	973,75
sacarose comercial	830,25	100	830,25	0,00
xarope de glicose	153,75	84	129,15	24,60
pectina	8,20	100	8,20	0,00
sacarose comercial adicionada na solução de pectina	41,00	100	41,00	0,00
H <sub>2</sub> O adicionada na solução de pectina	205,00	0	0,00	205,00
ácido cítrico solução 50%	3,59	50	1,79	1,79
total sólidos (g)	-	-	1061,64	-
total H <sub>2</sub> O (g)	-	-	-	1205,14
total sólidos + H <sub>2</sub> O (g)	2266,79	-	-	-
Brix inicial (°Brix)	0,47	-	-	-
Brix final (°Brix)	66,00	-	-	-
Massa final (g)	1608,55	-	-	-
H <sub>2</sub> O evaporada (g)	658,24	-	-	-

**Tabela 7. Balanço de massa da solução de pectina**

Ingrediente	(g)	Sólidos solúveis (%)	Sólidos (g)	H <sub>2</sub> O (g)
pectina	8,20	100	8,20	0,00
sacarose comercial	41,00	100	41,00	0,00
H <sub>2</sub> O	205,00	0	0,00	205,00
total sólidos	-	-	49,20	-
total H <sub>2</sub> O	-	-	-	205,00
total sol. + H <sub>2</sub> O	254,20	-	-	-
Brix final sol. de pectina (°Brix)	66	-	-	-

**Tabela 8. Variáveis de processo.**

Fase	Procedimento	Tempo	Pressão (pol. Hg)
A	1-Adicionar polpa 1025,00g	-	-
	2-Adicionar sacarose comercial (482,00)g	-	-
	3-Adicionar xarope de glicose (153,75)g	-	-
	4-Imersão	-	-
	5-Desaerar	2 min.	0,6-0,8
	6-Concentrar até marca 1 (576ml)	-	0,0
	7-Quebrar vácuo e retirar do rotavapor	-	-
B	1-Adicionar sacarose comercial (348,25g)	-	atmosférica *
	2-Imersão	-	-
	3-Concentrar até marca 2 (667ml)	-	0,0
	4-Aquecimento	8 min.	19,0
	5-Quebrar vácuo e retirar do rotavapor	-	atmosférica
C	1-Adicionar: solução de pectina (244,20g)	-	atmosférica
	2-Adicionar: solução de benzoato de sódio, solução de sorbato de potássio, solução de EDTA, solução de ácido eritórbico	-	atmosférica
	3-Adicionar solução de ácido cítrico 50% (3,59ml)	-	atmosférica
	4-Deserar	8 min.	Controle visual e manual *
	5-Pulsos e concentração até marca final	-	Pulsos
	6-Aquecimento para envasamento	15 min.	19,0
	7-Quebrar vácuo e retirar do rotavapor	-	atmosférica
D	1-Envasar	-	atmosférica
	2-Inverter as embalagens	3 min.	atmosférica
	Colocar em posição normal para subirem as bolhas	10 min.	atmosférica
	Resfriamento em água corrente	20 min.	atmosférica
	Armazenamento na prateleira	-	atmosférica

\* A pressão atmosférica corresponde a 26,6 pol. Hg. As pressões são absolutas.

\*\* Vácuo máximo sem que ocorra sucção.



## **2.3. Acompanhamento da vida de prateleira**

Para todos os resultados o tempo 0 corresponde a 0 dias, tempo 1 a 35 dias, tempo 2 a 96 dias e tempo 3 a 196 dias após o processamento. Para cada tempo foi aberto um pote de geléia de cada formulação. Cada pote permaneceu até o momento da análise em condições atmosféricas simulando situação de prateleira. Análises químicas e físico químicas

### **2.3.1. Determinação do pH**

Foi utilizado o método potenciométrico através de pH-metro, segundo método oficial 13.010 da AOAC (1984).

### **2.3.2. Graus Brix**

As medidas foram feitas em refratômetro, segundo método oficial 983.17 da AOAC (1995).

### **2.3.3. Acidez titulável**

Segundo método oficial 22.058 da AOAC (1984) que expressa a acidez em porcentagem de ácido cítrico anidro.

### **2.3.4. Ácido ascórbico**

Segundo método titulométrico baseado na redução do 2,6 diclorofenol indofenol sódico (DCFI) pelo ácido ascórbico AOAC (1984), modificado por BENASSI (1990), que substituiu o solvente extrator ácido metafosfórico por ácido oxálico. O DCFI foi utilizado de forma diluída e a amostra foi preparada de acordo com SILVA (1999), da seguinte forma: diluição de 10 g de amostra a 100 ml com ácido oxálico, seguida de agitação sob refrigeração (7°C) por 15 minutos com proteção de luz, para extração do ácido ascórbico e titulação de alíquota com DCFI.

### 2.3.5. Medida objetiva de cor

Foi utilizado o fotocolorímetro Hunter com iluminante D65/10° Sistema Hunter Lab., expressando a cor através dos parâmetros “L”, “a”, “b”.

Para cada ensaio foram separados 4 potes para análises, um para cada tempo. A cor da geléia de cada pote foi avaliada no tempo 0 (após o processamento), tempo 1, tempo 2 e tempo 3.

Os valores de “L”, “a” e “b” do tempo 0 foram a referência. Os valores de DL, Da e Db do tempo 1 são os valores de “L” no tempo 1 menos o valor de “L” no tempo 0, de “a” no tempo 1 menos o valor de “a” no tempo 0 e de “b” no tempo 1 menos “b” no tempo 0, respectivamente. Os valores de DL, Da e Db dos tempos 2 e 3 são calculados da mesma forma.

### 2.3.6. Antocianinas

Inicialmente não estava previsto para este trabalho a quantificação das antocianinas, pois todos os trabalhos consultados levavam à conclusão de que as antocianinas eram totalmente degradadas durante o processamento térmico nos produtos à base de acerola. Os trabalhos sobre cinética de degradação de antocianinas também indicavam que as antocianinas presentes na acerola são extremamente suscetíveis a degradação térmica especialmente na presença de oxigênio (CHAN & YAMAMOTO, 1994). Entretanto, após o processamento a geléia apresentou uma coloração bastante avermelhada, sugerindo que o processo não havia provocado a decomposição de toda antocianina. Procurou-se então uma metodologia para quantificar as antocianinas presentes na geléia.

Foi escolhida a metodologia para determinação de antocianinas totais como descrito em FRANCIS (1982). Devido a limitações no tamanho das amostras, utilizamos 20g de amostra de geléia de acerola para cada análise de antocianinas.

As antocianinas foram extraídas de 20g de geléia de acerola em duas etapas. Após a primeira extração a amostra foi centrifugada a 2000rpm e 1700xg por 20



minutos e o extrato colocado em balão volumétrico de 100ml. Foi feita uma segunda extração e a amostra centrifugada novamente, o extrato colocado no mesmo balão volumétrico de 100ml e o volume acertado. Cada extração foi feita por uma noite, em geladeira com solução de etanol 95% e HCl 1,5N na proporção de etanol:HCl de 85:15. A absorbância foi lida em espectrofotômetro Beckman a 520nm. Para determinar o valor de absorbância para a leitura, foi feita a varredura de um extrato da polpa antes do processamento. A varredura indicou um pico de absorbância a 520nm, valor que coincide com o valor para a leitura da malvidina 3,5-diglucoze (Mv-3,5-GG) com solvente 0,1N HCl segundo NIKETIC-ALEKSIC & HRAZDINA (1972).

Entretanto, quando foi preparado o extrato filtrado da geléia para a leitura da absorbância ocorreu um problema: o extrato tinha uma névoa, provavelmente de alguma outra substância extraída da geléia. Foi tentada a centrifugação a 4600rpm e 4200xg por 15 minutos e filtragem dupla, mas a névoa permaneceu. Na impossibilidade de medir a absorbância as amostras foram colocadas no freezer (-18°C) até que se encontrasse uma solução para o problema. O resfriamento provocou a precipitação dos interferentes em uma camada branca no fundo dos balões e isto possibilitou a leitura da absorbância. Desta forma, antes das leituras, as amostras foram resfriadas até a precipitação dos interferentes.

### **2.3.7. Análise sensorial**

A avaliação sensorial foi conduzida no tempo 3 – 196 dias após o processamento. Foi aplicado o teste de escala hedônica de 9 pontos na qual 1 corresponde a “desgostei muitíssimo”; 5, “nem gostei nem desgostei” ou “indiferente”; e 9, “gostei muitíssimo” (STONE & SIEDEL, 1985), (MEILGAARD *et al.*, 1988). Foram avaliados os atributos aparência, aroma, textura, sabor e aparência no pote.

Os testes sensoriais foram realizados no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos (FEA-UNICAMP), cujas instalações



incluem cabines individuais para os testes, controle de iluminação (foi usada luz branca) e temperatura ambiente.

Foram servidos cerca de 10g de geléia em copinho plástico descartável leitoso para café codificado com algarismos de três dígitos, acompanhados de biscoito cream cracker, copo de água, faca plástica e pedaços de pão de forma branco para serem mastigados entre as amostras. A aparência no pote foi avaliada, em separado, em bancada fora das cabines. As fichas utilizadas estão no Anexos 8.

As amostras foram distribuídas em 3 sessões com 4 amostras. As amostras foram entregues conforme MACFIE *et al.* (1989) para balancear os efeitos da ordem de apresentação nos resultados. As amostras foram servidas uma de cada vez, para que o provador avaliasse cada uma individualmente. Participaram 22 indivíduos não treinados de ambos os sexos, primordialmente alunos e funcionários da FEA-UNICAMP.

O objetivo da análise sensorial foi o de avaliar a influência de cada aditivo nas respostas da análise sensorial para os atributos aparência, aroma, textura, sabor e aparência no pote. Os resultados foram avaliados através do programa Statistica, utilizando a média das notas dos provadores como respostas para o planejamento fatorial estatístico para a análise dos efeitos dos conservantes.

#### **2.3.8. Análise microbiológica**

As análises microbiológicas precederam a análise sensorial do tempo 3. Foram realizadas as seguintes análises:

- Contagem total de mesófilos: meio PCA, 35°C, 48h;
- Coliformes: teste presuntivo em caldo lauril sulfato triptose (LST), 35°C, 48h;
- Bactérias lácticas: meio de cultura APT, 30°C, 48-72h, jarra com gerador de microaerofilia;

-Fungos e leveduras: meio de cultura PDA com clorafenicol 0,010g/100ml do meio, 23°C, 3-5 dias;

As técnicas aplicadas pertencem a VANDERSANT & SPLITSTTOESSER (1992).

### **2.3.9. Planejamento Estatístico**

Utilizou-se um planejameto fatorial fracionário  $2^{4-1}$ , neste planejamento os efeitos principais não se misturam com as interações de dois fatores, mas estas por sua vez, misturam-se entre si. Portanto os efeitos principais obtidos com o planejamento  $2^{4-1}$  são uma excelente aproximação aos valores que seriam obtidos caso fosse realizado o planejamento completo  $2^4$ . Com o planejamento completo  $2^4$  deveriam ser feitas 16 formulações diferentes mais os pontos centrais e com o planejamento fracionário realizamos 8 formulações diferentes mais os pontos centrais. Entretanto com o planejamento  $2^{4-1}$  não tivemos condições de obter os modelos matemáticos para cada aditivo e interações, entretanto, este não foi o objetivo deste trabalho.

Os aditivos foram variados nos níveis inferior e superior conforme a Tabela 9. A Tabela 10 traz a matriz do planejamento experimental  $2^{4-1}$ . As respostas foram: medidas de cor (L, a, b), pH, sólidos solúveis (brix), acidez total titulável, concentração de ácido ascórbico, antocianinas totais e respostas da análise sensorial para aroma, aparência, textura sabor e aparência avaliada através do pote.

**Tabela 9. Valores de concentração de aditivos correspondentes aos níveis do planejamento experimental.**

	-	0	+
Benzoato de sódio (%)	0,02500	0,037500	0,050000
Sorbato de potássio (%)	0,03125	0,046875	0,0625
EDTA (mg/l)	200	300	400
Ácido eritórbito (mg/l)	75	112,5	150

As soluções dos aditivos foram preparadas de forma que para os níveis “-“, “0“, “+” fosse adicionado o mesmo volume. Isto para que não ocorresse variação no Brix das formulações. Para o benzoato de sódio as soluções eram de 1,5ml; 2,0ml para o sorbato de potássio; 10,0ml para o EDTA e 1ml para o ácido eritórbito. O volume de cada solução está relacionado com sua solubilidade para a concentração máxima no nível “+”.



**Tabela 10. Matriz de planejamento 2<sup>4-1</sup> com 3 pontos centrais.**

Ensaio	Código	Benzoato de sódio	Sorbato de potássio	EDTA	Ácido eritórbito
1	B2	-	-	-	-
2	B4	+	-	-	+
3	B7	-	+	-	+
4	B3	+	+	-	-
5	B5	-	-	+	+
6	B8	+	-	+	-
7	B9	-	+	+	-
8	B10	+	+	+	+
9	B1	0	0	0	0
10	B6	0	0	0	0
11	B11	0	0	0	0
12 *	B12	N	N	N	N

\* O ensaio nº12 não contém aditivos

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 1. Caracterização das diferentes formulações da geléia de acerola após o processamento e durante a vida de prateleira.

#### 1.1. Análises físicas e químicas

##### 1.1.1. Cor

A Tabela 11 traz a matriz de planejamento com as respostas para Da, Db e DL para os tempos 1, 2 e 3. Os valores de L, a, b e seus valores de desvio padrão estão no Anexo 1.

O ácido eritórbito apresentou efeito positivo significativo com  $p < 0,05$  (95% de confiança) para Da e Db no tempo 1, mostrado na Tabela 12 e na Tabela 13. O efeito positivo para Da indica que o aditivo contribuiu para manter a cor vermelha da geléia e efeito positivo para Db indica que o aditivo contribuiu para manter a cor amarela. A cor da geléia é definida por uma combinação das 3 coordenadas a, b e L. Nas coordenadas de cromaticidade: +a é na direção do vermelho, -a é na direção do verde, +b é na direção do amarelo e -b é na direção do azul, +L é na direção do branco e -L é na direção do preto. O ácido eritórbito é um isômero do ácido ascórbico. Considerando que a alta concentração de ácido ascórbico na acerola é um dos fatores que causa o escurecimento e a formação de bolhas, poderia-se pensar que um estereoisômero do ácido L-ascórbico não apresentaria um efeito positivo na geléia. Entretanto, ESSELEN *et al.*, (1945) reportaram que o ácido eritórbito se oxida mais rapidamente que o ácido L-ascórbico em alguns alimentos, tendo então, um efeito protetor no ácido L-ascórbico natural ou adicionado, quando os dois estão presentes simultaneamente. BAUERNFEIND & PINKERT (1970) afirmam que estudos básicos e aplicados refutam que o ácido eritórbito e o ácido L-ascórbico tenham as mesmas propriedades.

O benzoato de sódio apresentou efeito negativo significativo com  $p < 0,05$  (95% de confiança) para Da e Db no tempo 2, mostrado na Tabela 15 e Tabela 16.

Isto significa que o benzoato de sódio aumentou a perda da cor vermelha e amarela na geléia no armazenamento até o tempo 2.

Nenhum dos aditivos apresentou influência significativa na cor no tempo 3, conforme Tabela 18, Tabela 19. O ácido eritórbito teve um efeito significativo no tempo 1 e o benzoato apresentou influência significativa somente no tempo 2. Isto indica que a influência negativa do benzoato de sódio na geléia se desenvolveu de forma negativa após o tempo 1.

A influência dos aditivos foi reduzida nas amostras após o tempo 2 e todas as amostras apresentaram um declínio nos valores de "a" e de "b", conforme pode ser observado na Figura 2 e Figura 3.

Todas as amostras escureceram, mas os aditivos não apresentaram influência significativa com  $p < 0,1$  nas variações de DL conforme Tabela 14, Tabela 17 e Tabela 20. Desta forma, a variação do nível inferior ao nível superior na concentração dos aditivos não reduziu ou aumentou o escurecimento nas geléias. Para a amostra sem conservantes, o valor de "L" após o processamento foi de 24,19 e no tempo 3 (196 dias após o processamento) foi de 23,00. Isto representa um declínio na luminosidade de 4,9% do valor inicial. Percebemos que a maior parte do escurecimento ocorreu no primeiro mês após o processamento, sofrendo pequena variação do tempo 1 (35 dias após o processamento) para o tempo 3. As amostras não seguiram um padrão de escurecimento, mas de forma geral todas escureceram após o tempo 2, conforme pode ser observado na Figura 4.



**Tabela 11. Matriz de planejamento com as respostas Da, Db, DL para os tempos 1, 2 e 3.**

(1)	(2)	(3)	(4)	Tempo 1			Tempo 2			Tempo 3		
				Da	Db	DL	Da	Db	DL	DA	DB	DL
-1	-1	-1	-1	-0,54	0,11	-0,52	-0,19	0,42	-0,21	-1,39	-0,20	-0,81
1	-1	-1	1	-0,19	0,03	0,39	-0,44	0,05	0,3	-0,64	-0,02	0,27
-1	1	-1	1	0,22	0,42	0,17	-0,79	-0,19	-0,12	-1,26	-0,39	-0,40
1	1	-1	-1	-1,10	-0,20	-0,99	-1,19	-0,13	-0,64	-1,92	-0,62	-1,16
-1	-1	1	1	-0,52	-0,05	0,11	-0,67	0,00	-0,19	-1,24	-0,36	-0,62
1	-1	1	-1	-1,20	-0,45	-0,51	-1,46	-0,42	-0,61	-1,77	-0,56	-0,72
-1	1	1	-1	-0,52	-0,11	-0,18	-0,38	0,2	-0,07	-1,16	-0,35	-0,56
1	1	1	1	0,01	0,30	-0,41	-0,58	0,11	-0,77	-1,15	-0,19	-1,07
0	0	0	0	-0,84	-0,14	-0,69	-1,07	-0,16	-0,89	-1,79	-0,61	-1,23
0	0	0	0	-0,54	-0,05	0,09	-0,99	-0,20	-0,21	-1,30	-0,41	-0,21
0	0	0	0	-0,60	-0,19	-1,26	-0,89	-0,09	-1,17	-1,20	-0,22	-1,36

(1) Benzoato de sódio

(3) EDTA

(2) Sorbato de potássio

(4) Ácido eritórbito

**Tabela 12. Efeitos para Da para o tempo1.**

	Efeito	Erro puro	t	p
(1)Benzoato de sódio	-0,2800	0,1122	-2,4944	0,1301
(2)Sorbato de potássio	0,2650	0,1122	2,3608	0,1421
(3)EDTA	-0,1550	0,1122	-1,3808	0,3014
(4)Ácido eritórbito	0,7200	0,1122	6,4143	0,0235

**Tabela 13. Efeitos para Db para o tempo1.**

	Efeito	Erro puro	t	p
(1)Benzoato de sódio	-0,1725	0,0502	-3,4386	0,0752
(2)Sorbato de potássio	0,1925	0,0502	3,8372	0,0617
(3)EDTA	-0,1675	0,0502	-3,3389	0,0792
(4)Ácido eritórbito	0,3375	0,0502	6,7276	0,0214

**Tabela 14. Efeitos para DL para o tempo1.**

	Efeito	Erro puro	t	p
(1)Benzoato de sódio	-0,2750	0,4792	-0,5739	0,6240
(2)Sorbato de potássio	-0,2200	0,4792	-0,4591	0,6912
(3)EDTA	-0,0100	0,4792	-0,0209	0,9852
(4)Ácido eritórbito	0,6150	0,4792	1,2833	0,3280

**Tabela 15. Efeitos para Da para o tempo 2.**

	Efeito	Erro puro	t	p
(1)Benzoato de sódio	-0,4100	0,0638	-6,4293	0,0233
(2)Sorbato de potássio	-0,0450	0,0638	-0,7057	0,5535
(3)EDTA	-0,1200	0,0638	-1,8818	0,2006
(4)Ácido eritórbito	0,1850	0,0638	2,9010	0,1011

**Tabela 16. Efeitos para Db para o tempo 2.**

	Efeito	Erro puro	t	p
(1)Benzoato de sódio	-0,2050	0,0394	-5,2070	0,0350
(2)Sorbato de potássio	-0,0150	0,0394	-0,3810	0,7399
(3)EDTA	-0,0650	0,0394	-1,6510	0,2405
(4)Ácido eritórbito	-0,0250	0,0394	-0,6350	0,5904

**Tabela 17. Efeitos para DL para o tempo 2.**

	Efeito	Erro puro	t	p
(1)Benzoato de sódio	-0,2825	0,3491	-0,8092	0,5033
(2)Sorbato de potássio	-0,2225	0,3491	-0,6374	0,5891
(3)EDTA	-0,2425	0,3491	-0,6947	0,5591
(4)Ácido eritórbito	0,1875	0,3491	0,5371	0,6450

**Tabela 18. Efeitos para Da para o tempo 3.**

	Efeito	Erro puro	t	p
(1)Benzoato de sódio	-0,1075	0,2233	-0,4815	0,6777
(2)Sorbato de potássio	-0,1125	0,2233	-0,5039	0,6644
(3)EDTA	-0,0275	0,2233	-0,1232	0,9132
(4)Ácido eritórbito	0,4875	0,2233	2,1834	0,1607

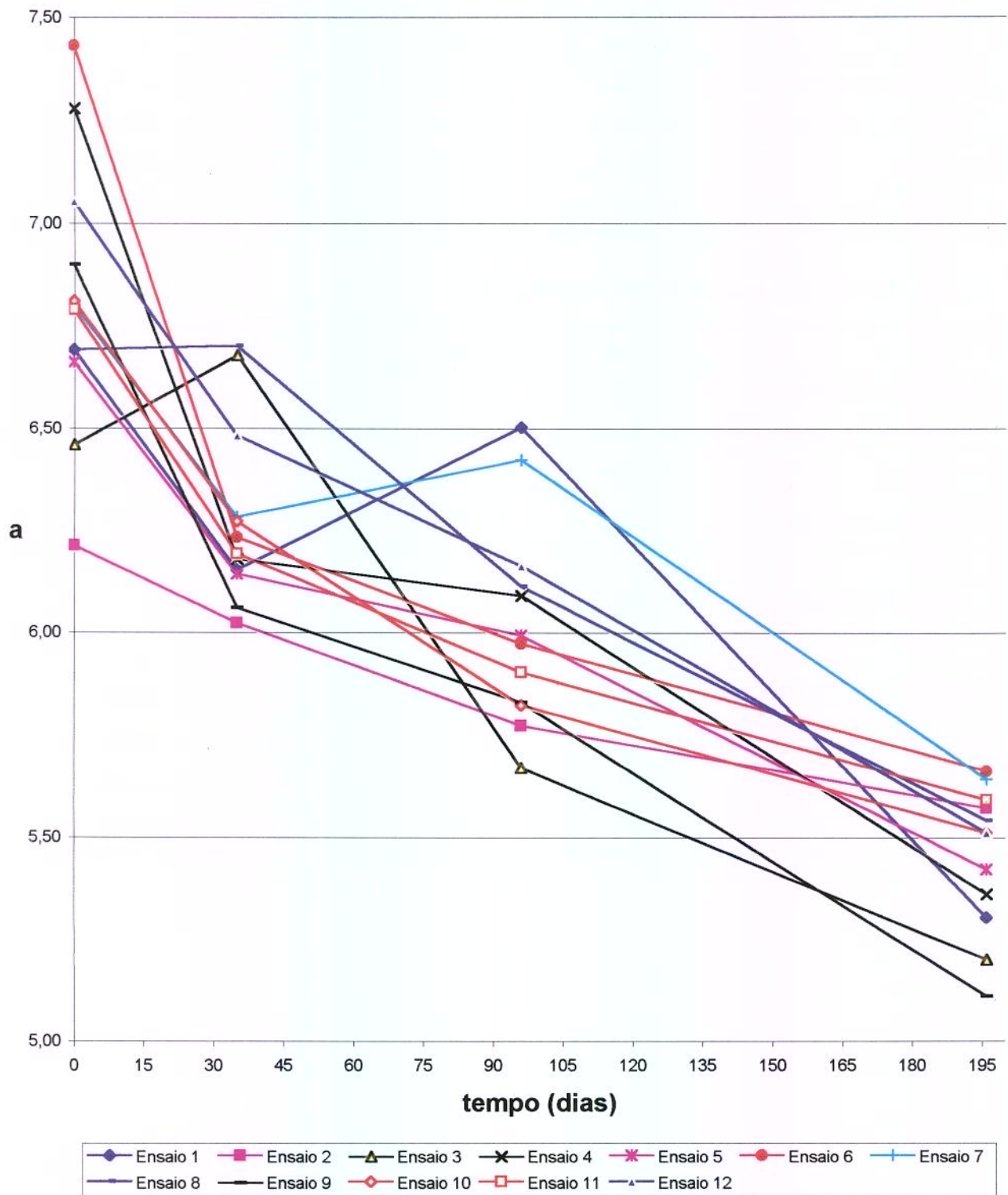
**Tabela 19. Efeitos para Db para o tempo 3.**

	Efeito	Erro puro	t	p
(1)Benzoato de sódio	-0,0225	0,1379	-0,1632	0,8854
(2)Sorbato de potássio	-0,1025	0,1379	-0,7433	0,5348
(3)EDTA	-0,0575	0,1379	-0,4170	0,7172
(4)Ácido eritórbito	0,1925	0,1379	1,3959	0,2975

**Tabela 20. Efeitos para DL para o tempo 3.**

	Efeito	Erro puro	t	p
(1)Benzoato de sódio	-0,0725	0,4453	-0,1628	0,8856
(2)Sorbato de potássio	-0,3275	0,4453	-0,7354	0,5386
(3)EDTA	-0,2175	0,4453	-0,4884	0,6736
(4)Ácido eritórbito	0,3575	0,4453	0,8028	0,5063





**Figura 2. Variação nos valores de “a”.**

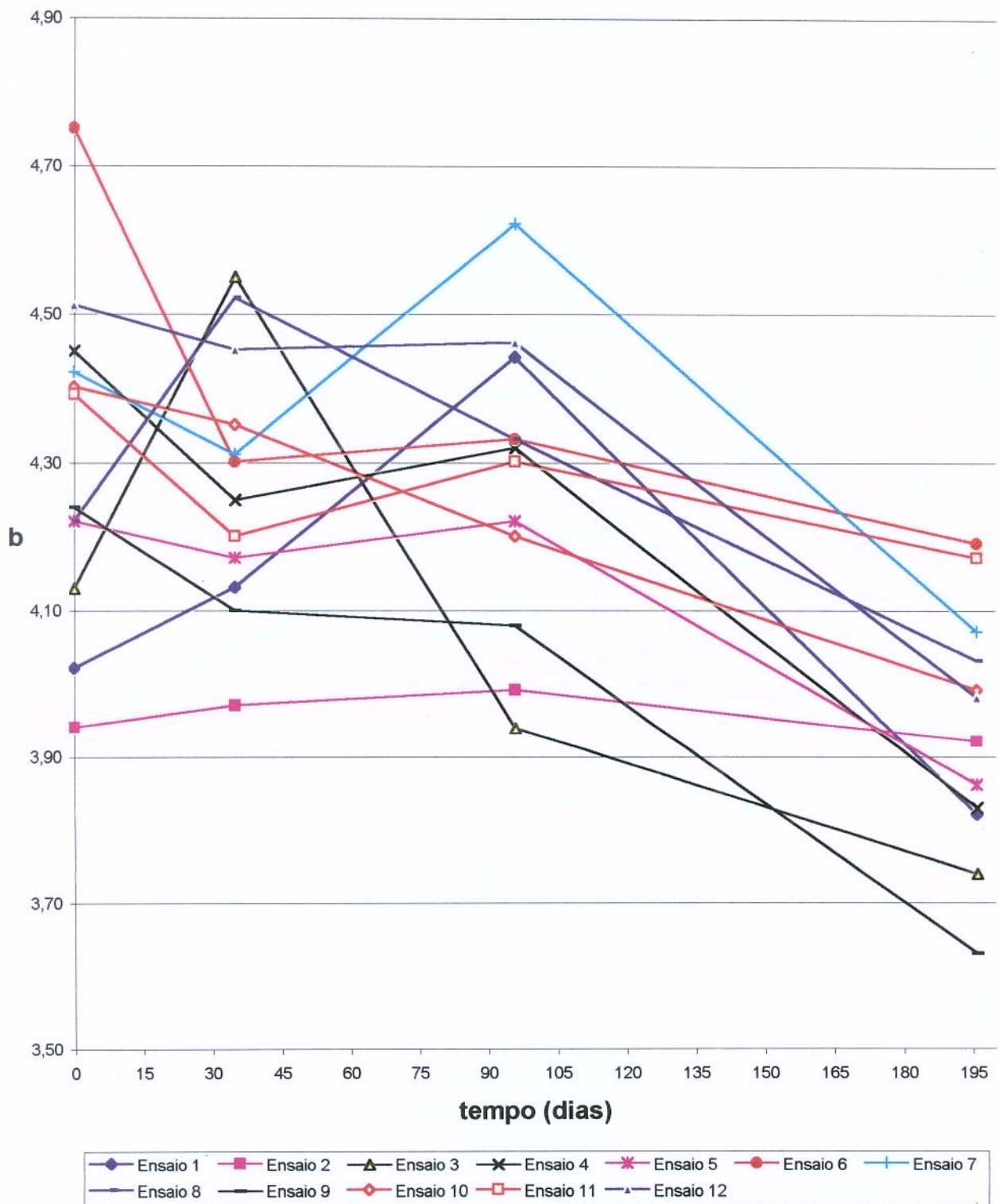
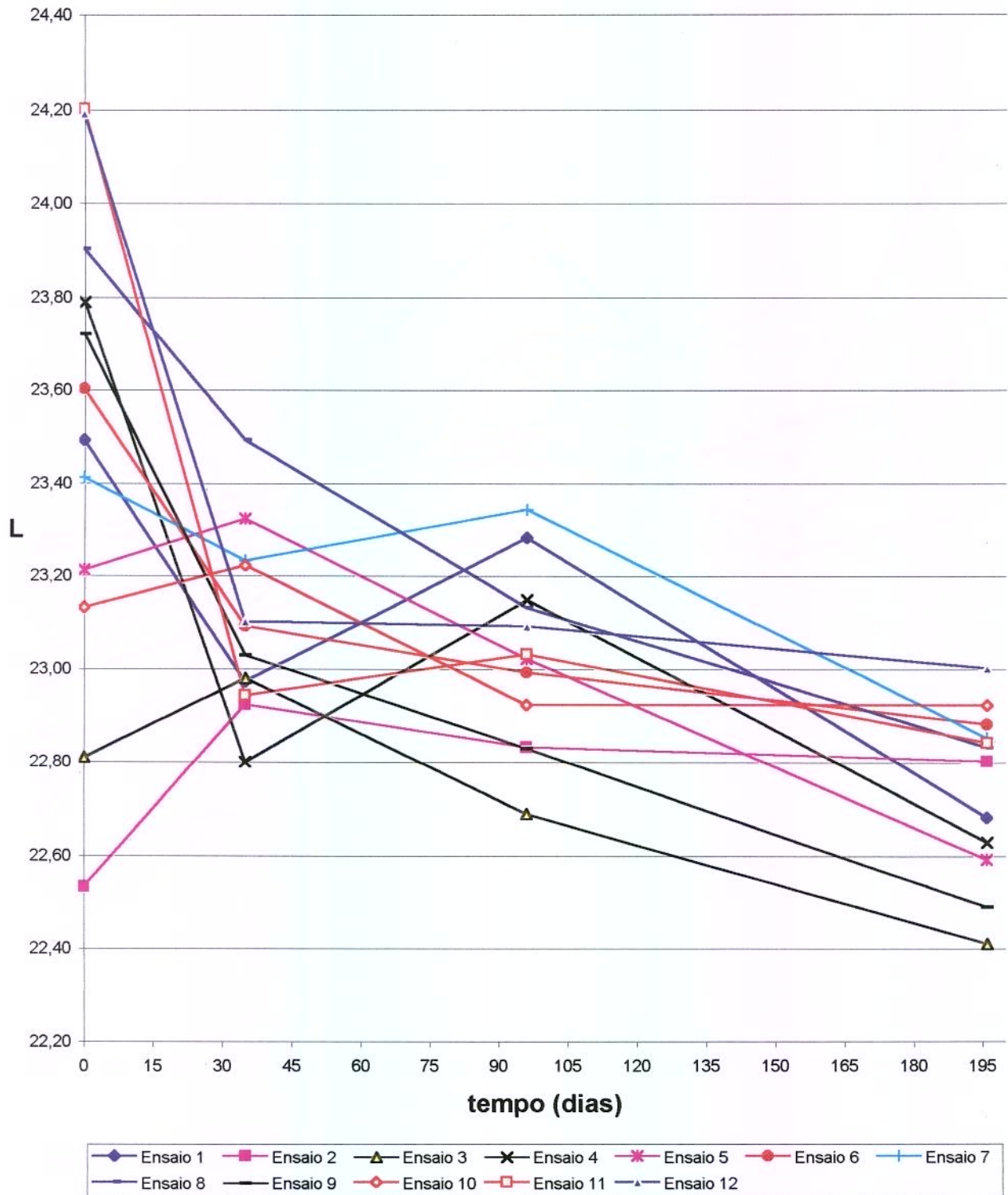


Figura 3. Variação nos valores de "b".



**Figura 4. Variação nos valores de “L”.**



### 1.1.2. pH

O pH das geléias foi medido no tempo 0 e no tempo 3. A Tabela 21 mostra a matriz de planejamento e os valores de pH. Os valores de pH com os valores de desvio padrão podem ser consultados no Anexo 2.

Os aditivos não apresentaram efeito significativo com  $p < 0,1$  para o pH, conforme a Tabela 22 e a Tabela 23. Isto significa que a variação dos aditivos nos níveis positivo e negativo do planejamento experimental não influenciou de forma significativa os valores de pH no tempo 0 e no tempo 3.

Segundo JACKIX (1988), o pH das geléias deve ser de no máximo 3,4, sendo que abaixo de 3,0 ocorre uma tendência a sinerese. Os valores de pH da geléia de acerola foram de no máximo 3,4 após o processamento apresentando um pequeno aumento durante o armazenamento até o tempo 3, entretanto este aumento de pH não prejudicou a qualidade da geléia, pois a aceitação foi muito boa, como pode ser visto nos resultados da análise sensorial.

**Tabela 21. Matriz de planejamento com as respostas de pH.**

Benzoato de sódio	Sorbato de potássio	EDTA	Ácido eritórbito	pH tempo 0	pH tempo 3
-1	-1	-1	-1	3,34	3,49
1	-1	-1	1	3,38	3,53
-1	1	-1	1	3,37	3,51
1	1	-1	-1	3,36	3,54
-1	-1	1	1	3,36	3,51
1	-1	1	-1	3,35	3,51
-1	1	1	-1	3,40	3,55
1	1	1	1	3,35	3,53
0	0	0	0	3,36	3,51
0	0	0	0	3,38	3,53
0	0	0	0	3,33	3,53

**Tabela 22. Efeitos para pH no tempo 0**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,0075	0,0178	-0,4215	0,7144
Sorbato de potássio	0,0125	0,0178	0,7024	0,5552
EDTA	0,0025	0,0178	0,1405	0,9011
Ácido eritórbito	0,0025	0,0178	0,1405	0,9011

**Tabela 23. Efeitos para pH no tempo 3**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	0,0125	0,0082	1,5309	0,2654
Sorbato de potássio	0,0225	0,0082	2,7557	0,1103
EDTA	0,0075	0,0082	0,9186	0,4553
Ácido eritórbito	-0,0025	0,0082	-0,3062	0,7884

### 1.1.3. Sólidos solúveis – Brix

O brix das geléias foi medido nos tempos 0, 1, 2 e 3. A Tabela 24 mostra a matriz de planejamento e os valores de brix. Os valores de brix com os valores de desvio padrão podem ser consultados no Anexo 3.

Segundo JACKIX (1988) a legislação brasileira estabelece um teor mínimo de 65% de sólidos solúveis. Todas as geléias de acerola apresentaram valores de sólidos solúveis muito próximos a 67° Brix, mostrando que o controle do ponto final de cocção da geléia determinado pelo volume de água condensada, no balão do condensador do rotavapor, foi eficiente.

O valor dos sólidos solúveis das geléias praticamente não variou durante o armazenamento e os aditivos não apresentaram influencia significativa com  $p < 0,1$  nas pequenas flutuações, conforme Tabela 25, Tabela 26, Tabela 27 e Tabela 28.

**Tabela 24. Matriz de planejamento com as respostas de sólidos solúveis (°Brix).**

Benzoato de sódio	Sorbato de potássio	EDTA	Ácido eritórbito	tempo 0	tempo 1	tempo 2	tempo 3
-1	-1	-1	-1	67,07	67,70	67,70	67,00
1	-1	-1	1	67,50	67,80	67,80	67,20
-1	1	-1	1	66,83	67,60	67,60	66,90
1	1	-1	-1	67,00	67,50	67,50	67,20
-1	-1	1	1	67,33	67,60	67,60	67,20
1	-1	1	-1	66,67	67,45	67,45	66,95
-1	1	1	-1	66,87	67,45	67,45	66,95
1	1	1	1	66,77	67,70	67,70	67,10
0	0	0	0	67,23	67,65	67,65	67,20
0	0	0	0	67,10	67,55	67,55	67,05
0	0	0	0	66,77	67,50	67,50	67,00

**Tabela 25. Efeitos para sólidos solúveis (°Brix) no tempo 0**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,0400	0,1677	-0,2385	0,8337
Sorbato de potássio	-0,2750	0,1677	-1,6400	0,2427
EDTA	-0,1900	0,1677	-1,1331	0,3747
Ácido eritórbito	0,2050	0,1677	1,2226	0,3460

**Tabela 26. Efeitos para sólidos solúveis (°Brix) no tempo 1**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	0,0250	0,0540	0,4629	0,6889
Sorbato de potássio	-0,0750	0,0540	-1,3887	0,2994
EDTA	-0,1000	0,0540	-1,8516	0,2053
Ácido eritórbito	0,1500	0,0540	2,7775	0,1089



**Tabela 27. Efeitos para sólidos solúveis (°Brix) no tempo 2**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	0,0250	0,0540	0,4629	0,6889
Sorbato de potássio	-0,0750	0,0540	-1,3887	0,2994
EDTA	-0,1000	0,0540	-1,8516	0,2053
Ácido eritórbito	0,1500	0,0540	2,7775	0,1089

**Tabela 28. Efeitos para sólidos solúveis (°Brix) no tempo 3**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	0,1000	0,0736	1,3587	0,3072
Sorbato de potássio	-0,0500	0,0736	-0,6794	0,5670
EDTA	-0,0250	0,0736	-0,3397	0,7665
Ácido eritórbito	0,0750	0,0736	1,0190	0,4154

#### 1.1.4. Acidez total titulável

A acidez das geléias foi medida no tempo 0 e no tempo 3. A Tabela 29 mostra a matriz de planejamento e os valores de acidez. Os valores de acidez com os valores de desvio padrão podem ser consultados no Anexo 4.

A acidez de todas as formulações ficou dentro das acidez recomendada. A acidez da geléia não deve exceder 0,8% e o mínimo indicado é de 0,3% JACKIX (1988). Todas as formulações apresentaram uma pequena diminuição na acidez do tempo 0 ao tempo 3, mas continuaram dentro das especificações.

Os aditivos não apresentaram influência significativa com  $p < 0,1$  na acidez total titulável das geléias no tempo 0 e no tempo 3, conforme a Tabela 30 e a Tabela 31, mostrando que a variação na concentração dos aditivos nas formulações não influenciou de forma significativa a acidez da geléia após o processamento e após 196 dias de armazenamento.

**Tabela 29. Matriz de planejamento com os resultados de acidez total, expressa em g de ácido cítrico anidro por 100g de geléia.**

Benzoato de sódio	Sorbato de potássio	EDTA	Ácido eritórbito	Tempo 0	Tempo 3
-1	-1	-1	-1	0,685	0,625
1	-1	-1	1	0,674	0,641
-1	1	-1	1	0,666	0,630
1	1	-1	-1	0,663	0,639
-1	-1	1	1	0,665	0,640
1	-1	1	-1	0,669	0,665
-1	1	1	-1	0,670	0,646
1	1	1	1	0,676	0,642
0	0	0	0	0,682	0,642
0	0	0	0	0,665	0,637
0	0	0	0	0,666	0,638

**Tabela 30. Efeitos para acidez no tempo 0**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,001	0,007	-0,148	0,896
Sorbato de potássio	-0,005	0,007	-0,667	0,573
EDTA	-0,002	0,007	-0,296	0,795
Ácido eritórbito	-0,001	0,007	-0,222	0,845

**Tabela 31. Efeitos para acidez no tempo 3**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,013	0,005	-2,552	0,125
Sorbato de potássio	-0,001	0,005	-0,204	0,857
EDTA	-0,017	0,005	-3,368	0,078
Ácido eritórbito	0,004	0,005	0,816	0,500



### 1.1.5. Ácido Ascórbico

O concentração de ácido ascórbico das geléias foi medida nos tempos 0, 1, 2 e 3. Alguns valores de concentração de ácido ascórbico foram maiores para o tempo 2 que para o tempo 1. A amostra da geléia de acerola dificultou a determinação do ponto de viragem da solução titulada para o rosa. O pequeno volume da alíquota também pode ter ocasionado a incoerência, pois cada gota de DCFI a mais representa uma diferença considerável no resultado. Para tentar evitar o problema ocorrido, descoberto no tempo 2, foi utilizada uma alíquota de 2ml para a titulação no tempo 3. Assim para o cálculo dos efeitos para o ácido ascórbico somente foram considerados os resultados do tempo 3. A diferença: concentração de ácido ascórbico no tempo 3 menos a concentração de ácido ascórbico no tempo 0, foi utilizada como resposta na matriz do planejamento estatístico. A tabela 32 mostra a matriz de planejamento e a diferença: (concentração de ácido ascórbico no tempo 3 - concentração de ácido ascórbico no tempo 0), que representa a degradação de ácido ascórbico no tempo 3. Os valores de ácido ascórbico com os coeficientes de variação, para todos os tempos, podem ser consultados no Anexo 5.

O benzoato de sódio apresentou efeito positivo com  $p < 0,05$  e o EDTA e o ácido eritórbico apresentaram efeito positivo com  $p < 0,1$  para a variação na concentração de ácido ascórbico, mostrado na Tabela 33. O efeito positivo significa que a variação na concentração do aditivo do nível “-” para o nível “+” nas formulações diminuiu a degradação do ácido ascórbico.

A concentração de ácido ascórbico após o processamento na formulação sem aditivos foi de 493 mg/100g de geléia. Após 196 dias de armazenamento a concentração foi de 449mg/100g de geléia. A perda foi de 44mg, ou seja, 8,85% da quantidade inicial de vitamina. Desta forma, 13,36 g de geléia de acerola da formulação sem aditivos armazenada por 196 dias fornece a ingestão diária recomendada para a vitamina C, que é de 60 mg de ácido ascórbico segundo o Food Nutrition Board do National Research Council dos Estados Unidos da América. Desta forma, uma colher de sobremesa rasa da geléia de acerola



fornece a ingestão diária recomendada (IDR) de vitamina C. Programas como a merenda escolar, hospitais, navios e asilos poderiam utilizar a geléia de acerola dentro do seu planejamento nutricional.

O ensaio nº 1 foi a formulação que apresentou a maior perda de ácido ascórbico. A perda, após 196 dias (6,53 meses), foi de 24% da quantidade inicial de ácido ascórbico. Esta perda pode ser considerada pequena, pois de acordo com SALUNKHE & DESAI (1984) as perdas de ácido ascórbico na geléia podem chegar a 50% em um período de armazenamento de 6 meses. A perda média considerando todas as formulações, inclusive a formulação sem aditivos, foi de 11,3%.

**Tabela 32. Matriz de planejamento e resposta (concentração de ácido ascórbico no tempo 3 - concentração de ácido ascórbico no tempo 0)**

Benzoato de sódio	Sorbato de potássio	EDTA	Ácido eritórbico	(concentração de ácido ascórbico no tempo 3 - concentração de ácido ascórbico no tempo 0) mg/100g
-1	-1	-1	-1	-137,47
1	-1	-1	1	-48,70
-1	1	-1	1	-36,47
1	1	-1	-1	-46,80
-1	-1	1	1	-49,66
1	-1	1	-1	-7,60
-1	1	1	-1	-77,19
1	1	1	1	-40,66
0	0	0	0	-45,06
0	0	0	0	-56,96
0	0	0	0	-33,83

**Tabela 33. Efeitos para o ácido ascórbico, considerando: (concentração de ácido ascórbico no tempo 3 - concentração de ácido ascórbico no tempo 0), como resposta**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	39,259	8,177	4,801	0,041
Sorbato de potássio	10,577	8,177	1,293	0,325
EDTA	23,579	8,177	2,884	0,102
Ácido eritórbico	23,394	8,177	2,861	0,104

#### 1.1.6. Antocianinas

A concentração de ácido ascórbico foi medida nos tempos 0, 1, 2 e 3. Devido aos problemas com a formação de névoa, que dificultou a preparação da amostra, os resultados do tempo 0 foram desconsiderados e a metodologia modificada para a determinação das antocianinas totais para o tempo 1, 2 e 3. As concentrações de antocianinas do tempo 1 foram consideradas como referência para o cálculo das respostas na matriz de planejamento. Foram utilizadas como respostas as diferenças: concentração de antocianinas totais no tempo 2 menos a concentração do tempo 1; e concentração de antocianinas totais no tempo 3 menos a concentração do tempo 1. A Tabela 34 traz a matriz de planejamento e as respostas. As concentrações do tempo 1, 2 e 3 e seus respectivos valores de desvio padrão podem ser consultados no Anexo 6.

O EDTA apresentou efeito positivo na concentração das antocianinas totais com  $p < 0,05$  nos testes realizados no tempo 2 e no tempo 3, considerando o tempo 1 como referência, mostrado na Tabela 35 e Tabela 36. Isto significa que o EDTA diminuiu a degradação das antocianinas com  $p < 0,05$  quando sua concentração foi variada no nível inferior ao nível superior do planejamento experimental. O EDTA apresentou efeitos positivos significativos no tempo 2 e no tempo 3, mostrando que o efeito do EDTA foi positivo de forma constante nas antocianinas da geléia.

**Tabela 34. Matriz de planejamento e respostas: (concentração de antocianinas totais no tempo 2 - concentração de antocianinas totais no tempo 1); e (concentração de antocianinas totais no tempo 3 - concentração de antocianinas totais no tempo 1)**

Benzoato de sódio	Sorbato de potássio	EDTA	Ácido eritórico	(concentração de antocianinas totais no tempo 2 - concentração de antocianinas totais no tempo 1) mg/100g	(concentração de antocianinas totais no tempo 3 - concentração de antocianinas totais no tempo 1) mg/100g
-1	-1	-1	-1	-0,2037	-0,3178
1	-1	-1	1	-0,2947	-0,4179
-1	1	-1	1	-0,2369	-0,4896
1	1	-1	-1	-0,4482	-0,3363
-1	-1	1	1	-0,3344	-0,1472
1	-1	1	-1	-0,1437	-0,3116
-1	1	1	-1	-0,0853	-0,2413
1	1	1	1	-0,0123	-0,1774
0	0	0	0	-0,2781	-0,3340
0	0	0	0	-0,2605	-0,2716
0	0	0	0	-0,1858	-0,2835

**Tabela 35. Efeitos para o antocianinas, considerando: (concentração de antocianinas totais no tempo 2 - concentração de antocianinas totais no tempo 1), como resposta**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,0096	0,0347	-0,2770	0,8078
Sorbato de potássio	0,0485	0,0347	1,3985	0,2969
EDTA	0,1520	0,0347	4,3843	0,0483
Ácido eritórico	0,0006	0,0347	0,0184	0,9870



**Tabela 36. Efeitos para o antocianinas, considerando: (concentração de antocianinas totais no tempo 3 - concentração de antocianinas totais no tempo 1), como resposta**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,0118	0,0234	-0,5043	0,6641
Sorbato de potássio	-0,0125	0,0234	-0,5341	0,6467
EDTA	0,1710	0,0234	7,2963	0,0183
Ácido eritórbito	-0,0063	0,0234	-0,2679	0,8139

## 1.2. Avaliação Microbiológica

A avaliação microbiológica foi realizada em um pote da formulação sem aditivos antes de proceder a análise sensorial do tempo 3 (196 dias após o processamento). Como mostra a Tabela 37, a geléia não apresentou nenhum tipo de contaminação microbiológica após 196 dias de armazenamento.

**Tabela 37. Resultados da avaliação microbiológica em geléia de acerola.**

ANÁLISE	RESULTADO
Contagem total de mesófilos	<10 UFC/g
Número mais provável (NMP) coliformes totais	< 0,3 UFC/g
Contagem de bactérias lácticas	< 10 UFC/g
Contagem de bolores e leveduras	< 10 UFC/g

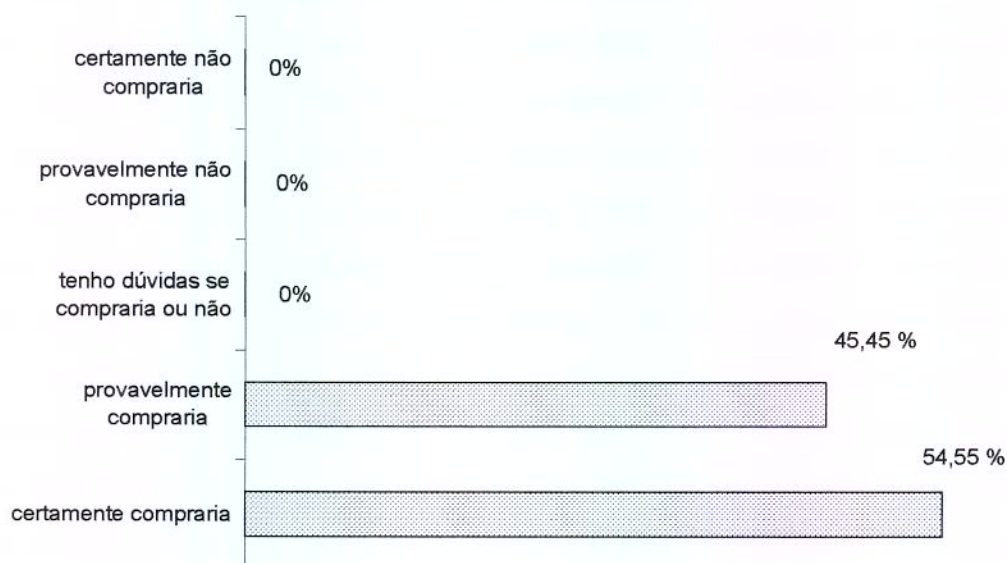
UFC: unidades formadoras de colônia

## 1.3. Análise sensorial

A análise sensorial foi realizada no tempo 3, avaliando os atributos: aparência, aroma, textura, sabor e aparência no pote. Os valores médios e desvio padrão das respostas da análise sensorial podem ser encontrados no Anexo 7. A Tabela 38 traz a média das respostas da análise sensorial.

Mesmo considerando que cada formulação não pode ser avaliada em separado, pois as formulações fazem parte de um planejamento experimental e os resultados da análise sensorial somente têm sentido se avaliados através do prisma do planejamento experimental, percebeu-se, que de forma geral a geléia foi muito bem aceita. Na escala hedônica estruturada onde os valores vão de 1 a 9 os resultados colocam a amostra entre os valores 7-gostei moderadamente e 8-gostei muito. A intenção de compra para a formulação sem aditivos indicou que 54,55% dos entrevistados certamente comprariam e que 45,45% dos entrevistados provavelmente comprariam a geléia. A Figura 5 ilustra a intenção de compra para a formulação sem aditivos. A Tabela 39 traz a os efeitos para aparência. A Tabela 40 traz os efeitos para aroma. A Tabela 41 traz os efeitos para textura. A Tabela 42 traz os efeitos para sabor. A Tabela 43 traz os efeitos para aparência no pote.

O ácido eritórbito apresentou efeito positivo com  $p < 0,1$  para aroma. Isto significa que o aumento da concentração de ácido eritórbito do nível inferior para o nível superior do planejamento experimental nas formulações levou a um aumento nas notas para aroma. O benzoato de sódio apresentou efeito negativo para aroma com  $p < 0,1$  apresentando efeito inverso ao do ácido eritórbito nas notas da análise sensorial. O benzoato de sódio apresentou efeito negativo para sabor, com  $p < 0,1$ , ou seja, o aumento da concentração de benzoato de sódio do nível inferior para o nível superior do planejamento experimental nas formulações levou a uma diminuição nas notas para sabor. Considerando os resultados da análise sensorial, o benzoato de sódio não



**Figura 5. Gráfico da porcentagem de respostas para intenção de compra da geléia sem aditivos**

**Tabela 38. Matriz de planejamento e respostas para análise sensorial**

Benzoato de sódio	Sorbato de potássio	EDTA	Ácido eritórbito	Aparência	Aroma	Textura	Sabor	Aparência no pote
-1	-1	-1	-1	7,64	7,36	7,09	7,55	7,32
1	-1	-1	1	8,00	7,18	6,91	7,18	7,55
-1	1	-1	1	8,23	7,59	7,36	7,95	7,77
1	1	-1	-1	7,68	6,73	7,09	6,95	7,23
-1	-1	1	1	8,05	7,27	6,82	7,41	7,63
1	-1	1	-1	8,05	7,18	7,23	7,59	7,74
-1	1	1	-1	7,95	7,23	7,59	7,55	7,10
1	1	1	1	7,59	7,41	6,91	7,05	7,06
0	0	0	0	8,05	7,23	7,14	7,27	7,45
0	0	0	0	7,86	7,41	6,82	7,32	7,23
0	0	0	0	7,86	7,32	7,27	7,59	7,71



**Tabela 39. Efeitos para aparência**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,136	0,074	-1,837	0,208
Sorbato de potássio	-0,068	0,074	-0,919	0,455
EDTA	0,023	0,074	0,306	0,788
Ácido eritórbico	0,136	0,074	1,837	0,208

**Tabela 40. Efeitos para aroma**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,239	0,064	-3,712	0,066
Sorbato de potássio	-0,011	0,064	-0,177	0,876
EDTA	0,057	0,064	0,884	0,470
Ácido eritórbico	0,239	0,064	3,712	0,066

**Tabela 41. Efeitos para textura**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,182	0,165	-1,102	0,385
Sorbato de potássio	0,227	0,165	1,378	0,302
EDTA	0,023	0,165	0,138	0,903
Ácido eritórbico	-0,250	0,165	-1,516	0,269

**Tabela 42. Efeitos para sabor**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,420	0,122	-3,455	0,075
Sorbato de potássio	-0,057	0,122	-0,467	0,686
EDTA	-0,011	0,122	-0,093	0,934
Ácido eritórbico	-0,011	0,122	-0,093	0,934

**Tabela 43. Efeitos para aparência no pote**

	Efeito	Erro puro	t	p
Benzoato de sódio	-0,062	0,171	-0,360	0,754
Sorbato de potássio	-0,271	0,171	-1,584	0,254
EDTA	-0,084	0,171	-0,488	0,674
Ácido eritórbito	0,158	0,171	0,925	0,453

## 2. Considerações gerais

### • Processamento da geléia

Com o vácuo a concentração ocorreu a temperaturas ao redor de 38°C minimizando a degradação dos componentes. Desta forma, o problema do escurecimento foi controlado em todas as formulações, inclusive na formulação sem aditivos, mostrando que o processamento é o fator que determina a cor da geléia. Os aditivos podem diminuir a perda da cor vermelha ou do aroma, mas a modificação no processamento determinou a grande aceitação após 196 dias de armazenamento. É fundamental citar que a polpa utilizada para o processamento dos ensaios desta dissertação foi de excelente qualidade. É impossível manter a cor vermelha de uma geléia elaborada à partir de uma polpa que não seja mais vermelha, onde as antocianinas já estiverem degradadas.

O problema do surgimento de bolhas não foi resolvido. Após 4 meses iniciou-se a formação de bolhas em todas as formulações. Estas bolhas surgiram ao redor de bolhas que se formaram no momento do envasamento. Pré-testes envasados com maior cuidado não apresentaram a formação de bolhas até 5 meses. Limitações no equipamento impediram que se realizasse uma desaeração mais efetiva e que o envasamento fosse realizado a temperaturas um pouco mais altas. Os resultados apontam na direção de que se a geléia de acerola processada à vácuo for desaerada, envasada a uma temperatura superior e, principalmente, envasada com um sistema que evite a formação de bolhas, como um bico enchedor imerso, a formação de bolhas será muito menor.



## CONCLUSÕES

- A geléia teve boa aceitação na análise sensorial. Na escala hedônica estruturada onde os valores vão de 1 a 9 os resultados colocam a amostra entre os valores 7-gostei moderadamente e 8-gostei muito. A intenção de compra para a formulação sem aditivos indicou que 54,55% dos entrevistados certamente comprariam e que 45,45% dos entrevistados provavelmente comprariam a geléia.
- O ácido eritórbico teve efeito positivo para a cor vermelha com  $p < 0,05$  nos testes realizados 35 dias após o processamento. e efeito positivo com  $p < 0,1$  nas respostas da análise sensorial realizada 196 dias após o processamento para aroma e efeito positivo na concentração de ácido ascórbico com  $p < 0,1$  nos testes realizados 196 dias após o processamento.
- O benzoato de sódio teve efeito negativo na cor vermelha com  $p < 0,05$  nos testes realizados 96 dias após o processamento; efeito negativo com  $p < 0,1$  nas respostas da análise sensorial realizada 196 dias após o processamento para aroma e efeito positivo na concentração de ácido ascórbico com  $p < 0,05$  nos testes realizados 196 dias após o processamento.
- O EDTA teve efeito positivo na concentração das antocianinas totais com  $p < 0,05$  nos testes realizados 96 dias após o processamento e nos testes realizados 196 dias após o processamento e efeito positivo na concentração de ácido ascórbico com  $p < 0,1$  nos testes realizados 196 dias após o processamento.
- A perda média de ácido ascórbico na geléia, considerando todas as formulações, inclusive a formulação sem aditivos, foi de 11,3%. A maior perda de ácido ascórbico após 196 dias (6,53 meses), foi de 24% da quantidade inicial de ácido ascórbico. A quantidade final de ácido ascórbico nesta geléia foi de 448,25mg/100g



- Ocorreu a formação de bolhas após o terceiro mês de armazenamento, entretanto estas evoluíram a partir de bolhas formadas no envasamento.

**REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

AOAC (Association of Official Analytical Chemists). "**Official Methods of Analysis**", Ed. Sidney Williams. 14 ed., Washington, D.C. 1984. 1141p.

ASENJO, C. F.; FREIRE DE GUZMÁN, A. R. The high ascorbic content of west indian cherry. **Science**, v.103, p.219, 1946.

ASENJO, C. F. Riboflavin content of tropical foods. **Food Research**, v.11, p.137, 1946.

ASENJO, C. F. Thiamin content of tropical foods. **Food Research**, v.13, p.94, 1948.

ASENJO, C. F. Niacin content of tropical foods. **Food Research**, v.15, p.465, 1950.

ASENJO, C. F.; MUNIZ, A.I. Pantothenic acid content of tropical foods. **Food Research**, v.20, p.47, 1955.

ASENJO, C. F.; MOSCOSO G. C. Ascorbic acid content and other characteristics of the west indian cherry. **Food Research**, v.15, p.103-106, 1950.

BAUERNFEIND, J. C.; PINKERT, D. M. Food processing with added ascorbic acid. **Advances in food research**. v.18, p.219-315, 1970.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. A comparison of metaphosphoric and oxalic acids as extractants solutions for determination of vitamin C in selected vegetables. **Arquivos de Biologia e Tecnologia**, Campinas, v.31, n.4, p. 507-513, 1988.

BENASSI, M. T.; ANTUNES, A. J. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. Campinas: Dissertação (Mestrado), Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1990, 166p.

BOBBIO, F. O.; BOBBIO, P. A. **Introdução à Química dos Alimentos**. São Paulo: Livraria Varela, 2. ed., 1992, 223p.

CAMPILLO, A.; ASENJO, C. F. Bound ascorbic acid in acerola juice. **Journal of agriculture of university of Puerto Rico**. v. XLI, n.2, 1957

CAMPILLO, A.; ASENJO, C. F. The distribution of ascorbic acid, dehydroascorbic acid, and diketoglutonic acid in the acerola fruit at different stages of development. **Journal of agriculture of university of Puerto Rico**. v. XLI, n.3, 1957.

CASTRO, D.; TRETO, P.; FITO, P.; PANADES, G.; NÚÑEZ, C.; FERNANDEZ, C.; BARAT, J. M. Desidratación osmótica de piña a vacío pulsante. Estudio de las variables del proceso. **Alimentaria**, maio, p.27-32, 1997.

CHAN, H.T.Jr.; YAMAMOTO, H. Y. Kinetics of Anthocyanin Decomposition in Acerola Juice. **ASEAN Food Journal**, v.9, n.4, p.132-135, 1994

CHAN, H.T.Jr.; YAMAMOTO, H. Y.; HIGAKI, J. C. Role of ascorbic acid in CO<sub>2</sub> evolution from heated acerola juice. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v 14, n.5, p 483-484, 1966.

DERSE, P.H.; ELVEHJEM, C.A. Nutrient content of acerola, a rich source of vitamin C. **Journal of American Medical Association**, v. 156, p.1501, 1954.

DZIEZAK, J. D. Preservative systems in foods. **Food Technology**, v.40, n.9, p.92-111, 1986.

ESPÍN, N.; ISLAM M. N. Stabilization of papain from papaya peels. **Food Science and Technology International**, v.4, n.3, p.179-187, 1998.



FENNEMA, A. O. R. **Introducción a la ciência de los alimentos**. Reverté Ed. Barcelona, 1982, v.1.

FITTING, K. O.; MILLER, C. D. The stability of ascorbic acid in frozen and bottled acerola juice alone and combined with other fruit juices. **Food Research**, 25, p. 203-210, 1960.

FONSECA, H.; NOGUEIRA, J. N.; MARCONDES, A. M. S. Teor de ácido ascórbico e beta-caroteno em frutas e hortaliças brasileiras. **Archivos Latino Americanos de Nutrición**, v.19, n.1, p.9-16, 1969.

FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In MARKAKIS, P. **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-244, 1982.

GERSHOFF, S. N. Vitamin C (Ascorbic Acid): New Roles, New Requirements?. **Nutrition Reviews**, v.51, n.11, p.313-326, 1993

GIESE, J. Antimicrobials: assuring food safety. **Food Thechnology**, v.48, n.6, p.102-110,1994.

ITTO, S.; AIBA, M.; ISHIHATA, K. Comparison of ascorbic acid content in acerola fruit from different production region depend on degree of maturity and it's stability by processing. **Journal of the Japanese Society for Food Science and Technology - Nippon Shokuhin Kagaku Kogaku Kaishi**, v.37, n.9, p.726-729, 1990.

JACKIX, M. N. H. **Doces, geléias e doces em calda**. Campinas: Editora da Unicamp, 1988, 172p.

LEVINE, M. New conceps in the biology and biochemistry of ascorbic acid. **The New England Journal of Medicine**, v.314, n.14, p.892-902, 1986.

MACFIE, H.J.; BRATCHELL, K.; GREENHOFF, K.; VALLIS, L. V. Designs to balance the effect of order of presentation and first-order carry-over effects in hall tests. **Journal of Sensory Studies**, v.4, p.129-148, 1989.

MARKAKIS, P.; LIVINGSTONE, G. E.; FELLERS, R. C. **Food research**. v.22, p.117-130, 1957.

MARKS, J. Vitamin C: Ascorbic acid. In MARKS, J. **A guide to the vitamins their role in health and disease**. Baltimore, University Press, 1975. p.137-144.

MAZZA, G.; MINIATI, E. **Anthocyanins in fruits, vegetables and grains**. Boca Raton: CRC Press, 1993.

MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory evaluation techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1988, 281p.

MESCHTER, E. L. Effects of carbohydrates and other factors on strawberry products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. v.1, n.8, p.574-579, 1953.

MOSER, U; BENDICH, A. Vitamin C. In MACHLIN, L. J. **Handbook of Vitamins**. 2<sup>nd</sup> ed. New York: Marcel Dekker, 1990. Chap.5, p.195-231.

MUSTARD, M. J. The ascorbic acid content of some Malpighia fruit and jellies. **Science**, v.104, p.230-231, 1946.

NAKASONE, H. Y.; MIYASHITA, R. K.; YAMANE, G. M. Factors affecting ascorbic acid content of the acerola (*Malpighia glabra* L.). **American Society for Horticultural Science**, v.89, n.1, p.161-166, 1966.

NEWSOME, R. L. Use of vitamins as additives in processed foods. **Food Technology**, v.41, n.9, p.163-168, 1987.

NIKETIC-ALEKSIC, G. K.; HRAZDINA, G. Quantitative analysis of the anthocyanin content in grape juices and wines. **Lebensmittel Wissenschaft Technologie**. v.5, p.163, 1972.

PADH, H. Vitamin C: Newer Insights into Its Biochemical Functions. **Nutrition Reviews**, v.49, n.3, p.65-70, 1991

PANTASTICO, E. B.; SUBRAMANYAM, H.; BHATTI, M. B. ALI, N. AKAMINE, E. K. Postharvest physiology: Harvest indices. In PANTASTICO, E. B. **Postharvest physiology, handling and utilization of tropical and subtropical fruits and vegetables**. Westport: Ed. AVI Publishing, 1975. 4:56-74.

SANCHES-NIEVA, F.; Extraction, processing, canning and keeping quality of acerola juice. **Journal of agriculture of university of Puerto Rico**. v. 39, n.4, p. 175-183, 1955.

SALUNKHE, D. K.; DESAI, B. B. **Postharvest biotechnology of fruits**. Boca Raton: CRC Press, 1984. v.2, p.87-92.

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

SHRIKHANDE, A. J.; FRANCIS, F. J. Effect of flavonols on ascorbic acid and anthocyanin stability in model systems. **Journal of Food Science**, v. 39, p. 904-906, 1974.

SILVA, M. F. V. **Efeitos dos diferentes tratamentos e embalagens nas características da polpa de acerola e na determinação dos teores de ácido ascórbico e das antocianinas durante o armazenamento**. Campinas: Tese (Doutorado), 1999. 224p. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 1999.



SIMÃO, S. **Manual de fruticultura**, São Paulo: Editora Agronômica Ceres Ltda, 1971. p.477-485.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. London: Academic Press, 1985.

VANDERSANT, C., SPLITSTOESSER, F. D. **Compendium of methods for the microbiological examination**. Washington: American Public Health Association (APHA) – Technical Committee on Microbiological Methods for Foods, 1992, ed.3

## ANEXOS

### Anexo 1. Resultados das medidas de cor

Resultados da medida de cor do ensaio 1 do planejamento experimental.

B2	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	23,49	0,11	6,69	0,07	4,02	0,02	0,00	0,00	0,00
tempo 1	22,97	0,07	6,15	0,06	4,13	0,05	-0,52	-0,54	0,11
tempo 2	23,28	0,05	6,50	0,03	4,44	0,03	-0,21	-0,19	0,42
tempo 3	22,68	0,01	5,30	0,01	3,82	0,02	-0,81	-1,39	-0,20

Resultados da medida de cor do ensaio 2 do planejamento experimental.

B4	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	22,53	0,04	6,21	0,04	3,94	0,04	0,00	0,00	0,00
tempo 1	22,92	0,07	6,02	0,03	3,97	0,03	0,39	-0,19	0,03
tempo 2	22,83	0,03	5,77	0,03	3,99	0,01	0,30	-0,44	0,05
tempo 3	22,80	0,01	5,57	0,01	3,92	0,01	0,27	-0,64	-0,02

Resultados da medida de cor do ensaio 3 do planejamento experimental.

B7	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	22,81	0,03	6,46	0,03	4,13	0,01	0,00	0,00	0,00
tempo 1	22,98	0,03	6,68	0,03	4,55	0,02	0,17	0,22	0,42
tempo 2	22,69	0,03	5,67	0,01	3,94	0,01	-0,12	-0,79	-0,19
tempo 3	22,41	0,01	5,20	0,01	3,74	0,01	-0,40	-1,26	-0,39

Resultados da medida de cor do ensaio 4 do planejamento experimental.

B3	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	23,79	0,07	7,28	0,04	4,45	0,04	0,00	0,00	0,00
tempo 1	22,80	0,05	6,18	0,05	4,25	0,03	-0,99	-1,10	-0,20
tempo 2	23,15	0,04	6,09	0,04	4,32	0,04	-0,64	-1,19	-0,13
tempo 3	22,63	0,01	5,36	0,01	3,83	0,00	-1,16	-1,92	-0,62

Resultados da medida de cor do ensaio 5 do planejamento experimental.

B5	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	23,21	0,12	6,66	0,04	4,22	0,00	0,00	0,00	0,00
tempo 1	23,32	0,06	6,14	0,04	4,17	0,04	0,11	-0,52	-0,05
tempo 2	23,02	0,03	5,99	0,03	4,22	0,00	-0,19	-0,67	0,00
tempo 3	22,59	0,02	5,42	0,02	3,86	0,02	-0,62	-1,24	-0,36

Resultados da medida de cor do ensaio 6 do planejamento experimental.

B8	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	23,60	0,09	7,43	0,06	4,75	0,04	0,00	0,00	0,00
tempo 1	23,09	0,05	6,23	0,02	4,30	0,02	-0,51	-1,20	-0,45
tempo 2	22,99	0,03	5,97	0,03	4,33	0,03	-0,61	-1,46	-0,42
tempo 3	22,88	0,03	5,66	0,03	4,19	0,03	-0,72	-1,77	-0,56



Resultados da medida de cor do ensaio 7 do planejamento experimental.

B9	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	23,41	0,06	6,80	0,06	4,42	0,04	0,00	0,00	0,00
tempo 1	23,23	0,04	6,28	0,02	4,31	0,01	-0,18	-0,52	-0,11
tempo 2	23,34	0,03	6,42	0,02	4,62	0,02	-0,07	-0,38	0,20
tempo 3	22,85	0,02	5,64	0,03	4,07	0,01	-0,56	-1,16	-0,35

Resultados da medida de cor do ensaio 8 do planejamento experimental.

B10	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	23,90	0,05	6,69	0,07	4,22	0,03	0,00	0,00	0,00
tempo 1	23,49	0,03	6,70	0,03	4,52	0,03	-0,41	0,01	0,30
tempo 2	23,13	0,03	6,11	0,02	4,33	0,01	-0,77	-0,58	0,11
tempo 3	22,83	0,02	5,54	0,02	4,03	0,02	-1,07	-1,15	-0,19

Resultados da medida de cor do ensaio 9 do planejamento experimental.

B1	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	23,72	0,08	6,90	0,05	4,24	0,03	0,00	0,00	0,00
tempo 1	23,03	0,08	6,06	0,06	4,10	0,04	-0,69	-0,84	-0,14
tempo 2	22,83	0,02	5,83	0,02	4,08	0,02	-0,89	-1,07	-0,16
tempo 3	22,49	0,01	5,11	0,04	3,63	0,03	-1,23	-1,79	-0,61

Resultados da medida de cor do ensaio 10 do planejamento experimental.

B6	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	23,13	0,04	6,81	0,04	4,40	0,04	0,00	0,00	0,00
tempo 1	23,22	0,04	6,27	0,03	4,35	0,03	0,09	-0,54	-0,05
tempo 2	22,92	0,04	5,82	0,01	4,20	0,01	-0,21	-0,99	-0,20
tempo 3	22,92	0,01	5,51	0,01	3,99	0,01	-0,21	-1,30	-0,41

Resultados da medida de cor do ensaio 11 do planejamento experimental.

B11	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	24,20	0,04	6,79	0,04	4,39	0,04	0,00	0,00	0,00
tempo 1	22,94	0,04	6,19	0,04	4,20	0,03	-1,26	-0,60	-0,19
tempo 2	23,03	0,03	5,90	0,01	4,30	0,01	-1,17	-0,89	-0,09
tempo 3	22,84	0,01	5,59	0,01	4,17	0,01	-1,36	-1,20	-0,22

Resultados da medida de cor do ensaio 12 do planejamento experimental.

B12	L	des.p.	a	des.p.	b	des.p.	DL	Da	Db
tempo 0	24,19	0,08	7,05	0,11	4,51	0,09	0,00	0,00	0,00
tempo 1	23,10	0,06	6,48	0,04	4,45	0,04	-1,09	-0,57	-0,06
tempo 2	23,09	0,03	6,16	0,03	4,46	0,03	-1,10	-0,89	-0,05
tempo 3	23,00	0,02	5,51	0,03	3,98	0,02	-1,19	-1,54	-0,53

**Anexo 2.Resultados de pH da geléia.**

Ensaio	Tempo 0		Tempo 3	
	pH	Desvio P.	pH	Desvio P.
1	3,34	0,01	3,49	0,00
2	3,38	0,02	3,53	0,01
3	3,37	0,01	3,51	0,00
4	3,36	0,01	3,54	0,01
5	3,36	0,02	3,51	0,01
6	3,35	0,00	3,51	0,00
7	3,40	0,02	3,55	0,01
8	3,35	0,01	3,53	0,00
9	3,36	0,02	3,51	0,00
10	3,38	0,02	3,53	0,01
11	3,33	0,01	3,53	0,01
12	3,28	0,01	3,47	0,00



**Anexo 3. Resultados de brix da geléia**

Ensaio	Tempo 0		Tempo 1		Tempo 2		Tempo 3	
	°Brix	desv p.	°Brix	desv p.	°Brix	desv p.	°Brix	desv p.
1	67,07	0,06	67,70	0,00	67,70	0,00	67,00	0,00
2	67,50	0,10	67,80	0,00	67,80	0,00	67,20	0,00
3	66,83	0,06	67,60	0,00	67,60	0,00	66,90	0,00
4	67,00	0,00	67,50	0,00	67,50	0,00	67,20	0,00
5	67,33	0,12	67,60	0,00	67,60	0,00	67,20	0,00
6	66,67	0,06	67,45	0,07	67,45	0,07	66,95	0,00
7	66,87	0,06	67,45	0,07	67,45	0,07	66,95	0,00
8	66,77	0,12	67,70	0,00	67,70	0,00	67,10	0,00
9	67,23	0,06	67,65	0,07	67,65	0,07	67,20	0,00
10	67,10	0,10	67,55	0,07	67,55	0,07	67,05	0,00
11	66,77	0,15	67,50	0,00	67,50	0,00	67,00	0,00
12	66,93	0,15	67,65	0,07	67,65	0,07	67,00	0,00

**Anexo 4. Resultados de acidez total da geléia expressa em g de ácido cítrico anidro por 100g de geléia.**

Ensaio	Tempo 0		Tempo 3	
	Acidez	Desvio P.	Acidez	Desvio P.
1	0,685	0,023	0,625	0,003
2	0,674	0,007	0,641	0,001
3	0,666	0,009	0,630	0,002
4	0,663	0,008	0,639	0,004
5	0,665	0,014	0,640	0,002
6	0,669	0,003	0,665	0,005
7	0,670	0,010	0,646	0,001
8	0,676	0,008	0,642	0,000
9	0,682	0,007	0,642	0,002
10	0,665	0,007	0,637	0,003
11	0,666	0,003	0,638	0,004
12	0,655	0,006	0,633	0,004

**Anexo 5. Resultados da concentração de ácido ascórbico na geléia**

Ensaio	Tempo 0		Tempo 1		Tempo 2		Tempo 3	
	conc. mg/100 g	coefic. variação	conc. mg/100 g	coefic. variação	conc. mg/100 g	coefic. variação	conc. mg/100 g	coefic. variação
1	585,72	0,022	464,61	0,031	506,18	0,001	448,25	0,025
2	502,19	0,049	483,40	0,010	493,25	0,036	453,49	0,008
3	484,40	0,039	496,91	0,024	504,14	0,002	447,93	0,016
4	489,80	0,029	472,67	0,017	480,88	0,002	443,00	0,000
5	491,94	0,029	491,42	0,036	493,14	0,035	442,28	0,001
6	456,32	0,053	490,16	0,036	505,32	0,000	448,72	0,023
7	525,63	0,073	471,92	0,020	481,59	0,000	448,44	0,019
8	495,16	0,008	464,91	0,038	454,74	0,083	454,50	0,001
9	587,45	0,028	502,14	0,007	481,16	0,001	447,67	0,019
10	497,40	0,042	442,77	0,045	481,42	0,001	440,44	0,001
11	488,05	0,054	479,06	0,003	470,54	0,105	454,22	0,003
12	492,64	0,039	466,16	0,000	493,99	0,036	449,05	0,021



**Anexo 6. Resultados da concentração de antocianinas na geléia**

Ensaio	Tempo 1		Tempo 2		Tempo 3	
	mg/100g	desv. p.	mg/100g	desv.p.	mg/100g	desv p.
1	1,1772	0,0005	0,9735	0,0541	0,8594	0,0472
2	1,3051	0,0212	1,0104	0,0162	0,8872	0,0219
3	1,3190	0,0153	1,0821	0,0463	0,8294	0,0337
4	1,2365	0,0403	0,7884	0,0418	0,9002	0,0135
5	1,1142	0,0196	0,7798	0,0661	0,9669	0,0103
6	1,1373	0,0363	0,9937	0,0291	0,8257	0,0125
7	1,1290	0,0109	1,0437	0,0323	0,8876	0,0320
8	1,0448	0,0449	1,0325	0,0733	0,8674	0,0326
9	1,2496	0,0249	0,9715	0,0820	0,9156	0,0280
10	1,1258	0,0037	0,8653	0,0248	0,8542	0,0723
11	1,2476	0,0044	1,0618	0,0111	0,9641	0,0368
12	1,4415	0,0297	1,2060	0,0116	0,9520	0,0622

**Anexo 7. Valores médios e desvio padrão das respostas sensoriais para as formulações de geléia de acerola, 196 dias após o processamento.**

	Aparência		Aroma		Textura		Sabor	
	Média	Desv.p.	Média	Desv.p.	Média	Desv.p.	Média	Desv.p.
1	7,64	1,18	7,36	1,09	7,09	1,44	7,55	1,30
2	8,00	1,31	7,18	1,18	6,91	1,51	7,18	1,33
3	8,23	0,75	7,59	0,85	7,36	1,29	7,95	1,05
4	7,68	1,32	6,73	1,35	7,09	1,44	6,95	1,40
5	8,05	0,84	7,27	1,20	6,82	1,59	7,41	1,44
6	8,05	0,72	7,18	0,96	7,23	1,34	7,59	1,18
7	7,95	1,36	7,23	1,15	7,59	1,50	7,55	1,30
8	7,59	1,10	7,41	0,85	6,91	1,41	7,05	1,70
9	8,05	0,72	7,23	1,15	7,14	1,39	7,27	1,39
10	7,86	0,83	7,41	1,10	6,82	1,44	7,32	1,32
11	7,86	1,04	7,32	1,25	7,27	1,64	7,59	1,30
12	8,09	0,81	7,45	0,86	7,36	1,50	8,10	0,83

- 9- Gostei extremamente;  
 8- Gostei muito;  
 7- Gostei moderadamente;  
 6- Gostei levemente;  
 5- Nem gostei nem desgostei;  
 4- Desgostei levemente;  
 3- Desgostei moderadamente;  
 2- Desgostei muito;  
 1- Desgostei extremamente

**Anexo 8. Fichas para avaliação sensorial**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Você está recebendo 1 amostra de geléia de acerola codificadas. Avalie a amostra e diga de acordo com a escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou. Avalie seguindo a ordem: APARÊNCIA; AROMA; TEXTURA; SABOR. Somente passe para o seguinte após ter dado uma nota.

- 9- Gostei extremamente;
- 8- Gostei muito;
- 7- Gostei moderadamente;
- 6- Gostei levemente;
- 5- Nem gostei nem desgostei;
- 4- Desgostei levemente;
- 3- Desgostei moderadamente;
- 2- Desgostei muito;
- 1- Desgostei extremamente.

**Amostra nº** \_\_\_\_\_**APARÊNCIA** Valor \_\_\_\_\_**AROMA** Valor \_\_\_\_\_**TEXTURA** Valor \_\_\_\_\_**SABOR** Valor \_\_\_\_\_**MUITO OBRIGADO !**



Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Você está recebendo 1 amostra de geléia de acerola codificadas. Avalie a amostra e diga de acordo com a escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou. Avalie seguindo a ordem: APARÊNCIA; AROMA; TEXTURA; SABOR. Somente passe para o seguinte após ter dado uma nota.

- 9- Gostei extremamente;
- 8- Gostei muito;
- 7- Gostei moderadamente;
- 6- Gostei levemente;
- 5- Nem gostei nem desgostei;
- 4- Desgostei levemente;
- 3- Desgostei moderadamente;
- 2- Desgostei muito;
- 2- Desgostei extremamente.

**Amostra nº \_\_\_\_\_**

**APARÊNCIA** Valor \_\_\_\_\_

**AROMA** Valor \_\_\_\_\_

**TEXTURA** Valor \_\_\_\_\_

**SABOR** Valor \_\_\_\_\_

Assinale para esta amostra qual seria sua atitude quanto a compra da mesma.

Se você encontrasse este produto a venda você:

- ( ) Certamente compraria.
- ( ) Provavelmente compraria.
- ( ) Tenho dúvidas se compraria ou não.
- ( ) Provavelmente não compraria.
- ( ) Certamente não compraria

**MUITO OBRIGADO !**

Nome: \_\_\_\_\_ Idade: \_\_\_\_\_ Sexo: \_\_\_\_\_ Data: \_\_\_\_\_

Você está recebendo 11 amostras de geléia de acerola codificadas com números de três dígitos. Avalie cada uma das amostras e diga de acordo com a escala abaixo o quanto você gostou ou desgostou em termos de **APARÊNCIA**.

- 9- Gostei extremamente;
- 8- Gostei muito;
- 7- Gostei moderadamente;
- 6- Gostei levemente;
- 5- Nem gostei nem desgostei;
- 4- Desgostei levemente;
- 3- Desgostei moderadamente;
- 2- Desgostei muito;
- 1- Desgostei extremamente.

**APARÊNCIA**

Amostra	Valor

**MUITO OBRIGADO !**