

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

**ESTUDO DO ARMAZENAMENTO DA ACEROLA IN NATURA E
ESTABILIDADE DO NÉCTAR DE ACEROLA**

Parceiro
Este exemplar corresponde a redação final
da tese defendida por Patrícia Brusantini
Oliva e aprovada pela Comissão Julgadora
em 22.05.95.

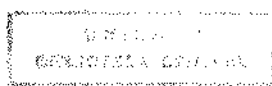
H.C. de Menezes

**Patrícia Brusantini Oliva
Engenheira de Alimentos**

**Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes
Orientadora**

**Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade
Estadual de Campinas para obtenção do título de Mestre em Engenharia de
Alimentos, área de Tecnologia de Alimentos**

1995



BANCA EXAMINADORA

Hilary C. de Menezes

Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes
(orientadora)

Maria Helena Damásio

Profa. Dra. Maria Helena Damásio
(membro)

Morris W. Montgomery

Prof. Dr. Morris Willian Montgomery
(membro)

Suplente

Pesquisadora Vera Lúcia Puppo Ferreira
(membro)

Campinas, 22/maio/1995.

" A posse do Conhecimento sem ser acompanhada de uma manifestação ou expressão em Ação é como o amontoamento de metais preciosos, uma coisa vã e tola. O Conhecimento é, como a riqueza, destinado ao Uso. A Lei do Uso é Universal, e aquele que viola esta lei sofre por causa do seu conflito com as forças naturais."

(HERMES)

Ao meu marido Pedro, dedicado companheiro

À pequena Taís,

Ao que vai chegar.

AGRADECIMENTOS

A Deus, Força Suprema

Aos meus pais, pelo apoio e incentivo aos estudos

À Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes, pela dedicação, amizade, apoio e orientação

Aos membros da banca examinadora Maria Helena Damásio, Morris W.

Montgomery e Vera Lúcia P. Ferreira pelas críticas e valiosas sugestões feitas ao trabalho de tese

Aos professores Nelson Horácio P. Garcia, Ramón H. Gutierrez , Marisa Hoelz Jackix e Roberto H. Moretti da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP

Ao pesquisador Zeno José De Martin, pelas sugestões e incentivo ao tema escolhido

Aos pesquisadores Alfredo A. Vitalli, Iacy dos Santos Draetta, José Maria Monteiro Sigrist, Expedito Tadeu F. Silveira, Silvia Tondella Dantas, Dilza P. Mantovani, Sonia Dedeca de S. Campos e Katumi Yotsuyanagi, do Instituto de Tecnologia de Alimentos

Ao professor Dr. Jorge Leme Júnior(*in memoriun*), pelo estímulo ao estudo da acerola

Aos amigos Ana, Natalina, Ivana, César, Fernando, Edilene, Liliana e demais colegas de pós-graduação, pelo estímulo e apoio sempre

Aos técnicos e funcionários administrativos da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP e ITAL, que direta ou indiretamente colaboraram neste trabalho

À UNICAMP e ao ITAL

À empresa Cajú da Bahia S/A (CAJUBA)

À CAPES

ÍNDICE GERAL

	PÁG.
Índice de tabelas.	vii
Índice de figuras.	x
Resumo.	xii
Summary.	xv
INTRODUÇÃO	1
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	3
1. Histórico.....	3
2. Nomenclatura.....	3
3. Botânica.	4
4. Variedades.	5
5. Características gerais.	6
6. Estocagem Pós-colheita.	10
7. Processamento.	12
8. Mecanismos gerais de degradação do ácido ascórbico.	18
8.1. Degradação enzimática.	18
8.2. Degradação não enzimática.	18
MATERIAL E MÉTODOS.	21
1. Matéria Prima.	21
2. Métodos.	21

2.1 Estocagem refrigerada e congelamento da fruta in natura.	21
2.1.1. Seleção.	21
2.1.2. Lavagem.	21
2.1.3. Embalagem.	23
2.1.4. Armazenamento.	23
2.2. Processamento do Néctar.	23
2.2.1. Suco integral.	23
2.2.2. Formulação.	23
2.2.3. Desaeração.	25
2.2.4. Tratamento térmico.....	25
2.2.4.1." Hot Fill - enchimento a quente.	25
a. Enchimento a quente.	25
b. Recravação e inversão das latas.	25
c. Resfriamento.	25
d. Armazenamento.....	26
2.2.4.2. " Spin Cooker " - trocador de calor rotativo.	26
a. Enchimento a frio.	26
b. Pasteurização em trocador de calor rotativo.	26
c. Resfriamento.	26
d. Armazenamento.	27
2.2.5. Obtenção do néctar congelado (padrão).	27
2.3. Análises químicas, físico-químicas e físicas.	27

2.3.1. Acidez total titulável.	27
2.3.2. Açúcares totais, redutores e não redutores.	27
2.3.3. Proteína.	27
2.3.4. Lipídeos.	28
2.3.5. Teor de cinzas.	28
2.3.6. Sólidos Totais.	28
2.3.7. Fibras.	28
2.3.8. Ácido ascórbico.	28
2.3.9. Dióxido de enxofre.	28
2.3.10. Análise de Ferro.	28
2.3.11. pH.	28
2.3.12. Sólidos solúveis (°Brix).	29
2.3.13. Umidade.	30
2.4. Análise objetiva de cor.	30
2.5. Análise Sensorial.	29
2.5.1. Avaliação de Sabor.	30
2.5.2. Avaliação Visual.	30
2.6. Análise Microbiológica.	33
2.7. Avaliação da embalagem	33
2.8. Análise Estatística.	33
RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
1. Estudo do armazenamento da acerola in natura e congelada.	34

1.1. Caracterização da matéria prima.	34
1.2. Efeito do armazenamento na acerola sob refrigeração(8°C).	35
1.3. Efeito do armazenamento na acerola congelada (-18°C).	37
2. Estudo do néctar de acerola submetido a diferentes tratamento térmicos e temperaturas de armazenamento.	39
2.1.Caracterização do suco integral.	39
2.2. Processamento do néctar.	41
2.2.1. Efeito do processamento sobre as características químicas e físico- químicas do néctar.	41
2.2.2. Efeito do processamento sobre o teor de ácido ascórbico.	41
2.2.3. Análise instrumental de cor.	43
2.2.4. Análise Sensorial.	46
2.2.4.1. Efeito do processamento sobre o sabor..	46
2.2.4.2. Efeito do processamento sobre o aspecto visual.	47
2.2.5. Análise microbiológica.	48
2.3. Estudo do armazenamento do néctar.	49
2.3.1. Efeito do armazenamento sobre o pH e acidez titulável.	50
2.3.2. Efeito do armazenamento sobre o teor de ácido ascórbico.	51
2.3.3. Análise instrumental de cor.	56
2.3.3.1. Néctar congelado.	56
2.3.3.2. Néctar "Spin Cooker" armazenado a temperatura ambiente.	58
2.3.3.3. Néctar "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente.	59

2.3.3.4. Néctar "Spin Cooker" armazenado sob refrigeração.	60
2.3.3.5. Néctar "Hot Fill" armazenado sob refrigeração.	61
2.3.3.6. Estudo comparativo do néctar congelado e amostras armazenadas a temperatura ambiente em relação a cor no sistema Hunter(L, a e b).	62
2.3.3.7. Estudo comparativo do néctar congelado e amostras armazenadas sob refrigeração em relação a cor no sistema Hunter(L, a, b).	65
2.3.3.8. Estudo comparativo do néctar congelado e processo "Hot Fill acondicionado temperatura ambiente e sob refrigeração em relação a cor no sistema Hunter(L, a, b).	67
2.3.3.9. Estudo comparativo do néctar congelado e processo "Spin Cooker" acondicionado temperatura ambiente e sob refrigeração em relação a cor no sistema Hunter(L, a, b).	69
2.3.4. Relação entre os valores de cor e os teores de ácido ascórbico para os diferentes processos.	71
2.3.4.1. Néctar congelado.	72
2.3.4.2. Néctar "Spin Cooker" armazenado a temperatura ambiente.	72
2.3.4.3. Néctar "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente.	73
2.3.4.4. Néctar "Spin Cooker" armazenado sob refrigeração.	74
2.3.4.5. Néctar "Hot Fill" armazenado sob refrigeração.	74
2.3.5. Análise sensorial.	81
2.3.5.1. Análise de sabor.	81
2.3.5.2. Aspecto Visual.	86

2.3.6. Análise microbiológica.	88
2.3.7. Avaliação da embalagem.	89
CONCLUSÕES.	91
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.	92

ÍNDICE DE TABELAS

	PÁG.
Tabela 1: Composição centesimal aproximada da acerola.	7
Tabela 2: Caracterização química, física e físico-química da acerola.	35
Tabela 3: Valores médios de ácido ascórbico, % de perda de ácido ascórbico, pH e acidez da acerola refrigerada a 8°C e U.R. 80-85%.	36
Tabela 4: Valores médios de ácido ascórbico, % de perda de ácido ascórbico, pH e acidez da acerola congelada a -18°C e U.R. 80-85%.	38
Tabela 5: Caracterização química, física e físico-química do suco integral de acerola.	40
Tabela 6: Efeito do processamento sobre as características químicas, físicas e físico-químicas do néctar congelado, "Spin Cooker" e "Hot Fill".	41
Tabela 7: Valores médios de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para néctar congelado, "Spin Cooker" e "Hot Fill" no início do estudo.	43
Tabela 8: Análise de variância para o atributo sabor analisado no início do estudo do armazenamento.	46
Tabela 9: Análise de variância para o atributo aspecto visual analisado no início do estudo do armazenamento.	47
Tabela 10: Contagem total de microorganismos mesófilos (bactérias, fungos e leveduras). Resultados expressos em U.F.C./mL.	48
Tabela 11: Variação do pH durante o armazenamento do néctar congelado e amostras acondicionadas a temperatura ambiente e sob refrigeração.	50

Tabela 12: Variação da acidez titulável(mg ác. málico/100g) durante o armazenamento do néctar congelado e amostras armazenadas a temperatura ambiente e sob refrigeração.	51
Tabela 13: Valores médios de ácido ascórbico(mg ác. ascórbico/100g) encontrados no néctar congelado e amostras armazenadas a temperatura ambiente e sob refrigeração durante 180 dias.	52
Tabela 14:: Porcentagem de perda de ácido ascórbico das amostras acondicionadas a temperatura ambiente e sob refrigeração.	54
Tabela 15: Valores médios de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para o néctar congelado armazenado por 180 dias.	57
Tabela 16: Valores médios de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para o néctar "Spin Cooker" armazenado a temperatura ambiente por 180 dias.	58
Tabela 17: Valores médios de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para o néctar "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente por 180 dias.	59
Tabela 18: Valores médios de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para o néctar "Spin Cooker" armazenado sob refrigeração por 180 dias.	60
Tabela 19: Valores médios de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para o néctar "Hot Fill" armazenado sob refrigeração por 180 dias.	61
Tabela 20: Coeficientes de correlação lineares e múltiplos entre os valores de ácido ascórbico e L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter}	71

Tabela 21: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação do sabor feita aos 45 dias para todos os tratamentos.	81
Tabela 22: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação do sabor feita aos 75 dias para todos os tratamentos.	82
Tabela 23: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação do sabor feita aos 110 dias para todos os tratamentos.	83
Tabela 24: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação do sabor feita aos 150 dias para todos os tratamentos.	84
Tabela 25: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação do sabor feita aos 180 dias para todos os tratamentos.	85
Tabela 26: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação visual feita aos durante armazenamento para todos os tratamentos.	86
Tabela 27: Contagem total de microorganismos mesófilos (bactérias, fungos e leveduras)em P.C.A(Plate Count Agar)(U.F.C./mL).	88
Tabela 27: Concentração de ferro(mg/Kg) dissolvido na amostra congelada e demais tratamentos.	89

ÍNDICE DE FIGURAS

	PAG.
Figura 1: Fluxograma de degradação do ácido ascórbico.	20
Figura 2: Fluxograma das etapas realizadas para o estudo do armazenamento da fruta in natura.	22
Figura 3: Fluxograma das etapas realizadas durante o processamento do néctar de acerola.	24
Figura 4: Ficha modelo utilizada na análise sensorial para avaliação do atributo sabor.	31
Figura 5: Ficha modelo utilizada na avaliação visual das amostras.	32
Figura 6: Gráfico dos valores de L, a e b _{Hunter} para o néctar congelado, "Spin Cooker" e "Hot Fill".	45
Figura 7: Teor de ácido ascórbico néctares de acerola congelado e "Spin Cooker" e "Hot Fill" armazenados a temperatura ambiente e sob refrigeração durante 180 dias.	53
Figura 8: Valores no sistema Hunter de L(luminosidade, a(intensidade de vermelho) e b(intensidade de amarelo) para néctar congelado, "Spin Cooker" e "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente durante 180 dias.	64
Figura 9: Valores de L(luminosidade), a(intensidade de vermelho) e b(intensidade de amarelo) para néctar congelado, "Spin Cooker" e "Hot Fill" armazenado sob refrigeração durante 180 dias.	66

Figura 10: Valores de L(luminosidade, a(intensidade de vermelho) e b(intensidade de amarelo) para néctar congelado e "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente e sob refrigeração durante 180 dias.	68
Figura 11: Valores de L(luminosidade, a(intensidade de vermelho) e b(intensidade de amarelo) para néctar congelado e "Spin Cooker" armazenado a temperatura ambiente e sob refrigeração durante 180 dias.	70
Figura 12: Valores de ácido ascórbico e L (luminosidade) para amostra "Spin Coker" armazenada a temperatura ambiente durante 180 dias.	75
Figura 13: Valores de ácido ascórbico e a (intensidade de vermelho)Hunter para amostra "Spin Coker" armazenada a temperatura ambiente durante 180 dias.	75
Figura 14: Valores de ácido ascórbico e b (intensidade de amarelo)Hunter para amostra "Spin Coker" armazenada a temperatura ambiente durante 180 dias.	76
Figura 15: Valores de ácido ascórbico e L (luminosidade)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada a temperatura ambiente durante 180 dias.	76
Figura 16: Valores de ácido ascórbico e a (intensidade de vermelho)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada a temperatura ambiente durante 180 dias.	77
Figura 17: Valores de ácido ascórbico e b (intensidade de amarelo)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada a temperatura ambiente durante 180 dias.	77

Figura 18: Valores de ácido ascórbico e L (luminosidade)Hunter para amostra "Spin Coker" armazenada sob refrigeração durante 180 dias.	78
Figura 19: Valores de ácido ascórbico e a (intensidade de vermelho)Hunter para amostra "Spin Coker" armazenada sob refrigeração durante 180 dias.	78
Figura 20: Valores de ácido ascórbico e b (intensidade de amarelo)Hunter para amostra "Spin Coker" armazenada sob refrigeração durante 180 dias.	79
Figura 21: Valores de ácido ascórbico e L (luminosidade)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada sob refrigeração durante 180 dias.	79
Figura 22: Valores de ácido ascórbico e a (intensidade de vermelho)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada sob refrigeração durante 180 dias.	80
Figura 23: Valores de ácido ascórbico e b (intensidade de amarelo)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada sob refrigeração durante 180 dias.	80

RESUMO

No presente trabalho foi estudado o armazenamento de acerola sob refrigeração(8°C) e congelada(-18°C). Paralelamente foi elaborado néctar de acerola que foi submetido a diferentes tratamentos térmicos e estocado a temperatura ambiente e sob refrigeração.

As matérias primas utilizadas foram: a) fruta "in natura" colhida na região de Campinas, para o estudo do armazenamento da fruta e b) suco integral de acerola para o estudo do néctar.

No estudo do armazenamento, as frutas foram selecionadas e acondicionadas em sacos plásticos transparentes de polietileno e divididas em dois lotes. Um lote foi armazenado sob refrigeração por 168 horas e outro lote foi congelado por 180 dias. Foram feitas determinações de ácido ascórbico periodicamente durante a estocagem. As perdas de ácido ascórbico para a fruta armazenada sob refrigeração foram de 19% após 48 horas e 35,6% após 144 horas, sendo que após esse período a fruta apresentou bastante alteração em sua aparência. A fruta armazenada congelada apresentou perdas de 21,45% de ácido ascórbico após 180 dias de estocagem.

Para o estudo do néctar foi preparada a formulação do néctar e este foi dividido em 3 lotes. Um lote após acondicionamento em latas foi congelado em túnel de congelamento e armazenado em câmaras frigoríficas a -18°C. O segundo lote foi tratado termicamente em trocador de calor a placas e imediatamente procedeu-se o enlatamento("Hot Fill"), após o resfriamento o néctar foi armazenado a temperatura ambiente e sob refrigeração(8°C). O terceiro lote foi acondicionado em latas e estas submetidas a tratamento térmico em trocador de calor rotativo("Spin Cooker") e então armazenados nas mesmas condições que o segundo lote.

O néctar congelado foi utilizado como padrão para avaliação dos resultados.

Os resultados mostraram que em relação ao tipo de processo, o processo "Spin Cooker"apresentou menores perdas de ácido ascórbico e menores alterações de sabor e cor que o processo "Hot Fill".

Em relação as temperaturas de armazenamento, as amostras estocadas a temperatura ambiente apresentaram elevadas perdas de ácido ascórbico após 180 dias, 27,04% para amostra "Spin Cooker" e 27,39% para amostra "Hot Fill", sendo também bastante evidentes as alterações de cor, sabor e aspecto visual. .

Para as amostras armazenadas sob refrigeração a amostra "Spin Cooker" após 180 dias apresentou menores perdas de ácido ascórbico(5,76%) em relação ao processo "Hot Fill"(9,84%). As perdas de ácido ascórbico do néctar congelado(padão) foram de 3,02%. Em relação ao sabor e aspecto visual as amostras acondicionadas sob refrigeração tiveram uma maior aceitação que as amostras mantidas a temperatura ambiente.

SUMMARY

In this project the storage of West Indian Cherries, both frozen(-18°C) and refrigerated(8°C), was studied. In parallel, West Indian Cherry nectar was formulated, submitted to different thermal treatments, and stored both at room temperature and under refrigeration.

The following raw materials were used: a) raw fruit harvested in the Campinas region, used for the storage study, and b) whole West Indian Cherry juice, used for the study of the nectar.

For the fruit storage study, the fruits were separated into several samples after selection, and stored in plastic bags, which were divided into two batches. One batch was stored under refrigeration for 168 hour and the other frozen for 180 days. For the fruit stored under refrigeration, the losses in ascorbic acid were 19% after 48 hours and 35.6% after 144 hours, at which point the fruit was also considerably altered in appearance. The frozen fruit presented losses of 21.45% in ascorbic acid after 180 days storage.

For the study of the nectar, the chosen formulations was produced and divided into three batches. One batch was canned, frozen in a tunnel and stored in a cold chamber at -18°C. The second batch was treated in a plate heat exchanger, hot filled, and, after cooling, stored both at room temperature and under refrigeration(8°C). The third batch was canned, heat treated in a spin cooker-cooler, and stored under the same conditions as the second batch.

The frozen nectar was used as a standard to evaluate the results.

The results showed that with respect to the type of process, the spin cooker process produced smaller losses in ascorbic acid and less alterations in flavour and colour than the hot fill process.

With respect to storage temperature, the samples stored at room temperature showed considerable losses in ascorbic acid after 180 days, 27.04% for the spin cooker sample and 27.39% for the hot fill sample, accompanied by evident changes in colour, flavour and visual appearance.

For the samples stored under refrigeration, the spin cooker sample showed lower losses in ascorbic acid (5.76%) after 180 days than the hot fill sample (9.84%). The losses in ascorbic acid of the frozen nectar were of the order of 3.02%. With respect to flavour and visual appearance, the samples stored under refrigeration were considered more acceptable than those stored at room temperature.

I. INTRODUÇÃO

A acerola (*Malpighia glabra*) ou cereja das Antilhas parece ser originária do Caribe, Nordeste da América do Sul e América do Norte.

Foi introduzida no Brasil, no Estado de Pernambuco em 1956(ROCHA, 1988). Foram trazidas algumas sementes da variedade B17, considerada uma das variedades mais ricas em vitamina C(AROSTEGUI, 1955).

A cerejeira das Antilhas é um arbusto que atinge 2 a 3 m de altura. Os frutos são pequenos (os maiores não chegam a atingir 3 cm de diâmetro) e tem em geral, forma oval, podendo pesar de 2 a 10g . A acerola apresenta cor amarela avermelhada e vermelha alaranjada dependendo do grau de maturação ou da variedade. Algumas variedades apresentam sabor mais doce e outras sabor mais ácido e picante.

Os teores de ácido ascórbico são bastante variáveis (1028 a 4676 mg/100g da porção comestível) sendo influenciados por diversos fatores como variedade, área de plantio, incidência solar, estágio de maturação, manuseio pós-colheita (ASENJO & MOSCOSO,1988; JACKSON & PENNOCK, 1958; CAVALCANTE,1991).

A fruta apresenta um rendimento em suco elevado, sendo aproximadamente de 70%.

O aumento do interesse por frutas que contenham elevado teor de ácido ascórbico e conseqüentemente vitamina C tem aumentado a procura pela acerola e produtos da acerola como suco, polpa, acerola liofilizada, geléias, etc.

No Brasil grandes investimentos vem sendo feitos na plantação de pés de acerola e na industrialização desta fruta.

Atualmente o Brasil vem se destacando como maior exportador mundial de acerola estimando-se que em 1995 chegue a mais de 5000 toneladas o volume de exportação. Só o Japão atualmente importa cerca de 60% da produção nacional(BENSIMON,1991).

O objetivo deste trabalho foi estudar condições de armazenamento da fruta, uma vez que a fruta se deteriora em 2 ou 3 dias a temperatura ambiente e paralelamente foi

estudada a estabilidade do nectar de acerola obtido por diferentes processamentos térmicos e armazenado em diferentes temperaturas de estocagem por 180 dias.

II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. Histórico

A exata origem da cereja das Antilhas é desconhecida. Parece ser originária do Caribe, nordeste da América do Sul, América Central ou das Índias onde a fruta pode ser encontrada (MOSCOSO, 1956).

Acredita-se que a fruta foi introduzida na Flórida proveniente de Cuba, no século XIX (MOSCOSO, 1956).

No Brasil, esta planta foi introduzida no estado de Pernambuco em 1956, procedente de Porto Rico, pela Universidade Federal Rural daquele estado (ROCHA, 1988). Foram trazidas algumas sementes da variedade B17, considerada uma das variedades mais ricas em vitamina C (AROSTEGUI, 1955).

2 - Nomenclatura

Vários nomes tem sido usados para identificação popular da acerola. Na Flórida, nas Índias e América Central é conhecida como "Barbados cherry". Esta denominação foi primeiramente usada na Jamaica no início de 1696, pois acreditava-se que esta planta tivesse sido introduzida em Barbados (LEDIN, 1958). Essa nomenclatura foi citada por REASONER (1903) e mais tarde por MOWRY & TOY (1931), na Flórida.

A denominação West Indian Cherry tem sua origem em Porto Rico, citado por BRITTON & WILSON (1924). Outras denominações são "Jamaican cherry" & "Puertan Rico cherry" (LEDIN, 1958).

Em Porto Rico tem sido chamada de Acerola ("Azarole"), um nome de origem espanhola justificado pela semelhança desta fruta com uma outra fruta de origem espanhola da variedade *Crataegus azarolus* L.

Outros nomes encontrados são Cereja Colorado, Cereja das Antilhas, Cereja da Jamaica. Em alemão é denominada "Granatapfelblatrige malpiguie".

O nome "Acerola" tem sido usado no Havai e Brasil (NAKASONE, 1968).

No Brasil, a acerola é também conhecida como cereja-das Antilhas e cereja do Pará (CORRÊA, 1931).

3. Botânica

O gênero *Malpighia* é um dos 55 (cinquenta e cinco) gêneros da família *Malpighiaceae* (NAKASONE, 1968). Segundo LEDIN (1958) somente *Malpighia glabra* e *Malpighia mexicana* possuem frutos comestíveis.

BRITTON & WILSON (1924) referem-se a acerola como *Malpighia glabra* L. De acordo com KNIGHT (1980) a verdadeira taxonomia de identificação da acerola ainda não está resolvida.

Material genético estudado em Porto Rico foi classificado como *Malpighia glabra* L (LEDIN, 1958). Frutas identificadas em Cuba, Flórida e América Central e outras áreas foram classificadas como *Malpighia puniceifolia* L. (AROSTEGUI, 1954; LEDIN, 1950). Na verdade estes dois nomes são sinônimos, mas aplicam-se para espécies diferentes das cerejas das Antilhas (ASENJO, 1980).

Segundo MIYASHITA et al (1964) *M. glabra* e *M. puniceifolia* L. referem-se a mesma espécie, mas o primeiro nome é recomendado pelo Código Internacional de Nomenclatura Botânica.

ASENJO (1980) cita que o correto nome científico das cereja das Antilhas é *Malpighia emarginata* D.C. O nome *Malpighia glabra* é aplicado para espécies pouco conhecidas em Porto Rico, as quais são nativas da Jamaica, México e América Central e parte nordeste da América do Sul.

4. Variedades

De uma forma geral a acerola desenvolve-se bem em clima tropical e sub-tropical, resistindo a temperaturas próximas a 0°C por pouco tempo. Temperaturas médias em torno de 26°C e chuvas variando de 1200 a 1600 mm bem distribuídas, são fatores climáticos que favorecem seu cultivo(MOSCOSO,1950).

JACKSON & PENNOCK (1958) estudaram durante cinco anos diversos clones de acerola. A variedade "B15" foi a que apresentou melhor qualidade comercial no aspecto da produtividade, para a região de Porto Rico, apresentando uma produção ao redor de 10 toneladas fruta/acre, e o teor médio de vitamina C é de 2000 mg ácido ascórbico/100g de polpa.

Segundo AROSTEGUI (1955), a variedade "B17" foi a variedade mais importante selecionada em Porto Rico, a qual apresenta alto rendimento em suco(ao redor de 73% da parte comestível) e alta concentração de vitamina C.

Outras variedades foram estudadas por JACKSON (1958). A polpa e suco da variedade "Flórida Sweet" possuem sabor menos ácido e portanto são mais suaves para consumo in natura.

MOSCOSO (1950) em seus estudos citou que a produção e tamanho das frutas pode ser influenciado pelo índice pluviométrico e que as árvores produzem frutos maiores e de melhor paladar nas estações chuvosas.

O autor citou também que não são todas as variedades de acerola que apresentam sabor agradável para o consumo. Algumas frutas quando completamente maduras apresentam um sabor muito ácido e picante, muitas vezes considerada indesejável, outras variedades quase não apresentam aroma.

Observações feitas por alguns autores citam o fato de que as variedades mais ácidas apresentam maior teor de vitamina C (MOSCOSO,1950;ASENJO & GUZMAN,1946).

5. Características Gerais

A acerola apresenta tamanho e forma variável. Pode ser oval ou subglobosa. Seu peso pode variar de 2 a 10 g e apresentar de 1 a 1,6 cm de diâmetro (ASENJO & MOSCOSO, 1950; NAKASONE et al, 1968)

De coloração verde quando em desenvolvimento, passa a amarelo avermelhado, tornando-se vermelho alaranjado ou fortemente vermelho púrpura em plena maturação. Segundo SANTINI & HUYKE (1956), esta coloração vermelho púrpura deve-se a presença de antocianina, especificamente a malvina.

Segundo ASENJO (1959), a acidez do fruto parece estar relacionado com o teor de ácido málico sendo que este representa 50% dos ácidos totais, e os demais estariam distribuídos entre o ácido ascórbico, dehidroascórbico, cítrico e outros.

A tabela 1 apresenta a composição centesimal aproximada da acerola segundo DERSE (1954) e MILLER (1961).

TABELA 1: Composição centesimal aproximada da acerola.

Constituintes	(1)	(2)
	Suco de acerola	Porção comestível
Umidade (%)	94,15	91,10
Proteína (N x 6,25) (%)	0,39	0,68
Extrato etéreo (%)	0,28	0,19
Carboidratos por diferença (%)	4,71	6,98
Cinzas (%)	0,21	0,45
Fibra bruta (%)	0,26	0,60
Ácido Ascórbico (mg/100g)	1455,8	2329,0
Ácido Dehidroascórbico (mg/100g)	38,2	
Vitamina C total (mg/100g)	1494,0	-

(1) DERSE (1954)

(2) MILLER (1961)

A presença de vitaminas do grupo B foi reportada por vários autores (ASENJO,1946;1948;1955;DERSE & ELVEHJEM,1954; MILLER,1961). Os autores citaram a presença de tiamina, riboflavina, niacina, vitamina B6.

A acerola tem sido apresentada como uma fonte razoável de vitamina A. ASENJO(1980) reportou a presença de 0,61 mg de beta-caroteno/100g de suco, o qual equivale a 1017 U.I. de vitamina A/100g de suco. FLOCH (1956) em seus estudos encontrou teores de 1,09mg de beta-caroteno/100g.

Trabalhos recentes realizados por CAVALCANTE(1991) sobre identificação de carotenóides em acerola indicaram haver variação no teor de carotenóides em acerola

proveniente de diferentes regiões do Brasil. Frutos provenientes de Pernambuco, Ceará e São Paulo apresentaram os seguintes teores de beta-caroteno: 25,8; 21,5 e 4,0 $\mu\text{g/g}$ respectivamente e um valor total de vitamina A de 454, 375, e 72 E.R./100g sendo que o beta-caroteno representa 90% dos carotenóides presentes na acerola.

ASENJO & MOSCOSO(1950) determinaram os teores de açúcares redutores em acerola parcialmente madura e encontraram valores de 2,3 a 3,7g/100g e na fruta madura encontraram valores de 3,0 a 5,4 g/100g. ROCHA (1988) em seus estudos com acerola encontrou teores de 3,15% de carboidratos totais em frutos maduros. CAVALCANTE (1991) encontrou teores médios de 2,4% de açúcares redutores e 3,3% de açúcares totais para frutos com Brix de aproximadamente 5,7.

Quanto a composição mineral a acerola parece não ser uma fonte significativa de nenhum mineral em particular (DERSE & ELVEHJEM, 1956; CANCIO & LEON, 1959).

A acerola obteve destaque como fonte nutricional a partir da descoberta de seu elevado teor de ácido ascórbico. Vários autores ressaltaram a importância em se estudar a acerola devido a essa característica de ser uma excelente fonte de vitamina C(ASENJO,1946; ASENJO,1959; MILLER,1961; MYIASHITA,1964; SIMÃO, 1971; YAMANE,1961; ROCHA, 1988; CAVALCANTE,1991).

As frutas e vegetais são responsáveis por 95% das fontes de ácido ascórbico da alimentação humana. O ácido ascórbico é um dos nutrientes mais importantes encontrados nas frutas e vegetais. O nível de ácido ascórbico pode variar devido a diversos fatores como: variedade, práticas culturais, área de plantio, exposição ao sol, manuseio pós-colheita e condições de estocagem(HENSHALL,1981).

NAKASONE et al(1966) reportaram que o conteúdo de ácido ascórbico em acerola atinge um pico máximo no 17º dia após a inflorescência, atingindo valores de 4%, e então seu conteúdo começa a declinar. DEL CAMPILLO & ASENJO (1957) confirmaram esses resultados e observaram também que os frutos que crescem na parte superior da árvore possuem teores mais elevados de ácido ascórbico em relação aos frutos que crescem na parte inferior. Os frutos cujas árvores recebem incidência direta do sol possuem maior teor de vitamina C em relação aos que recebem baixa incidência de luz solar. LEDIN(1958) observou que laranja, tangerina, maçã e morangos também apresentam essa característica.

A exposição direta ao sol da fruta madura , diminui seu teor de ácido ascórbico. Os frutos verdes apresentam maior teor de vitamina C em relação ao fruto parcialmente maduro e maduro(ASENJO,1946; ASENJO,1950; MOSCOSO,1956; MUSTARD, 1946).

Estudos feitos por JACKSON & PENNOCK (1958) com diversos clones mostraram que os teores de ácido ascórbico em acerola podem variar de 1580 mg/100g a 2750 mg/100g de fruta. ASENJO & GUZMAN (1946) encontraram teores de 1030 a 3309 mg/100g de porção comestível. MUSTARD (1946) em seus estudos encontrou valores de 1028 a 4676 mg/100g de porção comestível.

ROCHA (1988) em seu trabalho de caracterização de acerola colhido em dois estádios de maturação encontrou nos frutos "de vez" 2011 mg ácido ascórbico/100g e nos frutos maduros 2238 mg ácido ascórbico/100g. Esta relação entretanto é contrária aos resultados encontrados por alguns autores que encontraram maiores teores de ácido ascórbico no fruto mais verde (MEDEIROS,1969; ASENJO,1959; NAKASONE et al,1968;ITOO et al,1990).

CAVALCANTE (1991) em seus estudos determinou o teor de vitamina C em frutas provenientes de 3 estados brasileiros e encontrou teores de ácido ascórbico de 2808, 1949 e 1640 mg/100g em frutos provenientes de Pernambuco, Ceará e São Paulo respectivamente.

6. Estocagem Pós-Colheita

As condições e o tempo de estocagem pós- colheita influenciam diretamente nas perdas de vitamina C. As frutas constituem, em geral, uma matéria prima altamente perecível e por isso devem ser acondicionadas de forma adequada ou processadas o mais rapidamente possível após a colheita(FONSECA,1984).

As perdas de valor nutritivo no que se refere a proteínas, lipídeos e carboidratos, são pouco relevantes nos produtos vegetais processados, devido ao fato desses nutrientes

serem mais estáveis as condições de processo(FENNEMA,1977; HARRIS & VON LOESECHE,1971).

Vários fatores podem interferir no mecanismo de degradação da vitamina C: temperatura, pH, oxigênio, enzimas,catalizadores metálicos,substâncias oxidantes e redutoras, concentração inicial de ácido ascórbico e reações com antocianinas (ASENJO,1959; FENNEMA,1982; PRIESTLEY,1979; SANTINI,1956; TOCHINNI,1985).

Altas temperaturas são detrimmentais a qualidade das frutas, pois afetam diretamente as taxas de todos os processos vitais tais como: a) respiração e a produção do calor vital; b)maturação e produção de etileno e outros voláteis; c)perda de peso; d)disseminação e desenvolvimento de microorganismos (PANTÁSTICO,1985).

Quanto mais rapidamente a fruta for trazida para a sua temperatura ótima de armazenamento, maior será a vida de pós-colheita do fruto. Isto é particularmente importante para aquelas frutas que são altamente perecíveis ou que tenham uma vida pós-colheita curta(SPAGNOL & SIGRIT, 1992).

Baixas temperaturas são utilizadas para prolongar a vida útil de produtos perecíveis porque mantém a um nível mínimo a respiração, produção e ação do etileno e a perda de água desses produtos. A maturação e a senescência das frutas e vegetais em geral também são retardados pela refrigeração. O tempo e temperatura de acondicionamento são definidos de acordo com o tipo de fruta e seu estágio de maturação, por exemplo, abacaxi "de vez" devem ser acondicionados à temperatura de 8,3 a 10°C por 1-2 semanas, mamão "de vez" de 10°C a 12°C por 1-3 semanas, goiaba de 5 a 10°C por 2-3 semanas(BLEINROTH,1988; MITCHELL et al,1972; FISHER & VAN DUYNE,1952; EZZEL et al ,1956; NELSON,1979).

Durante o manuseio das frutas pode-se ter o rompimento dos tecidos celulares que causam o contato entre enzimas e substratos, como ascorbase oxidase e polifenoloxidase, que em presença de oxigênio podem rapidamente desencadear reações oxidativas indesejáveis.A atividade da ascorbase oxidase parece ser um importante fator da diminuição do teor de vitamina C. As ortoquinonas, produtos da atividade da polifenoloxidase parecem estar relacionados a oxidação do ácido ascórbico e outros constituintes (JOSLYN, 1961; PANTÁSTICO, 1975).

NAKASONE et al (1966) mostraram em seus trabalhos com acerola que frutos estocados em diferentes condições por períodos de 8 horas após a colheita apresentaram diferenças de perdas de ácido ascórbico significativas. Os frutos mantidos após a colheita em lugares sombreados apresentaram perdas de 1,9% , enquanto frutos mantidos expostos ao sol no mesmo período apresentaram perdas de 25% de ácido ascórbico.

A acerola é uma fruta altamente perecível quando madura, suportando no máximo 2 a 3 dias a temperatura ambiente após a colheita. Parcialmente madura, entretanto pode ser mantida por alguns dias à temperatura de refrigeração (LEDIN,1958;THOMPSON,1975;PANTÁSTICO et al,1975). PANTÁSTICO et al (1975) recomendam a temperatura de 0°C e 85 a 90% de umidade relativa para aumentar o tempo de estocagem da acerola por 8 semanas.

DEL CAMPILO & ASENJO(1957) em seus estudos com acerola congelada em diferentes estágios de maturação mostraram que em relação a fruta fresca, os frutos parcialmente maduros apresentaram perdas de aproximadamente 5% de vitamina C no processo de congelamento, enquanto o fruto completamente maduro apresentou perdas de 20% no processo de congelamento. Os autores estudaram a distribuição de ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico e ácido dicétogulônico em acerola fresca e congelada. Os resultados mostraram que na fruta parcialmente madura e fresca estes ácidos estão assim representados: 94,2;3,3 e 2,5% de ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico e ácido dicétogulônico respectivamente, enquanto na fruta parcialmente madura e congelada encontrou-se teores de 92,0; 3,0 e 5%. em todos os estágios de maturação a porcentagem de ácido ascórbico foi superior a 90,1%.

Em estudos feitos com morango, cerejas e pêssegos, GUADAGNI et al (1957) citados por AUG(1974) observaram que poucas perdas ocorrem em morangos congelados a -18°C por um ano. Entretanto perdas significativas foram notadas quando a fruta foi armazenada a -12°C. De fato a velocidade de oxidação do ácido ascórbico parece aumentar logaritmicamente com a elevação da temperatura de estocagem.

7. Processamento

Existe uma nova tendência mundial em relação ao mercado consumidor de alimentos. É cada vez maior a demanda de produtos a base de frutas, devido ao seu valor nutricional, principalmente vitaminas como a vitamina A e C e fibras, nutrientes esses que vem sendo associados a prevenção de diversas doenças como câncer, distúrbios coronários, excesso de colesterol, etc. (COUNSEL & HORNIG, 1981).

O aumento do consumo de sucos, néctares, bebidas fortificadas com vitamina C e outros derivados de frutas, tem levado muitos autores a estudar condições de processamento mais adequados e que possibilitem as menores perdas nutricionais possíveis, mantendo-se a qualidade organoléptica aceitável para o consumidor (JAGTIANI, 1988; COUNSEL, 1981; FENNEMA, 1977; NOGUEIRA, 1978; ITOO, 1990; ROCHA, 1988; CAVALCANTE, 1992).

A estabilidade e susceptibilidade a degradação do ácido ascórbico presente em produtos de frutas processados depende de vários fatores como tempo e temperatura de processamento e acondicionamento, concentração de açúcar, pH, oxigênio, enzimas, metais catalizadores, concentração inicial de ácido ascórbico (FENNEMA, 1985).

A principal causa de diminuição do ácido ascórbico é a oxidação sob condições aeróbicas. A desaeração de sucos tem sido um importante fator tecnológico de controle das perdas de ácido ascórbico em sucos concentrados e sucos integrais. (COUNSELL, 1981; POLLARD & TIMBERLAKE, 1971; TOCCHINI, 1985). A desaeração de sucos, néctares e polpas é particularmente importante quando se deseja evitar perdas de ácido ascórbico pós-processamento e durante estocagem.

O uso de agentes antioxidantes como bissulfito de sódio são frequentemente utilizados para evitar reações oxidativas como, degradação de vitaminas, degradação de carotenóides, reações de escurecimento com compostos fenólicos (BORENSTEIN, 1987).

O tipo de material usado na fabricação dos equipamentos usados no processamento de sucos parece ser crítico pois a presença de determinados metais, como íons de ferro e cobre parece acelerar a velocidade de degradação do ácido ascórbico. (COUNSELL, 1981; POLLARD & TIMBERLAKE, 1971).

A natureza química do suco de fruta também parece determinar a estabilidade de ácido ascórbico. Vários trabalhos tem mostrado que algumas frutas apresentam maior estabilidade em relação a vitamina C do que outras, por exemplo já foi verificado uma maior estabilidade da vitamina C em suco de laranja do que maçã, sendo maior em suco de abacaxi do que no suco de limão e parece ser maior no suco de laranja do que em suco de limão (COUNSELL,1981).

A exata razão para essas diferenças não estão claras, mas supõe-se que alguns componentes naturais das frutas possuem efeito inibidor indireto sobre a degradação da vitamina C. Por exemplo, os flavonóides reagem com metais, através de mecanismo de complexação, impedindo que estes metais participem e acelerem a degradação do ácido ascórbico (COUNSELL,1981).

Segundo COUNSELL(1981), uma das teorias sobre a degradação do ácido ascórbico indica que a oxidação do ácido ascórbico ocorre como uma reação em cadeia e que os flavonóides interrompem a reação agindo como receptores dos radicais livres formados nessa cadeia. A presença de fenólicos tais como a aglicona quercetina, que em combinação com açúcares pode formar flavonóides, também parece possuir efeito antioxidante(TIMBERLAKE em POLLARD & TIMBERLAKE, 1971; MAPSON,1970).

TRESSLER & JOSLYN(1961) citaram que as leucoantocianinas e taninos parecem servir como antioxidante e protegem o ácido ascórbico da oxidação em sucos de maçã, uva e morangos. BRAVERMAN(1959) citado por TRESSLER & JOSLYN(1961) relatou que hesperidina retarda a auto-oxidação do ácido ascórbico, enquanto que a naringina parece acelerar esta auto-oxidação.

Alguns autores sugerem que a presença de citratos no suco pode diminuir a velocidade de degradação do ácido ascórbico. A estabilidade do ácido ascórbico em suco de amoras tem sido atribuído não somente a baixa atividade enzimática e ao baixo conteúdo natural de cobre mas principalmente ao alto conteúdo de citrato que se complexa com os metais, diminuindo a ação destes metais sobre o ácido ascórbico.(TIMBERLAKE em POLLARD & TIMBERLAKE, 1971; MAPSON,1970).

Em alguns tipos de sucos de frutas o ácido ascórbico e outras vitaminas parecem ser mais estáveis que em outros. A retenção de ácido ascórbico e tiamina em sucos de laranja e tomate enlatados e estocados a temperatura de 10 a 27°C por 12 a 24 meses foi da ordem de 90%. Esta estabilidade foi relacionada com o fato desses produtos terem sido

submetidos a tratamento térmico eficiente que inativaram possíveis enzimas oxidativas e ao fato de terem sido desaerados anteriormente ao fechamento, prevenindo as trocas oxidativas(SHEFTEL *et al* em MAPSON,1970).

A ação da peroxidase assim como da ascorbase(ou ácido ascórbico oxidase) podem causar oxidação do ácido ascórbico. Algumas frutas como a maçã e abacaxi possuem altos níveis de atividade dessas enzimas. (HEIMANN & HEIMANN em COUNSELL,1981).

Em seus trabalhos com suco de laranja, SHIZUKO (1956) relatou que a estabilidade da vitamina C apresentou ordem crescente em relação ao seguintes tratamentos efetivados no suco: esterilização, adição de conservante e fermentação do suco.

O aumento da velocidade de oxidação do ácido ascórbico pode estar relacionado com o tratamento térmico a que a fruta ou produto foi submetido. Muitos trabalhos dão ênfase a necessidade de evitar altas temperaturas, utilizar processo de enchimento com mínimo de aeração, evitar exposição a luz e evitar exposição a contaminantes metálicos para se obter um produto com o maior valor nutricional possível.(COUNSELL,1981).

RAHMAN *et al* (1964 B) estudaram o efeito da temperatura, pH, concentração de sólidos solúveis, porcentagem de vitamina C e tipo de embalagem sobre a estabilidade de vitamina C em suco e néctares de frutas tropicais. Os produtos foram fortificados com teores de 10 a 4000 mg de ácido ascórbico/100 mL. Os resultados mostraram que produtos que continham concentrações inferiores a 200 mg de vitamina C/100 mL eram mais sensíveis ao tratamento térmico. O pH, segundo os autores, parece não interferir na velocidade de destruição de vitamina C, sendo a destruição maior nos produtos com concentração menor que 200 mg de ácido ascórbico/100 mL para todos os níveis de pH testados (3 a 10). Existem menores perdas de vitamina C nos produtos com maior teor de sólidos solúveis, sendo que as perdas em néctar de goiaba a 50° Brix foram aproximadamente 3% enquanto o néctar a 5° Brix apresentou perdas de 10% quando submetidos ao mesmo tratamento térmico.

ESSELEN *et al* (1946) reportaram que ácido ascórbico adicionado em sucos fortificados apresentou maior retenção quando estocados a temperatura ambiente.

RAHMAN *et al* (1964 A) estudaram o efeito da temperatura de armazenamento em néctar de goiaba e sucos de laranja, tomate e abacaxi. Os produtos foram fortificados

com diferentes concentrações de vitamina C, tratados termicamente, enlatados e acondicionados em temperatura ambiente e a 38°C. Foram avaliados as perdas de vitamina C durante 6 meses. Os resultados mostraram que houve maiores perdas no produto armazenado a 38°C em todos os níveis de concentração, sendo que os produtos com menor concentração de vitamina C apresentaram maior velocidade de degradação da vitamina C. O néctar contendo 256,1 mg ácido ascórbico/100 mL e 32,18 mg/100 mL estocados a temperatura ambiente apresentaram perdas de 15 e 37% respectivamente após 6 meses, e acondicionados a 38°C apresentaram perdas de 33 e 80% respectivamente.

Alguns trabalhos indicaram haver uma maior destruição de ácido ascórbico e consumo de oxigênio em suco de ameixa submetido a tratamento térmico, em relação a amostras não tratadas termicamente (HENSHALL, 1981).

SANCHES NIEVA (1955) em seus trabalhos com suco de acerola pasteurizado e enlatado observou que pasteurização rápida feita em trocador de calor tubular a 88°C por 45 segundos ocasionou perdas ao redor de 2% no teor de ácido ascórbico. O processo de aquecimento provocou alteração da cor vermelha para laranja avermelhado ou amarelo. Quando aquecido por um longo tempo a alteração de cor mostrou-se mais pronunciada. O suco foi estocado por um ano e as perdas variaram de 53,5 a 81,5% em estocagem a temperatura ambiente (27 a 29°C) e 21% quando estocados a 7°C. O tipo de verniz usado nas latas mostraram ter efeito direto na cor e aparência do produto. O suco presente nas latas sem verniz sanitário apresentaram rápida alteração de cor com formação de um precipitado amarelo.

Alterações de cor ocorridas em suco de acerola durante processo de aquecimento podem estar relacionada a decomposição de pigmentos, provavelmente das antocianinas, que exibem um comportamento similar quando aquecida em presença de ácido ascórbico. SANCHEZ NIEVA (1955), observou em seus estudos que alterações de cor ocorridas durante estocagem de suco de acerola parecem ser aceleradas a temperaturas elevadas e que a temperatura de 7°C ou inferior pode prevenir essas alterações e aumentar a retenção do ácido ascórbico.

Existem algumas evidências que temperaturas de estocagem superiores a 27°C causam diminuição do ácido ascórbico sob condições anaeróbicas. Perdas de 40 a 50% de vitamina C ocorrem em suco de laranja e tomate respectivamente quando esses produtos são estocados a 43°C por 18 meses (GUERRANT et al em MAPSON, 1970).

ROCHA (1988) mostrou em seu trabalho com suco de acerola que durante armazenamento a temperatura de 28°C, a retenção de ácido ascórbico foi de 64,48% para suco submetido a tratamento térmico de 70°C por 15 minutos. Alterações organolépticas foram observados, principalmente na cor do suco, que apresentou pigmentos escuros no decorrer do tempo de armazenamento, apresentando alteração em relação a coloração inicial. O tempo de armazenamento afetou também o sabor e aroma.

FITTING & MILLER (1960) mostraram que suco de acerola congelado extraído pelo processo "hot pressed" e "cold pressed" apresentaram retenção de 82 a 87% de ácido ascórbico após 8 meses de estocagem a -18°C, independente do processo de extração. Suco de acerola pasteurizado (ebulição por 3 minutos), engarrafado em vidro âmbar e estocado a temperatura ambiente apresentou retenção de 60% do ácido ascórbico original ao final de 8 meses de estocagem. Sucos de abacaxi, maracujá e goiaba, fortificados com suco de acerola, apresentaram retenção de 90, 86 e 90% respectivamente, nos sucos congelados, e 70, 60 e 67% no suco estocado a temperatura ambiente após 8 meses. As amostras apresentaram alteração de cor e sabor após esse período.

SANCHEZ NIEVA (1955) mostrou em seus estudos que suco de acerola enlatado e armazenado a 29,4°C apresenta sinais de estufamento em menos de 1 mês. Análises microbiológicas mostraram ausência de microorganismos produtores de gases. Testes qualitativos mostraram ser o dióxido de carbono (CO₂) o gás predominante, provavelmente originado da degradação do ácido ascórbico.

O teor de sólidos de um suco é citado por diversos autores como sendo fator importante para retenção de ácido ascórbico. É possível que esteja relacionado com o fato de que maiores teores de sólidos solúveis parecem diminuir a velocidade de migração do oxigênio no alimento, diminuindo assim a velocidade dos processos oxidativos.

LEE & LABUZA(1975) estudaram a velocidade de destruição do ácido ascórbico em função da atividade de água e umidade contida no alimento. Eles mostraram que a velocidade de destruição do ácido ascórbico se eleva com aumento da atividade de água e umidade do alimento. Isto parece estar relacionado com a maior mobilidade dos reagentes e menor viscosidade da fase líquida. Outros autores também encontraram essa relação(KAREL & NICKERSON,1964; VOJNOVICH & PFEIFER, 1970).

DUBOIS & MURDOK(1955) reportaram que suco de laranja concentrado a 58,5 °Brix com conteúdo de 10 a 12% de polpa e estocado a 26, 15 e 4°C, apresentou maior

estabilidade no teor de vitamina C que suco a 12°Brix mantido nas mesmas condições de armazenamento.

NOGUEIRA et al(1978) estudaram o efeito do armazenamento no teor de ácido ascórbico e β -caroteno em goiaba liofilizada. O produto liofilizado apresentou excelente retenção de vitamina C, as perdas foram de 8,13% no processo de liofilização e 3,6% no armazenamento por 18 meses.

LEME Jr. et al (1973) em seus trabalhos mostraram que acerola liofilizada apresentou perdas de 3,6 a 6,4% no processo de liofilização e perda mensal média de 0,9 a 1,1% em produto estocado por 9 meses a temperatura ambiente.

Alguns autores estudaram a estabilidade do ácido ascórbico em suco de laranja fresco e pasteurizado. Eles mostraram que 2 átomos de oxigênio são consumidos para cada mol de ácido ascórbico oxidado em suco fresco, entretanto somente um átomo de oxigênio é utilizado na oxidação de um mol de ácido ascórbico no suco pasteurizado. O oxigênio extra consumido foi atribuído a oxidação de outros componentes por enzimas oxidativas no suco fresco (POLLARD & TIMBERLAKE, 1971).

ITOO et al (1990) mostraram em seus estudos que suco de acerola contendo 2435 mg/ 100mL apresentaram 88% de retenção de ácido ascórbico quando submetido a temperatura de 80°C por 40 minutos e 85% a 100°C por 40 minutos.

8. Mecanismos gerais de degradação do ácido ascórbico

8.1. Enzimática

As enzimas encontradas em sucos de frutas que oxidam a vitamina C são citocromo oxidase, ácido ascórbico oxidase e peroxidase. Durante o processamento de sucos de frutas, as perdas de ácido ascórbico devido a essas enzimas são minimizadas devido ao processo de desaeração e elevadas temperaturas de pasteurização que causam inativação enzimática (NAGY,1980). As baixas temperaturas também diminuem a atividade enzimática

8.2. Não Enzimática

A principal causa de perdas de vitamina C em produtos processados é basicamente devido a reações aeróbica e anaeróbica de natureza não enzimática. A incorporação de ar devido as etapas de extração, filtração, mistura e enchimento das embalagens tem sido reconhecido por diversos autores como sendo uma das principais causas da degradação de ácido ascórbico(NAGY,1980).

Os caminhos para a degradação do ácido ascórbico proposto por BAUERNFEIND citado por NAGY(1980) mostraram que um grande número de produtos e substâncias intermediárias como furfural, hidroximetilfurfural, ácido deidroascórbico e ácido dicetogulônico tem sido identificado em produtos de frutas durante estocagem.

LIN & AGALLOCO(1979) em seu trabalho de revisão sobre degradação de ácido ascórbico citam que sob condições aeróbicas o ácido ascórbico é oxidado a ácido dehidroascórbico sendo posteriormente hidrolisado e oxidado à ácido dicetogulônico e ácido oxálico. Contudo sob condições anaeróbicas, o ácido ascórbico sofre uma série de reações de hidrólise formando furfural e dióxido de carbono.

RAO(1989) mostraram em seus estudos com frutas enlatadas que escurecimento não enzimático em produtos de frutas com $\text{pH} < 4,0$ é essencialmete devido a degradação de ácido ascórbico e que diversos fatores como concentração de ácido ascórbico, pH,

conteúdo de oxigênio, temperatura de estocagem e processamento influenciam a velocidade de degradação do ácido ascórbico.

KIFFORD et al (1959) descreveram que em sucos cítricos enlatados existe a competição pelo oxigênio por diversas reações incluindo reações de corrosão, oxidações de ácido ascórbico e oxidações que contribuem para o aparecimento de sabores estranhos e alterações de cor. Após o consumo do oxigênio livre, as reações anaeróbicas predominam entre elas principalmente a degradação anaeróbica do ácido ascórbico, mas em menor velocidade que sob condições aeróbicas.

Em estudos feitos com suco de limão e sistemas modelos com baixo teor de açúcar (3% glicose), o ácido ascórbico e ácido cítrico foram citados como possíveis responsáveis pelo escurecimento oxidativo. Os autores citados por POLLARD & TIMBERLAKE (1971) mostraram que o escurecimento foi devido principalmente a reações de compostos carbonílicos, produzidos pela quebra do ácido ascórbico, presença de aminoácidos e carbonílicos formadas a partir do ácido cítrico.

A velocidade da degradação anaeróbica do ácido ascórbico em contraste com a degradação aeróbica pode ocorrer em pH 1 a 11, mas parece ocorrer mais intensamente a pH 4,0. Durante a degradação anaeróbica, o ácido ascórbico rende aproximadamente quantidade equimolar de dióxido de carbono (CO_2) e furfural. O dióxido de carbono formado é responsável muitas vezes pelo estufamento de produtos enlatados que contenham ácido ascórbico. (POLLARD & TIMBERLAKE, 1971).

HENSALL em COUNSELL(1981) cita que pH entre 3 e 4 são mais críticos e favorecem a degradação anaeróbica do ácido ascórbico.

Estudos realizados por ROSS em POLLARD & TIMBERLAKE (1971) mostraram que entre as temperaturas 10° e 27°C a velocidade de degradação do ácido ascórbico em suco de laranja enlatado, dobra para cada elevação de 10°C, entretanto de 27° para 37°C a velocidade quadruplica.

Muitos autores relatam que a diminuição da vitamina C em sucos cítricos e sistemas modelos seguem reação de primeira ordem, onde a diminuição da vitamina C é linearmente proporcional ao tempo.(JOSLYN & MILLER, 1959; WALETZKO & LABUZA, 1976).

Na Figura 1 temos um fluxograma dos caminhos sugeridos para degradação do ácido ascórbico, citados por HENSALL em COUNSELL(1981).

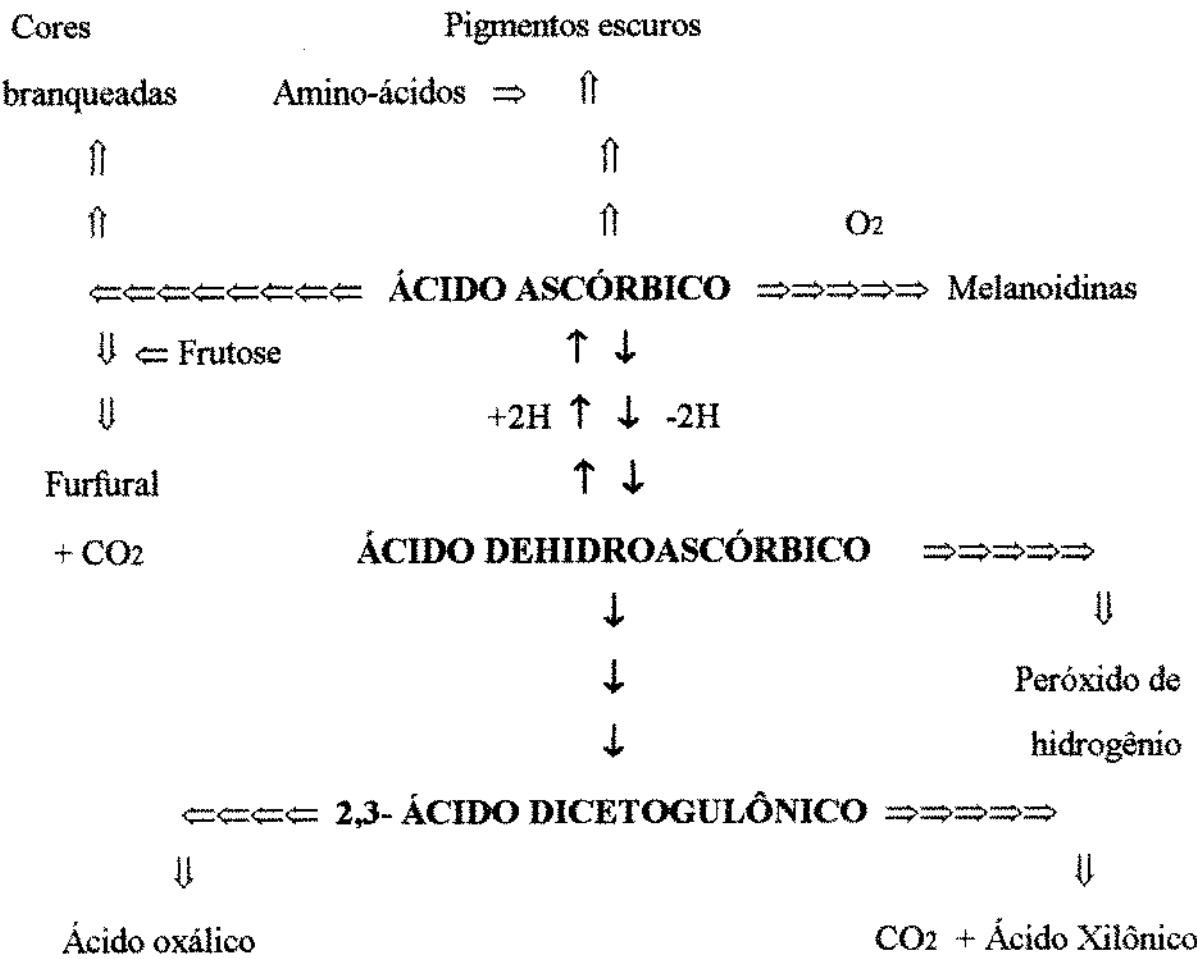


FIGURA 1: Fluxograma de degradação do ácido ascórbico.

Fonte COUNSELL(1981).

III. MATERIAL E MÉTODOS

1. Matéria Prima

Para o estudo de acondicionamento de acerola refrigerada e congelada foram colhidas frutas de diferentes pés de acerola de uma mesma plantação na região de Campinas. Tomou-se cuidado para escolher frutos de diferentes pontos da plantação e de diferentes galhos do pé de acerola, uma vez que existem evidências de que os frutos que recebem maior incidência de luz solar apresentam maior teor de ácido ascórbico. Outro cuidado foi em relação ao ponto de maturação dos frutos, procurou-se coletar frutos que estivessem parcialmente maduros, já que estudos indicam que os frutos mais verdes apresentam maior teor de vitamina C.

Para o estudo do néctar foi utilizado suco integral de acerola doado por uma indústria produtora de polpas e sucos de frutas. Esse suco foi acondicionado na temperatura que foi enviado, - 18°C, até a data do processamento.

2. Métodos

2.1. Estocagem refrigerada e congelamento da fruta in natura

A Figura 2 mostra o fluxograma das operações utilizadas no estudo da estocagem da acerola.

2.1.1. Seleção

Em laboratório, os frutos foram selecionados manualmente com a finalidade de eliminar frutos verdes e estragados.

2.1.2. Lavagem

As frutas foram imersas manualmente em um tanque de aço inoxidável contendo solução de hipoclorito de sódio com concentração de 20 ppm, seguida de lavagem com água potável.

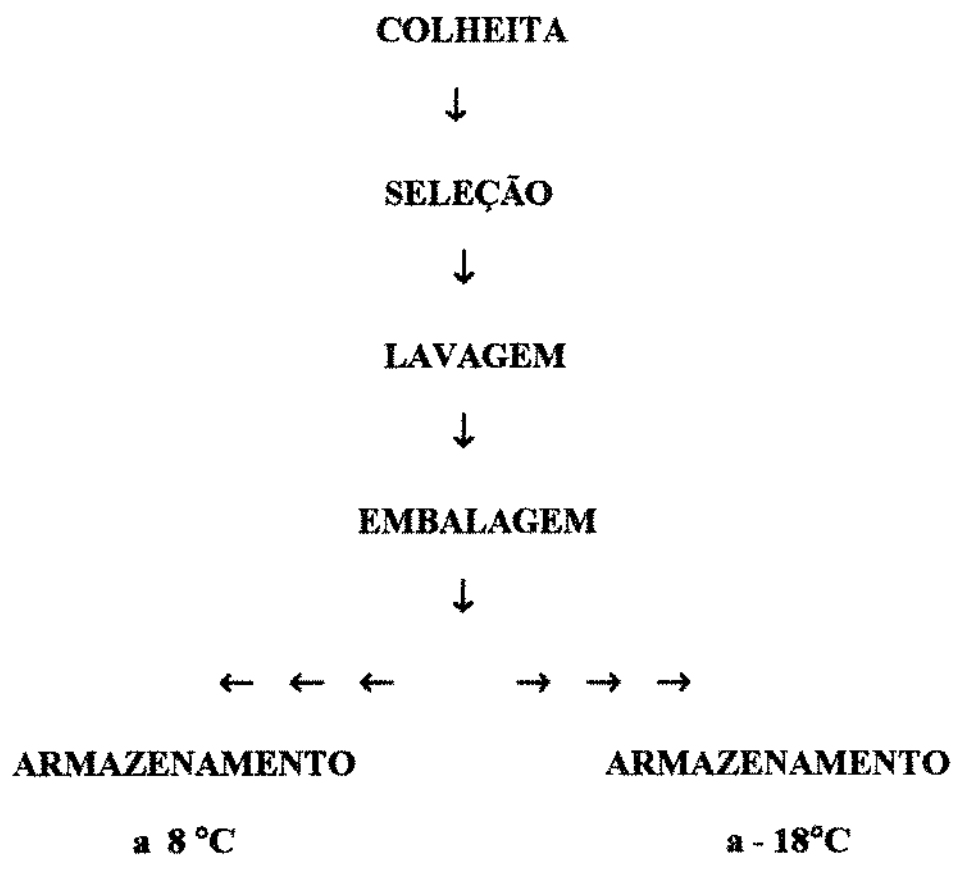


FIGURA 2 : Fluxograma das etapas realizadas para estudo do armazenamento da fruta in natura

2.1.3. Embalagem

As frutas foram separadas em vários lotes contendo aproximadamente 100 g de fruta os quais foram acondicionadas em sacos de polietileno.

2.1.4. Armazenamento

Um lote de amostras foi armazenado em refrigerador a 8°C, 80-85% de U.R., por 7 dias(168 horas).Foram feitas análises físico-químicas para caracterização da matéria prima no início do estudo e determinações diárias de vitamina C, pH, Brix e acidez.

O restante das amostras foi armazenada em freezer a -18°C por 180 dias. Foram feitas determinações de ácido ascórbico, pH, Brix e acidez a cada 30 dias.

2.2. Processamento do Néctar

A Figura 3 apresenta o fluxograma das operações utilizadas para elaboração e acondicionamento do néctar de acerola.

2.2.1. Suco integral

O suco foi previamente descongelado, sendo colocado a temperatura ambiente, já que se encontrava congelado à -18°C e foi homogeneizado.

2.2.2. Formulação

A formulação do néctar foi feita em tanque de inox provido de agitadores. Foi utilizada água potável e açúcar tipo 4K (refinado e com baixo teor de dióxido de enxofre) cedido pela Companhia União dos Refinadores de Açúcar.

A proporção dos componentes foi calculada de forma que se tivesse um produto final com 14 a 15°Brix, ou seja 5-7% de sólidos do suco integral e 9-7 de sólidos da sacarose. A legislação internacional para néctares de outras frutas estipulam 12°Brix como sendo o teor mínimo de sólidos solúveis, sendo esse valor um pouco variável em função do tipo de fruta.



FIGURA 3 : Fluxograma das etapas realizadas durante o processamento do néctar de acerola.

2.2.3. Desaeração

Teve por finalidade eliminar o máximo de ar presente no produto. Foi executada em um tacho misturador contendo um sistema de fechamento e alto vácuo (25 pol Hg), marca GROEN.

2.2.4. Tratamento Térmico

Após a desaeração procedeu-se a dois tipos de tratamento térmico que diferenciaram-se em relação a temperatura de enchimento das latas e equipamento utilizado no processamento térmico.

2.2.4.1. "HOT FILL" - Enchimento a quente

O néctar desaerado foi tratado termicamente em pasteurizador a placas, marca ALFA LAVAL, Tipo P20-HB, à uma temperatura de 88°C por 45 segundos. Procedeu-se imediatamente ao enchimento das latas.

a) Enchimento a quente

O néctar pasteurizado foi acondicionado em latas de 350g revestida no corpo com verniz duplo epoxi fenólico/óleo resinoso e tampa e fundo com óleo resinoso. As latas utilizadas foram previamente lavadas e colocadas em água fervente por 15 minutos para eliminação de microgarnismos indesejáveis.

b) Recravação

O fechamento das latas foi realizado em recravadeira da marca JOHN REINE, modelo 710. Imediatamente após a recravação as latas foram invertidas de forma que o líquido quente efetuasse a pasteurização da tampa.

c) Resfriamento

Após 3 minutos de inversão das latas procedeu-se ao resfriamento. O resfriamento foi feito em resfriador rotativo ("Spin Cooler"), onde as latas percorrem um túnel que é alimentado por jatos de água e ao mesmo tempo as latas fazem um

giro de 360° durante seu percurso. O produto foi resfriado a uma temperatura de 20° C aproximadamente.

d) Armazenamento

O néctar resfriado foi dividido em dois lotes. Um acondicionado a temperatura ambiente e outro sob refrigeração a 8°C por 180 dias.

2.2.4.2. "SPIN COOKER-COOLER " - Trocador de calor rotativo

a) Enchimento a frio

Após a formulação do néctar e desaeração procedeu-se ao enchimento das latas (mesmas especificações das latas usadas no processo anterior) e recravação a vácuo (20 pol por lata), utilizou-se recravadeira a vácuo marca JOHN REINE, modelo 710.

b) Pasteurização em trocador de calor rotativo

Foi feito em trocador de calor rotativo. Este tipo de equipamento consiste de um túnel horizontal, dividido em duas partes, a fase de aquecimento e a fase de resfriamento. Este equipamento consta de pares de cilindros de borracha, que promovem a rotação axial da embalagem e um sistema de transporte de velocidade controlada, que conduz o recipiente através de uma câmara de vapor. O tempo de pasteurização é controlado pela velocidade do transportador. Contém uma esteira transportadora por onde as latas são transportadas e ao mesmo tempo fazem vários giros de 360°, de maneira a melhorar as trocas térmicas entre o produto e o meio de aquecimento(vapor) ou resfriamento, fazendo com que tratamento térmico seja homogêneo e eficiente. Foi efetuado um tratamento térmico de 88°C por 45 segundos.

c) Resfriamento

O resfriamento foi feito no trocador de calor rotativo, na fase alimentada por água, da mesma forma citada no item 2.2.4.1.c.

d) Armazenamento

O néctar resfriado foi dividido em dois lotes e armazenados nas mesmas condições que o item 2.2.4.1.d

2.2.5. Obtenção do Néctar Padrão

O néctar ou amostra padrão foi utilizado na avaliação sensorial e nos testes analíticos como referência pois não foi submetido a nenhum tratamento térmico e foi armazenado congelado a -18°C para que não sofresse alterações organolépticas, químicas ou microbiológicas.

O produto formulado e desaerado foi enlatado e recravado sob vácuo. As latas foram então transportadas a um túnel estático de congelamento com circulação forçada de ar, marca FRIGOSCANDIA, a uma temperatura de -40°C com velocidade do ar de 5 m/s, onde o produto foi congelado a -20°C . Após o congelamento as latas foram armazenadas a -18°C por 180 dias..

2.3. Análises químicas, físico-químicas e físicas

2.3.1. Acidez total titulável

Segundo o método 22.038 da A.O.A.C.(1984). Os resultados foram expressos em porcentagem de ácido málico.

2.3.2. Açúcares totais, redutores e não redutores

Segundo método 31.034-31.036 da A.O.A.C. (1980). Os resultados foram expressos em porcentagem (p/p).

2.3.3. Proteínas

Segundo método de Kjeldahl nº 22.052 da A.O.A.C. (1984). Resultados foram expressos em porcentagem de proteína bruta (p/p).

2.3.4. Lipídeos

Segundo método de BLIGH & DYER (1959). Resultados expressos em porcentagem de matéria graxa (p/p).

2.3.5. Teor de cinzas

Segundo método 22.027 da A.O.A.C.(1984). Resultados expressos em porcentagem de cinzas (p/p). Foi utilizada mufla da marca FARLABO.

2.3.6. Sólidos Totais

Obtido segundo método 22.018 da A.O.A.C.(1984). Os resultados foram expressos em porcentagem (p/p).

2.3.7. Fibras

O teor de fibras foi determinado pelo método de detergência descrito por GOERING & VAN SOEST (1970). Os resultados foram expressos em porcentagem (p/p).

2.3.8. Ácido ascórbico

Foi determinado segundo método 43.056 da A.O.A.C. (1984) modificado por BENASSI (1990) onde substituiu-se o solvente extrator ácido metafosfórico por ácido oxálico. Os resultados foram expressos em mg de ácido ascórbico/100g de amostra.

2.3.9. Dióxido de enxofre(SO₂)

Foi determinado segundo método de Monier-Williams modificado por Shipton in Pearson(1970).

2.3.10. Análise de Ferro

Foi determinado por leitura em espectofotômetro de absorção atômica, marca BAIRD, modelo ICP 2000, usando-se Argônio como gás de arraste. Utilizou-se como solução extratora HCl à 5%. Os resultados foram expressos em ppm.

2.3.11. pH

O pH foi determinado em potenciômetro da marca MICRONAL, tipo B-374, com calibração feita com soluções tampões de pH 4,0 e 7,0.

2.3.12. Sólido Solúveis (°Brix)

O teor de sólidos solúveis(°Brix) foi determinado por leitura direta em refratômetro marca CARL ZEISS (JENA), modelo 32-G 110d, com correção de temperatura.

2.3.13. Teor de umidade

Foi determinado em estufa a vácuo segundo método 22.014 da A.O.A.C.(1984).

2.4. Análise Objetiva de Cor

A avaliação foi feita utilizando-se espectofotômetro COMCOR, modelo MS 1500 PLUS, pela determinação dos valores de L_{Hunter} (Luminosidade), a_{Hunter} (intensidade de vermelho) e b_{Hunter} (intensidade de amarelo) por reflexão nas amostras com espessura de camada de 3mm contidas em cápsulas fundo de vidro óptico, e fundo branco ($L_{\text{Hunter}} = 88,98$, $a_{\text{Hunter}} = -1,46$, $b_{\text{Hunter}} = 3,42$). Foi utilizado o iluminante C, ângulo de 10° e configuração Dreol do espectofotômetro. Foram analisadas 3 repetições por amostra.

As análises foram feitas no laboratório de controle de qualidade do ITAL, supervisionado pela pesquisadora Vera Lúcia P. Ferreira.

2.5. Análise Sensorial

O objetivo da análise foi fazer um acompanhamento sensorial envolvendo análise de sabor e visual das amostras em estudo durante 180 dias, verificando qual tratamento foi mais aceito ao final desse período.

2.5.1. Avaliação de Sabor

O método empregado foi teste de aceitação utilizando-se escala hedônica não estruturada de 9 cm onde utilizou-se as expressões desgostei muitíssimo e gostei muitíssimo nas extremidades.

O delineamento experimental foi blocos incompletos balanceados utilizando amostra referência descrito por GACULA em AMERINE & ROESSLER (1983).

Foram avaliados 4 tratamentos e amostra padrão. Foram utilizados 30 provadores por época de análise, sendo que cada provador avaliou dois tratamentos e uma amostra padrão e que cada tratamento foi avaliado 15 vezes por época de avaliação. A amostra padrão foi servida de maneira que fosse provado em primeiro lugar pelo provador, e os tratamentos foram servidos segundo delineamento experimental blocos incompletos para 4 tratamentos sugerido por COCHRAN & COX (1957). As características da apresentação dos tratamentos foi feito repetindo-se 5 vezes, por época, o plano a seguir: $t = 4$ (nº de tratamentos); $k = 2$ (nº de amostra por provador); $r = 3$ (repetições do tratamento); $b = 6$ (nº de blocos).

As amostras foram servidas em cabines individuais dotadas de cuspideiras e luz vermelha, para que a cor da amostra não influenciasse na avaliação. Cada provador recebeu três amostras de 20 mL aproximadamente, servidas a temperatura ambiente, em bequers de 50 mL, codificados com números de três dígitos. A ordem de apresentação das amostras foi variada de um provador para outro, sendo a amostra padrão (néctar congelado) sempre colocada em primeiro lugar de maneira a ser primeiramente provada e indiretamente servir como referência para avaliação das demais amostras.

As amostras foram analisadas a cada quarenta e cinco dias aproximadamente, durante seis meses.

O modelo de ficha utilizado está na Figura 4.

2.5.2. Avaliação Visual

Na avaliação visual procurou-se avaliar a estabilidade do aspecto visual dos diferentes tratamentos estudados.

As amostras foram colocadas em uma mesa com superfície branca e iluminação homogênea, sendo avaliadas quanto ao aspecto visual utilizando-se uma escala hedônica estruturada com valores de 1 a 9. Esta análise foi feita pelos mesmos provadores que avaliaram o atributo sabor.

O modelo de ficha utilizado está na Figura 5.

A avaliação sensorial foi feita no Laboratório de Análise Sensorial da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP.

ANÁLISE DE SABOR - NÉCTAR DE ACEROLA

Nome:

Data:

Por favor, prove as amostras e utilize a escala abaixo para determinar o quanto você gostou.

Nº da amostra	Desgostei muitissimo	Gostei muitissimo
_____	_____	_____
_____	_____	_____
_____	_____	_____

Razão da preferência:

mais ácido _____	menos ácido _____
mais doce _____	menos doce _____
outros _____	

**FIGURA 4 : Ficha modelo de análise sensorial para avaliação do atributo
sabor.**

ANÁLISE VISUAL - NÉCTAR DE ACEROLA

Nome:

Data:

Avalie cada amostra e utilize a escala abaixo para determinar o quanto você aprecia o aspecto visual das amostras.

- 1 - Desgostei muitíssimo

2 - Desgostei muito

3 - Desgostei regularmente

4 - Desgostei ligeiramente

5 - Indiferente
- 6 - Gostei ligeiramente

7 - Gostei regularmente

8 - Gostei muito

9 - Gostei muitíssimo

Nº da amostra	Valor
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____
_____	_____

FIGURA 5 : Ficha modelo para avaliação visual das amostras

2.6. Análise microbiológica

Utilizou-se para análise microbiológica o método de contagem total de fungos, leveduras e bactérias mesófilas em placas(Plate Count Agar) usando-se incubação à 30°C e diluições 10^{-2} e 10^{-4} . Foram feitas análises no início do estudo, 0, 90 e 180 dias. (AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION, 1976).

2.7. Análise Estatística

Para avaliação dos resultados da análise objetiva de cor, ácido ascórbico e atributo de aspecto visual foi utilizada análise de variância, com comparação entre as médias feitas pelo teste de Tukey. O atributo sabor foi avaliado utilizando-se método descrito por GAGULA em AMERINE & ROESSLER (1983).

2.8. Embalagem

A embalagem foi avaliada quanto a possíveis pontos de corrosão e alterações no verniz da lata. As análises foram feitas no CETEA(Centro de Tecnologia de Embalagens) supervisionado pela pesquisadora Silvia T. Dantas, sendo feitas apenas análises visual da amostra e contagem de pontos de corrosão no verniz, segundo método descrito em SOLER et al.(1985).

IV. RESULTADOS E DISCUSSÃO

1. Estudo do armazenamento da acerola in natura sob refrigeração e congelada

1.1. Caracterização da matéria prima

A Tabela 2 apresenta a composição aproximada da acerola utilizada para estudo do acondicionamento refrigerado e congelado da fruta in natura.

Sabendo-se que as características das espécies frutíferas sofrem variações, determinadas por fatores genéticos, sazonais, fertilidade e disponibilidade de nutrientes do solo, temperatura, precipitação fluvial, estágio de maturação, dentre outros fatores, os resultados encontrados estão próximos dos valores encontrados por diversos autores (DERSE, 1954; SANCHEZ-NIEVA, 1955; CAVALCANTE, 1991).

TABELA 2: Caracterização química, física e fisico-química da acerola utilizada no estudo de armazenamento da fruta (*).

Determinações	Polpa de acerola
Umidade (%)	92,34
Açúcares redutores (%)	2,50
Açúcares totais (%)	4,10
Proteínas (%N x 6,25)	0,40
Lipídeos (%)	0,21
Cinzas (%)	0,36
Acidez (% expresso em ácido málico)	1,16
°Brix corrigido	6,50
pH	3,60
Ácido ascórbico (mg/ 100g de polpa)	2644

(*) média de 3 determinações analíticas.

1.2. Efeito do armazenamento da acerola sob refrigeração (8°C) .

A Tabela 3 apresenta os valores de ácido ascórbico, as porcentagens de perdas de ácido ascórbico durante o armazenamento, pH e acidez para matéria prima refrigerada a 8°C com 80-85% de umidade relativa.

TABELA 3: Valores médios(*)de ácido ascórbico, % de perda de ácido ascórbico, pH e acidez de acerola refrigerada a 8°C e U.R. 80-85% durante 168 horas..

Tempo (horas)	ácido ascórbico (mg/100g de polpa)	Perda de ác. ascórbico(%)	pH	acidez (% de ác. málico)
0	2644	0	3,6	1,16
24	2471	6,6	3,5	1,29
48	2160	18,9	3,6	1,29
72	1995	24,6	3,6	1,23
96	1894	28,4	3,6	1,31
120	1925	27,2	3,6	1,29
144	1705	35,6	3,6	1,29
168	1463	44,7	3,6	1,29

(*) média de 3 determinações analíticas.

Muitos autores verificaram elevadas perdas do teor de ácido ascórbico em produtos vegetais estocados a temperatura ambiente. Foram verificadas perdas de 70% no teor de vitamina C em alface e espinafre estocados à 23°C(ZEPPLIN & ELVEHJEM,1944). Para brócoli estocado a temperatura ambiente foram verificadas perdas de 50% em média, após 3 dias de estocagem (WHELLER *et al*,1939)

Observa-se pela Tabela 3 que praticamente não houve alteração em relação aos valores de acidez e pH durante o período de armazenamento. Em relação à vitamina C houve uma queda rápida nas primeiras 72 horas, 24,6% de perda, mantendo-se relativamente

estável até 120 horas(5ºdia) e aumentando rapidamente após esse período, atingindo 44% de perda após 168 horas de estocagem.

Após 144 horas a fruta apresentou bastante alteração na aparência como amolecimento e enrugamento da superfície externa, provavelmente devido a perda de água da fruta. Foram constatadas também alterações na cor e aparecimento de manchas escuras, provavelmente devido a reações de escurecimento proveniente da degradação do ácido ascórbico e alterações de pigmentos.

PANTÁSTICO *et al*(1975) recomendam a temperatura de 0°C e umidade relativa de 80-85% para acondicionar acerola por 8 semanas.

Apesar das perdas de ácido ascórbico, a refrigeração parece ser uma boa forma de prolongar a vida útil da acerola que , segundo a literatura, se deteriora de 1 a 3 dias quando armazenada à temperatura ambiente (PANTÁSTICO *et al*,1975).

1.3. Efeito do armazenamento congelado (-18°C) na acerola

A Tabela 4 mostra os valores de ácido ascórbico e porcentagem de perdas de ácido ascórbico, além do pH e porcentagem de acidez para a fruta congelada à -18°C:

TABELA 4: Valores médios(*)de ácido ascórbico, % de perda de ácido ascórbico, pH e acidez (expresso em % de ácido málico) de acerola congelada a -18°C e U.R. 85-90%.

Tempo (dias)	ácido ascórbico (mg/100g)	perda de ác. ascórbico (%)	pH	acidez (% ác. málico)
0	2600	0	3,6	1,16
30	2226	14,37	3,5	1,29
60	2076	20,15	3,6	1,29
90	2153	17,16	3,5	1,23
120	2088	19,66	3,3	1,46
150	2141	17,64	3,3	1,45
180	2042	21,45	3,3	1,45

(*) média de 3 determinações analíticas.

As perdas de ácido ascórbico foram bastante evidentes (14,37%) nos primeiros 30 dias de acondicionamento, permanecendo relativamente estáveis após esse período. É provável que até que o fruto tenha sido completamente congelado, durante o processo de congelamento, alguma atividade enzimática oxidativa tenha favorecido as perdas de ácido ascórbico.

Podemos observar pela tabela 4 que as perdas de ácido ascórbico após 180 dias de congelamento foram de aproximadamente 21%. É interessante notar uma ligeira elevação da acidez e diminuição do pH, talvez em função de alterações bioquímicas que podem ter causado uma pequena elevação no teor de ácidos orgânicos na fruta.

Alguns autores encontraram perdas de 5% no processo de congelamento de acerola parcialmente madura e 20% de perdas em frutas maduras(DEL CAMPILO & ASENJO,1957).

ANG(1974) em seus estudos com morangos e cerejas verificou que perdas ao redor de 12% ocorreram quando estas frutas foram estocadas a -18°C durante um ano.

BERBARI(1992) encontrou perdas de 19 a 41,5% no teor de ácido ascórbico em morangos de diferentes variedades congelados a -18°C durante 6 meses.

De uma maneira geral a acerola pode ser mantida a temperatura de -18°C por longos períodos sem que haja perdas elevadas de vitamina C.

Deve-se dar preferência ao sistema de congelamento rápido que favorece menores perdas de vitamina no processo de resfriamento da fruta assim como evita alterações enzimáticas e oxidativas durante o processo de congelamento.

Poucas referências são encontradas sobre temperaturas de acondicionamento de acerola pós-colheita, desta forma estudos mais detalhados sobre acondicionamento desta fruta faz-se necessário.

2. Estudo do néctar de acerola submetido a diferentes tratamentos térmicos e temperaturas de armazenamento.

2.1. Caracterização da matéria prima.

Foi feita caracterização química, física e físico-química do suco integral de acerola utilizado para elaboração do néctar. A Tabela 5 mostra esses resultados:

TABELA 5: Caracterização química, física e físico-química do suco integral de acerola (3).

Determinações	(1)	(2)	(3)
Umidade (%)	94,15	93,50	92,60
Sólido Totais (%)	5,85	---	7,40
Aç. redutores(%)	---	2,70	2,50
Açúcares totais(%)	4,71	3,30	4,20
Proteínas			
(%,Nx6,25)	0,39	---	0,70
Lipídeos(%)	0,28(*)	---	0,12
Fibras(%)	---	---	1,20
Acidez (% expresso em ácido málico)	---	---	1,16
°Brix corrigido	---	6,10	6,50
pH	---	3,30	3,45
Ferro (mg/Kg)	---	---	0,84
Ácido ascórbico			
(mg/100g)	1455,8	1640,00	1634

(1) Valores encontrados por DERSE(1954)

(2) Valores encontrados por CAVALCANTE(1991)

(3) Valores médios de 3 determinações analíticas

(*) Expresso como extrato etéreo(%)

Os resultados estão bastante próximos dos valores encontrados em estudos com suco de acerola citados por diversos autores como ASENJO & MOSCOSO(1950), DERSE(1954), MILLER(1961)e CAVALCANTE(1991), demonstrando que a matéria prima utilizada para elaboração do néctar apresentava um estado de conservação bastante adequado .

2.2. Processamento do néctar.

2.2.1. Efeito do processamento sobre as características químicas e físico-químicas do néctar.

A Tabela 6 mostra o efeito do processamento sob as características químicas e físico químicas do néctar processado em aquecedor-resfriador rotativo que chamaremos de "Spin Cooker" e pelo processo de enchimento a quente "Hot Fill".

O néctar para ambos os processos apresentou relativa estabilidade independente do tipo de trocador de calor utilizado. Podemos observar que, de uma forma geral, não houve alterações significativas nas características químicas e físico-químicas para os processos "Spin Cooker" e "Hot Fill" em relação à amostra padrão(néctar congelado) que não foi submetida a nenhum aquecimento.

TABELA 6: Efeito do processamento sobre as características química, física e físico-química dos diferentes tratamentos térmicos(*).

Determinações	"Congelado"	"Spin Cooker"	"Hot Fill"
Umidade (%)	85,36	85,68	85,57
Sólido Totais (%)	14,64	14,32	14,43
Aç. redutores(%)	0,81	0,80	0,59
Açúcares totais(%)	12,31	13,06	11,70
Proteínas			
(%,Nx6,25)	0,40	0,30	0,35
Lipideos(%)	0,17	0,15	0,17
Fibras(%)	0,61	0,58	0,70
Acidez (% expresso em ác. málico)	0,53	0,49	0,46
°Brix corrigido	14,50	14,20	14,45
pH	3,52	3,56	3,55
Ferro (mg/Kg)	0,93	1,15	1,16
Ácido.ascórbico (mg/100g)	765	744	713

(*) valores médios de 3 determinações analíticas

O teor de °Brix final dos diferentes tratamentos apresentaram-se dentro do esperado, ou seja, em torno de 14°Brix, mostrando que a formulação foi adequada.

2.2.2. Efeito do processamento no teor de Ácido Ascórbico.

O suco integral de acerola utilizado para elaboração do néctar continha 1634 mg de ácido ascórbico/100g e como a diluição foi de 50% para formulação do néctar, o valor esperado para o néctar padrão era de 817 mg de a.a./100g.

Os valores médios de vitamina C para a amostra padrão, néctar "Spin Cooker" e "Hot Fill" foram 765, 744 e 713 respectivamente, ou seja, com perdas de 2,7% e 6,7% para os processos "Spin Cooker" e "Hot Fill" respectivamente. Os processamentos térmicos utilizados não causaram elevadas perdas no teor de ácido ascórbico. Podemos dizer que as perdas causadas durante o processamento foram pouco significativas para ambos os processos, apesar do processo "Spin Cooker" apresentar uma maior retenção de ácido ascórbico, sugerindo uma menor exposição a degradação do ácido ascórbico neste tipo de processamento.

Diversos autores encontraram elevada retenção de ácido ascórbico em produtos de acerola quando submetidos a algum tratamento térmico.

SANCHEZ-NIEVA(1955) em seus estudos sobre suco de acerola encontrou perdas menores que 2% para suco aquecido em pasteurizador tubular a 88°C por 45 segundos. Este resultado está bastante próximo do teor encontrado em nosso tratamento "Spin Cooker".

Valores bastante elevados de retenção de ácido ascórbico após tratamento térmico de suco de acerola foram encontrados por ITOO *et al* (1990). Eles verificaram retenção de 88% do teor de ácido ascórbico após o suco ter sido aquecido a 80°C por 40 minutos. Esse resultado sugere que apesar do ácido ascórbico ser considerado bastante sensível ao calor, ele pode se manter estável no caso do suco de acerola, mesmo quando submetido a intenso tratamento térmico.

Em seus estudos sobre o efeito da temperatura de pasteurização em suco de acerola, ROCHA(1988) encontrou uma excelente retenção de ácido ascórbico quando este foi submetido a aquecimento até atingir 70°C e aquecido a 70°C por 15 minutos(90,7% de retenção de ácido ascórbico). Ambos tratamentos térmicos foram suficientes para dar uma relativa estabilidade microbiológica e sensorial ao produto.

2.2.3. Análise Instrumental de Cor.

As alterações de cor das amostras foram avaliados instrumentalmente pelos parâmetros L(luminosidade), a(intensidade de vermelho) e b(intensidade de amarelo) da amostra. A Tabela 7 apresenta os valores encontrados para esses parâmetros.

TABELA 7: Valores médios(*) de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} encontrados para o néctar congelado(padão) e obtido pelos processos "Spin Cooker" e "Hot Fill" no início do estudo.

Parâmetros	Congelado	"Spin Cooker"	"Hot Fill"	D.M.S.(5%)
L_{Hunter}	57,92a	57,94a	59,55b	0,79
a_{Hunter}	19,92a	16,27b	16,56b	0,97
b_{Hunter}	34,83a	34,96a	35,64b	0,22

(*)Valores médios de 3 determinações analíticas

D.M.S.(5%) Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.

As médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.

Em relação ao valor de L_{Hunter} , o néctar padrão(57,92) não apresentou diferença significativa ($p>0.05$) em relação ao processo "Spin Cooker"(57,94), tendo ambos diferença em relação ao processo "Hot Fill".

Observa-se (Tabela 7) que em relação ao tipo de processo térmico aplicado ao néctar que o processo "Hot Fill"proporcionou néctar com valor de luminosidade maior(59,55) ou seja, mais claro em relação ao néctar submetido ao processo "Spin Cooker" (57,94) e ao néctar congelado(57,92) , que foram praticamente idênticas. O aumento da luminosidade pode ter sido provocado pela degradação do pigmento antociânico, uma vez que este quando não degradado confere as amostras cor vermelha escura e degradado possibilita o aparecimento de cor amarela clara proporcionada provavelmente por pigmentos carotenóides. O processo "Hot Fill"que apresentou uma maior luminosidade, também apresentou maior intensidade de amarelo

Os processos "Spin Cooker" e "Hot Fill" conferiram aos néctares valores de vermelho (a_{Hunter}) mais baixos (16,27 e 16,57 respectivamente) em relação ao néctar congelado (19,92), tendo ambos os processos sofrido alteração em relação a este parâmetro, comparativamente ao néctar congelado, apresentando diferença significativa ao nível de 5% de significância.

Estudos feitos com morangos mostraram que a auto-oxidação do ácido ascórbico acelera a degradação de antocianinas.(SONDHEIMER & KERTZ citados por IADEROZA,1983). No nosso caso podemos supor que em relação a diminuição da intensidade de vermelho, tenha ocorrido alguma degradação de antocianinas no néctar "Hot Fill" e "Spin Cooker", proveniente da auto-oxidação do ácido ascórbico nesses dois processos.

Em termos de intensidade de amarelo(b_{Hunter}), o néctar obtido pelo processo "Spin Cooker" não apresentou diferença significativa($p>0,05$) em relação ao padrão (34,96 e 34,83) respectivamente, enquanto que o processo "Hot Fill" proporcionou valor um pouco superior de amarelo(35,64), apresentando diferença significativa ao nível de 5% em relação ao processo "Spin Cooker" e ao néctar padrão.

Avaliando de uma maneira global, em relação aos parâmetros L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} (Figura 3), o processo "Spin Cooker" foi o que sofreu menor alteração em relação ao padrão, mostrando ser este um processo onde as alterações em relação a estes parâmetros são mínimas, podendo ser considerado o melhor processo entre os dois em estudo. Entretanto a nível sensorial, não foi detectada diferença significativa($p>0,05$) em relação ao aspecto visual entre os processos "Hot Fill" e "Spin Cooker"

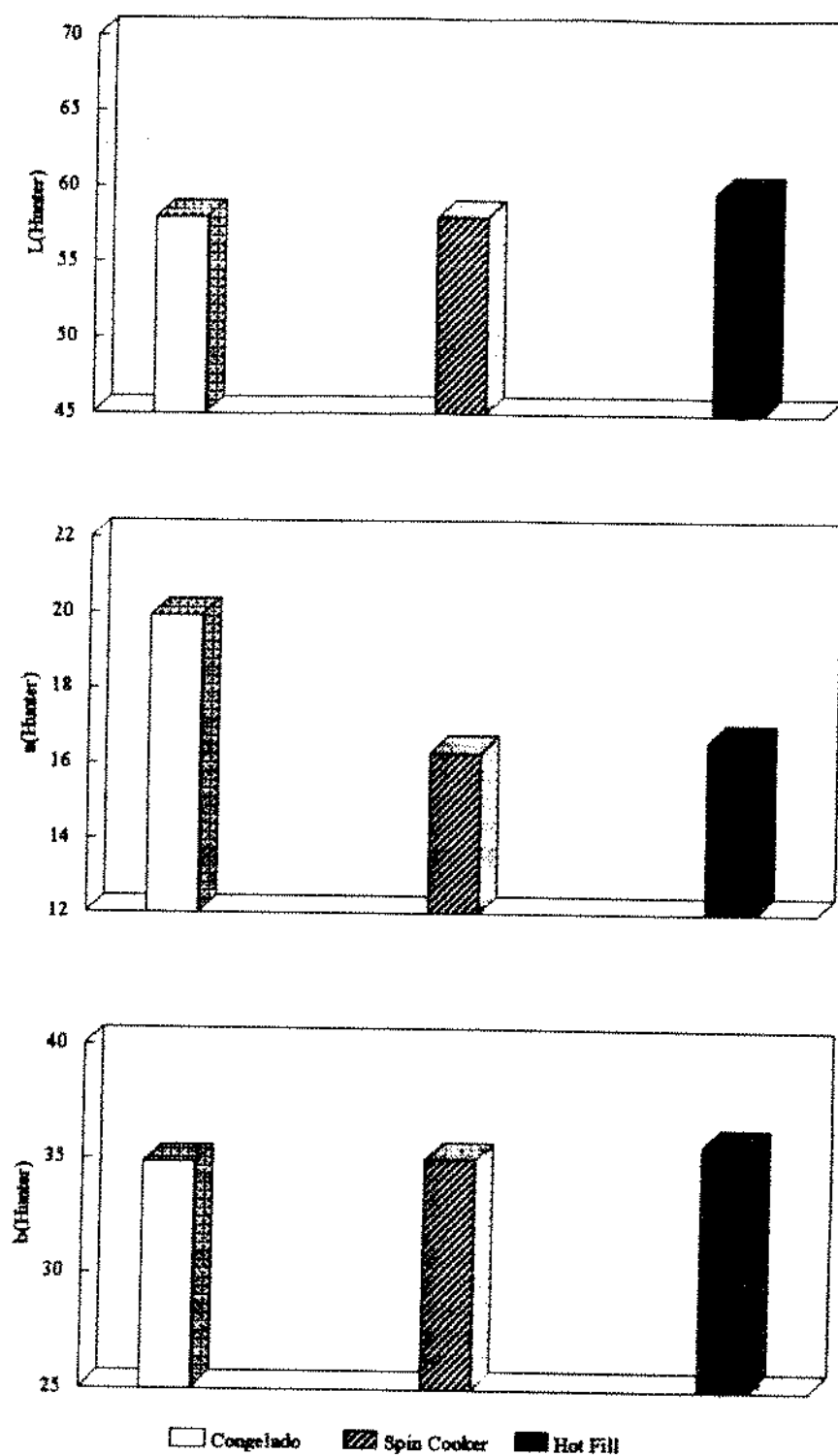


Figura 6: Valores de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para néctar Congelado, "Spin Cooler" e "Hot Fill".

2.2.4. Análise Sensorial.

2.2.4.1. Efeito do processamento sobre o sabor.

Com relação ao sabor,em relação ao processo "Spin Cooker" e "Hot Fill"(Tabela 8), não houve diferença significativa em relação ao padrão (néctar congelado) ($p>0,05$)

Podemos observar que o tratamento térmico efetuado não afetou a aceitabilidade do néctar, independente se o néctar foi tratado termicamente em trocador a placas(processo "Hot Fill") ou cozedor rotativo(processo "Spin Cooker").

As notas médias atribuídas pelos provadores foram padrão(6,59), "Spin Cooker"(6,10) e "Hot Fill"(5,93) numa escala hedônica de 9 pontos e atribuíram a razão de sua preferência devido a amostra apresentar sabor mais característico(60%), mais doce(20%) e menos ácido(17%). Apesar de não haver diferença significativa entre as amostras($p>0,05$), houve uma tendência a uma maior aceitabilidade pelo padrão.

TABELA 8: Análise de variância para o atributo sabor analisado no início do estudo de armazenamento.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F0,05
Provedores	29	74,63	2,57		
Tratamentos	2	16,02	8,01	2,56*	3,15
Resíduo	58	181,07	3,18		
Total	89	271.72			

* $F<F0,05$.



2.2.4.2. Efeito do processamento sobre o aspecto visual.

Em relação ao aspecto visual os processos "Spin Cooker" e "Hot Fill" apresentaram diferença significativa ($p<0,05$) em relação ao néctar padrão(congelado)(Tabela 9), sendo que o néctar congelado apresentou maior média(6,59) em relação ao aspecto visual. Isso demonstra que há alguma alteração na aparência do néctar quando submetido a um tratamento térmico e esta afeta a aceitação do néctar.

Entre os processos "Spin Cooker" e "Hot Fill" não foi detectada diferença significativa ($p>0,05$) em relação a aparência visual, isto é, não houve diferença visual em relação aos tipos de processamento térmico estudados.

O néctar padrão, "Spin Cooker" e "Hot Fill" apresentaram médias de 6,59, 5,87, 5,58 respectivamente, que de acordo com a escala apresentada na análise (Figura 2, item 2.5.2) apesar de consideradas diferentes, as amostras apresentaram bom aspecto, independente do processo utilizado. Na verdade, as diferenças de cor apresentadas e detectadas na análise instrumental de cor(sistema Hunter) não afetaram a preferência dos analistas, em relação aos processos "Spin Cooker" e "Hot Fill".

TABELA 9 : Análise de variância para o atributo aspecto visual analisado no início do estudo de armazenamento.

Fonte de variação	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	F0,05
Provedores	29	47,73	1,65		
Tratamentos	2	16,47	8,23	12,50*	2.53
Resíduo	58	38,20	0,56		
Total	89	271.72			

*F>F0.05.

2.2.5. Análise Microbiológica

A Tabela 10 apresenta os resultados da análise microbiológica para os diferentes processos estudados.

TABELA 10: Contagem total de microorganismos mesófilos(bactérias, fungos e leveduras). (U.F.C./mL. Incubação a 32°C).

Amostra	bactérias	fungos e leveduras

Congelado	<400	<500
Spin Cooker	<10	<10
Hot Fill	<10	<10

U.F.C. - Unidade Formadora de Colônia

Podemos observar que o binômio tempo/temperatura foi bastante eficiente em relação ao aspecto microbiológico, independente do tipo de processamento. A amostra congelada apresentou um valor um pouco mais elevado, mas dentro dos padrões microbiológicos para sucos e néctares, segundo LEITÃO(1973).

2.3. Estudo do armazenamento do néctar.

Foram avaliadas as alterações ocorridas no néctar estocado a temperatura ambiente e sob refrigeração para os processos "Hot Fill" e "Spin Cooker", sendo que os resultados foram comparados ao néctar padrão acondicionado congelado a -18°C . Os parâmetros avaliados durante o período de estocagem foram:

- pH e Acidez Titulável;
- degradação do ácido ascórbico;
- alterações colorimétricas medidas pelos valores de L, a e b (Hunter);
- avaliação sensorial: análise de sabor e aspecto visual;
- estabilidade microbiológica;
- estabilidade da embalagem.

Para facilitar a apresentação dos resultados as amostras foram codificadas da seguinte forma:

- 1) Néctar acondicionado congelado (padrão) - Cong.
- 2) Néctar tratado termicamente em pasteurizador rotativo "Spin Cooker-Cooler" e acondicionado a temperatura ambiente - "Spin Cooker" Amb.
- 3) Néctar tratado termicamente em pasteurizador rotativo "Spin Cooker-Cooler" e acondicionado sob refrigeração - "Spin Cooker" Ref.
- 4) Néctar tratado termicamente em trocador de calor a placas e acondicionado a temperatura ambiente - "Hot Fill" Amb.
- 5) Néctar tratado termicamente em trocador de calor a placas e acondicionado sob refrigeração - "Hot Fill" Ref.

2.3.1. Efeito do armazenamento sobre o pH e acidez titulável.

Os valores de pH e acidez titulável para as amostras armazenadas sob refrigeração e a temperatura ambiente mantiveram-se praticamente constante durante todo período de armazenamento das amostras. Uma pequena diminuição do pH e elevação na acidez titulável foi detectada após 110 dias de armazenamento. As tabelas 11 e 12 indicam respectivamente a variação do pH e acidez titulável durante estudo de armazenamento.

TABELA 11: Variação do pH durante armazenamento das amostras armazenadas a temperatura ambiente e sob refrigeração.

Amostra	Tempo (dias)			
	0	45	110	180
Congelado	3,52	3,52	3,42	3,40
"Spin Cooker" Amb.	3,56	3,56	3,52	3,48
"Hot Fill" Amb.	3,55	3,58	3,52	3,48
"Spin Cooker" Ref.	3,56	3,56	3,48	3,46
"Hot Fill" Ref.	3,55	3,58	3,47	3,47

* valores médios de 3 determinações analíticas.

TABELA 12: Variação da acidez titulável (mg de ác. málico) durante o armazenamento das amostras a temperatura ambiente e sob refrigeração.

Amostra	Tempo (dias)			
	0	45	110	180
Congelado	0,53	0,52	0,54	0,54
Spin Cooker Amb.	0,49	0,48	0,52	0,52
Hot Fill Amb.	0,46	0,50	0,51	0,51
Spin Cooker Ref.	0,49	0,48	0,52	0,52
Hot Fill Ref.	0,46	0,48	0,51	0,50

* valores médios de 3 determinações analíticas.

2.3.2. Efeito do armazenamento sobre o teor de ácido ascórbico

Durante o armazenamento o teor de ácido ascórbico apresentou uma grande variação, principalmente nas amostras mantidas a temperatura ambiente, para ambos os processos(Tabela 13). As amostras mantidas sob refrigeração também apresentaram um decréscimo no valor de ácido ascórbico, entretanto essa degradação foi bem inferior comparando-se com as amostras mantidas a temperatura ambiente.

A Tabela 13 e Figura 7 apresentam os valores médios de ácido ascórbico durante o armazenamento para as amostras acondicionadas sob refrigeração e a temperatura ambiente e a Tabela 14 mostra as porcentagens de perdas durante estocagem dessas amostras.

TABELA 13: Valores médios(*) de ácido ascórbico(mg ác. ascórbico/100g) encontrados nas amostras armazenadas a temperatura ambiente e sob refrigeração durante 180 dias.

Amostra	Tempo (dias)					
	0	45	75	110	150	180
Congelado	765	783	790	776	756	742
"Spin Cooker" Amb.	744	749	715	678	531	542
"Hot Fill" Amb.	713	689	676	606	498	518
"Spin Cooker" Ref.	744	728	730	724	734	701
"Hot Fill" Ref.	713	726	699	694	671	643

(*) valores médios de 3 determinações analíticas

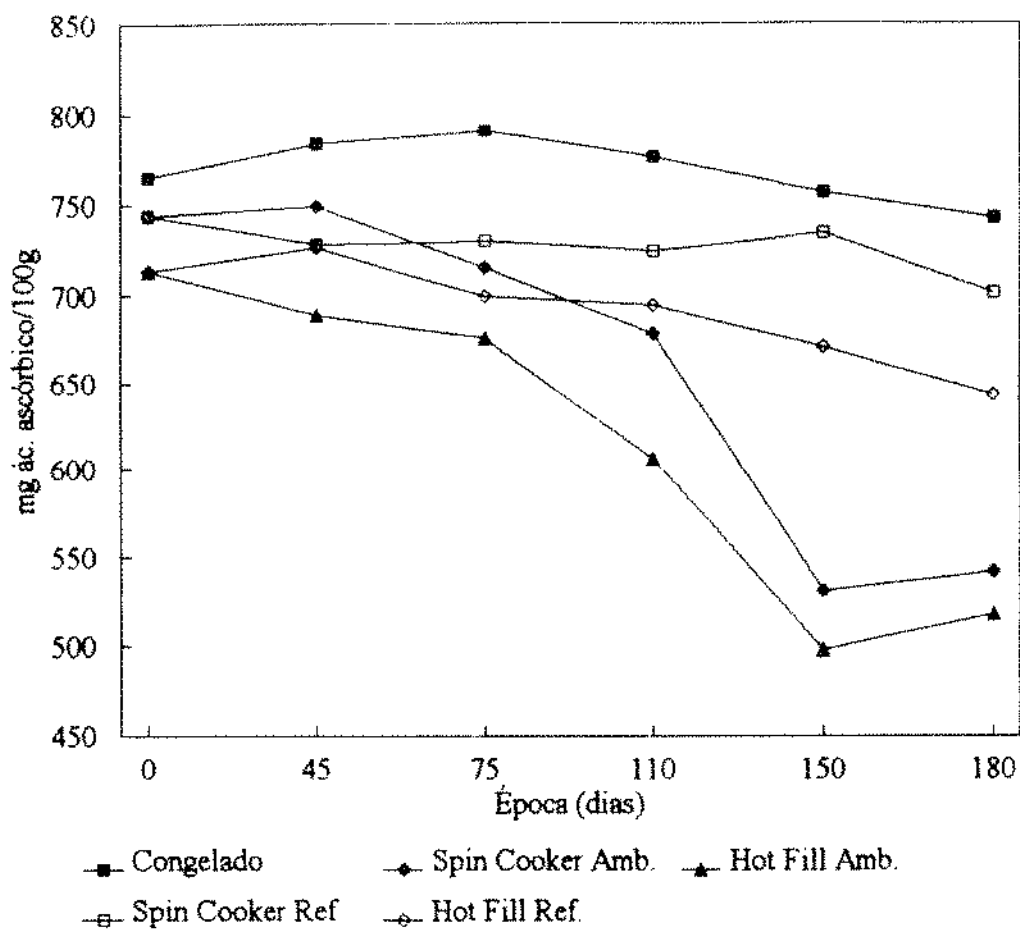


FIGURA 7: Teor de ácido ascórbico nos néctares de acerola congelado e tratado pelos processos "Spin Cooker" e "Hot Fill", armazenados a temperatura ambiente e sob refrigeração durante 180 dias.

TABELA 14: Porcentagem de perda(*) de ácido ascórbico das amostras acondicionadas a temperatura ambiente e sob refrigeração.

Amostra	Tempo (dias)				
	45	75	110	150	180
Congelado	n.d.	n.d.	n.d.	1,19	3,02
"Spin Cooker" Amb.	n.d.	9,65	8,87	28,60	27,04
"Hot Fill" Amb.	3,39	5,31	15,00	30,11	27,39
"Spin Cooker" Ref.	2,17	1,91	2,69	1,35	5,76
"Hot Fill" Ref.	1,74	1,97	2,72	5,95	9,84

(*) As porcentagens foram calculadas em relação ao tempo zero.

n.d. - Não foram detectadas perdas durante esse período em relação ao tempo zero

Pode-se observar que as amostras mantidas a temperatura ambiente apresentaram uma maior degradação de ácido ascórbico, independente do processo utilizado.

A degradação nos primeiros 45 dias foi relativamente pequena para todos os processos e temperaturas de armazenamento, sendo mais elevada para amostra "Hot Fill" mantida a temperatura ambiente(3,39%).

A amostra obtida pelo processo de enchimento a quente ("Hot Fill") apresentou uma maior tendência a degradação em relação ao processo Spin-Cooker. Após 110 dias, podemos observar que este processo apresentou 15% de perda de ácido ascórbico enquanto a amostra "Spin Cooker" Amb. apresentou 8,9%. Após esse período as amostras mantidas a temperatura ambiente apresentaram uma queda bastante rápida do teor de ácido ascórbico, sendo que após 180 dias a amostra "Hot Fill" e "Spin Cooker" Amb. apresentaram 27,39% e 27,04% de degradação de ácido ascórbico respectivamente.

Os valores encontrados são relativamente baixos se comparados aos valores encontrados por SANCHEZ-NIEVA(1955) que observaram perdas de 53,5 a 81,5% em suco de acerola enlatado e estocado durante 1 ano a temperatura ambiente(27 a 29°C), sendo que de 4 a 10% do ácido ascórbico foi perdido durante os primeiros 30 dias de armazenamento quando também houve estufamento das latas, segundo o autor, devido ao CO₂ produzido na degradação do ácido ascórbico. ROCHA(1988) em seus estudos com suco de acerola acondicionado a temperatura ambiente encontrou perdas de 32% após 150 dias de estocagem, sendo que as maiores perdas(18%) ocorreram nos primeiros 30 dias. É possível que a quantidade de sólidos solúveis presentes no néctar por nós estudado tenham favorecido essa menor perda de ácido ascórbico no início do acondicionamento, o que já foi citado por vários autores(RAHMANN *et al*,1964; FENNEMA,1985).

As amostras de ambos os processos mantidas a temperatura de refrigeração mantiveram uma boa estabilidade no teor de ácido ascórbico até 110 dias de acondicionamento, quando então a amostra relativa ao processo "Hot Fill" apresentou uma elevação na perda de ácido ascórbico chegando a 9,8% de perda após 180 dias enquanto, no mesmo período, a amostra "Spin Cooker" obteve uma diminuição de 5,95% do teor de ácido ascórbico.

Estudos feitos por RAHMAN *et al*(1964) com néctar enlatado de goiaba fortificado com diferentes concentrações de ácido ascórbico e acondicionados a temperatura ambiente apresentaram maiores perdas após 6 meses quanto menor a concentração de ácido ascórbico adicionado. As perdas após esse período foram menores que 30% para concentrações superiores a 270 mg de ácido ascórbico/100 mL. Isso mostra que a concentração inicial de ácido ascórbico pode influenciar na velocidade de degradação desta vitamina.

Estudos sobre diferentes temperaturas de armazenamento para sucos enlatados de diversas frutas mostraram uma grande variabilidade na porcentagem de perda de vitamina C. Suco de uva, laranja e maçã, armazenados a temperatura ambiente, apresentaram após 6 meses perdas de 57, 25 e 54% respectivamente, e armazenados sob refrigeração apresentaram perdas de 7, 21 e 14% respectivamente. Pode-se perceber uma oscilação muito grande nas perdas de vitamina C entre os diferentes frutos mesmo acondicionados sob refrigeração (SILVEIRA *et al*,1981).

Dentro dessa variabilidade de comportamento da velocidade de degradação de ácido ascórbico as razões que levam a uma maior ou menor degradação do ácido ascórbico parecem estar relacionadas com as características ou substâncias naturalmente(citratos, flavonóides) ou acidentalmete presentes(estanho proveniente das latas), nos sucos e néctares

e que podem apresentar efeito protetivo sobre a vitamina C ou componentes(metais, enzimas oxidativas) que favorecem a degradação de vitamina C, assim como a concentração inicial de ácido ascórbico, sólidos solúveis, oxigênio e temperatura de acondicionamento pós-processamento parecem ser bastante importante. TOCCHINI(1985) em seus estudos mostrou que suco de laranja embalado em latas apresentou menores perdas de ácido ascórbico em relação ao suco embalado em Tetra-Brik, o autor supõe que a presença de estanho dissolvido no suco tenha diminuído a oxidação do ácido ascórbico, uma vez que as latas não apresentavam verniz.

2.3.3. Análise instrumental de cor

2.3.3.1. Néctar Congelado

Pela Tabela 15 observa-se que as variáveis de luminosidade_{Hunter} em relação ao zero dia foram aleatórias, não indicando a tendência de escurecimento, parecendo indicar que as diferenças ocorreram apenas devido a variações entre as diversas amostras. Os valores de luminosidade variaram de 57,92 ao zero dia até 57,33 aos 180 dias de estocagem, valores esses considerados não significativos($p>0,05$). Observa-se que o mesmo ocorreu com os valores de intensidade de vermelho (a_{Hunter}) e intensidade de amarelo(b_{Hunter}) que variaram respectivamente de 19,92 a 19,31 e de 34,83 a 34,66 aos zero dias e 180 dias de estocagem.

TABELA 15: Valores médios(*) de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para néctar congelado armazenado por 180 dias.

Época(dias)	L_{Hunter}	a_{Hunter}	b_{Hunter}
0	57,92ab	19,92a	34,83ab
45	57,45ac	20,31a	34,49a
75	58,87b	19,92ab	35,29b
110	57,04a	20,01a	34,43a
150	58,50bc	18,42b	35,20b
180	57,33a	19,31a	34,66a
D.M.S.(5%)	1,06	0,83	0,54

(*) Valores médios de 3 determinações analíticas
D.M.S.(5%) Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.
As médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si.

2.3.3.2. Néctar "Spin Cooker" armazenado a temperatura ambiente

Pela Tabela 16, observa-se que até os 75 dias de armazenamento não ocorreram mudanças sensíveis nos teores de luminosidade(L_{Hunter}). Já aos 110 dias observou-se que houve uma redução mais intensa da luminosidade e que essa se acentuou dos 150 dias aos 180 dias de armazenamento. Durante o período de estudo, os valores de L_{Hunter} variaram de 57,94 ao zero dia até 51,19 aos 180 dias.

Em relação aos valores de intensidade de vermelho (a_{Hunter}) e intensidade de amarelo (b_{Hunter}) estes apresentaram apenas pequenas variações até 75 dias e variações definidas nas épocas posteriores. a partir dos 110 dias de armazenamento ocorreu aumento gradativo dos teores de vermelho e estes variaram de 16,27 ao zero dia até 19,64 aos 180 dias de armazenamento.

Os teores de amarelo observados na Tabela 16 apresentam diminuição dos 45 dias aos 150 dias de armazenamento, com redução mais intensa após esse período. Durante o período de estudo, variaram de 34,96(zero dia) até 31,73(180 dias).

TABELA 16: Valores médios de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para néctar "Spin Cooker" armazenado a temperatura ambiente por 180 dias.

Época(dias)	L_{Hunter}	a_{Hunter}	b_{Hunter}
0	57,94a	16,27a	34,96a
45	57,51a	16,26a	35,05a
75	57,41a	16,45a	34,77a
110	54,69b	17,91ab	33,68b
150	53,91b	18,58b	33,41b
180	51,19c	19,64b	31,73c
D.M.S.(5%)	2,04	1,85	1,08

Valores médios de 3 determinações analíticas
D.M.S.(5%) Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.
As médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si.

2.3.3.3. Néctar "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente

Observa-se pela Tabela 17 que houve grande redução do valor de L_{Hunter} de zero até 45 dias de armazenamento com posterior estabilização até 75 dias e queda nas épocas posteriores até os 180 dias de estocagem.. Os valores de luminosidade variaram de 59,55(zero dia) a 51,97 (180 dias), apresentando diferença ao nível de significância de 5%..

Em relação aos teores de vermelho a_{Hunter} observa-se que houve aumento gradativo, sendo que os valores variaram de 16,56(zero dia) a 18,73(180 dias). A diminuição da luminosidade parece estar relacionada com o aumento da intensidade de vermelho. Os valores de amarelo apresentaram redução gradativa do zero dia(35,64) até os 180 dias(32,17), o que pode estar relacionado com perdas de carotenóides da amostra.

TABELA 17: Valores médios de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} para néctar "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente por 180 dias.

Época(dias)	L_{Hunter}	a_{Hunter}	b_{Hunter}
0	59,55a	16,56a	35,64a
45	55,01b	17,22a	33,71b
75	55,64b	16,89a	34,19b
110	54,43bc	17,61ab	33,63bc
150	52,65cd	18,49bc	32,67cd
180	51,97d	18,73c	32,17d
D.M.S.(5%)	1,83	1,07	1,03

Valores médios de 3 determinações analíticas

D.M.S.(5%) Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.

As médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si.

Essa elevação da intensidade de vermelho, assim como a diminuição da luminosidade(L_{Hunter}) evidenciam um possível escurecimento na amostra. Essas alterações de cor podem estar associadas a degradação do ácido ascórbico que foi bastante evidente nas amostras mantidas a temperatura ambiente. A degração do ácido ascórbico é citada como fator de escurecimento em produtos de frutas (COUNSELL & HORNIG,1981).

2.3.3.4. Néctar "Spin Cooker" armazenado sob refrigeração

Observa-se pela Tabela 18 a tendência de ligeiro aumento dos valores de luminosidade variando de 57,94(zero dia) a 59,23(110 dias) com posterior diminuição (57,09).

Quanto aos valores de vermelho (a Hunter) observa-se uma tendência de ligeiro aumento do zero dia aos 75 dias de estocagem, com posteior tendência a redução a partir dos 110 dias. Os valores de intensidade de vermelho variaram de 16,27(zero dia) a 16,92 (180 dias), não apresentando diferença significativa ao nível de 5%..

Em relação aos valores de intensidade de amarelo (bHunter) apresentaram variações aleatórias durante o período de estocagem, com valores que variaram de 34,96(zero dia) a 34,68(180 dias).

TABELA 18: Valores médios de L_{Hunter}, a_{Hunter} e b_{Hunter} para néctar "Spin Cooker" armazenado sob refrigeração por 180 dias.

Época(dias)	L _{Hunter}	a _{Hunter}	b _{Hunter}
0	57,94ac	16,27a	34,96ac
45	58,11ac	17,58b	35,02a
75	58,52ab	17,21ab	35,21a
110	59,23b	16,36a	35,67b
150	57,31c	17,04ab	34,81ac
180	57,09c	16,92ab	34,68c
D.M.S.(5%)	0,99	1,05	0,27

Valores médios de 3 determinações analíticas
D.M.S.(5%) Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.
As médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si.

2.3.3.5. Néctar "Hot Fill" armazenado sob refrigeração

Os valores de luminosidade (L Hunter)(Tabela 19) diminuíram do zero dia(59,55) ao 45 dias(57,63), diferença considerada significativa a 5% mantendo-se praticamente estável até os 75 dias de estocagem , após esse período apresentou uma elevação(110 dias) no valor de LHunter e diminuição significativa até 180 dias(55,21).

A intensidade de vermelho (aHunter) apresentou variação aleatória, sendo que do tempo zero(16,56) aos 180 dias (17,39) houve uma ligeira elevação Entretanto apresentou uma diminuição aos 110dias, coincidentemente com a época em que houve um aumento da luminosidade.

O teor de amarelo (bHunter) apresentou uma diminuição gradativa do zero dia(35,64) aos 150 dias(34,95), e uma diminuição significativa aos 180 dias.

TABELA 19: Valores médios de LHunter, aHunter e bHunter para néctar "Hot Fill" armazenado sob refrigeração por 180 dias.

Época(dias)	LHunter	aHunter	bHunter
0	59,55a	16,56ab	35,64a
45	57,63b	17,35a	34,78a
75	57,87bc	17,00ab	34,88a
110	59,44ac	15,64b	35,43a
150	57,51b	16,40ab	34,95a
180	55,21d	17,39a	33,52b
D.M.S.(5%)	1,57	1,45	1,21

Valores médios de 3 determinações analíticas
D.M.S.(5%) Diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.
As médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si.

2.3.3.6. Estudo comparativo do néctar congelado e amostras armazenadas a temperatura ambiente em relação aos parâmetros L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter}

As leituras de cor feitas no sistema Hunter mostraram que com relação ao valor de L (luminosidade), após 180 dias de estocagem as amostras mantidas a temperatura ambiente apresentaram valores inferiores aos valores encontrados no início do estudo, independente do processo de pasteurização. A diminuição se intensificou após 110 dias de acondicionamento. (Figura 8).

Aos 180 dias as amostras "Spin Cooker" e "Hot Fill" apresentaram uma diminuição do valor de L_{Hunter} para ambos os processos indicando que algum processo de escurecimento ocorreu durante o armazenamento, provavelmente devido a degradação do ácido ascórbico, que se intensificou após 110 dias de estocagem.

Esse processo de escurecimento foi observado por vários autores que citaram a degradação do ácido ascórbico e dehidroascórbico como fator de escurecimento não enzimático. (SANCHEZ- NIEVA, 1955; TOCCHINI, 1985; KACEM et al, 1987; LIAO AND SEIB, 1988). KACEM et al. (1987) em estudos com suco de laranja, encontraram estreita relação entre o aumento da concentração de amino-ácidos e o aumento da degradação do ácido ascórbico e consequentemente escurecimento do suco. CURL AND TALBURT (1961) citados por KACEM (1987), observaram em seus estudos que o escurecimento em suco de laranja ocorria somente após 15% de degradação do ácido ascórbico.

No nosso caso tivemos para o processo "Spin Cooker" alterações de luminosidade a partir de 75 dias e as perdas de ácido ascórbico neste mesmo período correspondem a 9,7%. Para amostra "Hot Fill" tivemos uma diminuição da luminosidade dos 0 aos 45 dias, sendo que essa alteração se intensificou após 110 dias, quando as perdas de ácido ascórbico foram de 8,9%.

Com relação ao valor de a_{Hunter} (intensidade de vermelho), durante o armazenamento, as amostras "Spin Cooker" e "Hot Fill" apresentaram uma elevação na intensidade de vermelho comparando-se ao início do estudo (Figura 8).

O aumento no valor de a_{Hunter} , assim como a diminuição no valor de L_{Hunter} indicam que algum processo de escurecimento ocorreu na amostra.

Em relação ao parâmetro b_{Hunter} (intensidade de amarelo), houve para as amostras armazenadas a temperatura ambiente uma diminuição dos valores, ou seja, uma diminuição da cor amarela (Figura 8). A diminuição do valor b_{Hunter} pode ser atribuída à degradação de carotenóides, esses comprovadamente existentes em acerola (Cavalcante, 1991), mas não avaliados em nosso trabalho.

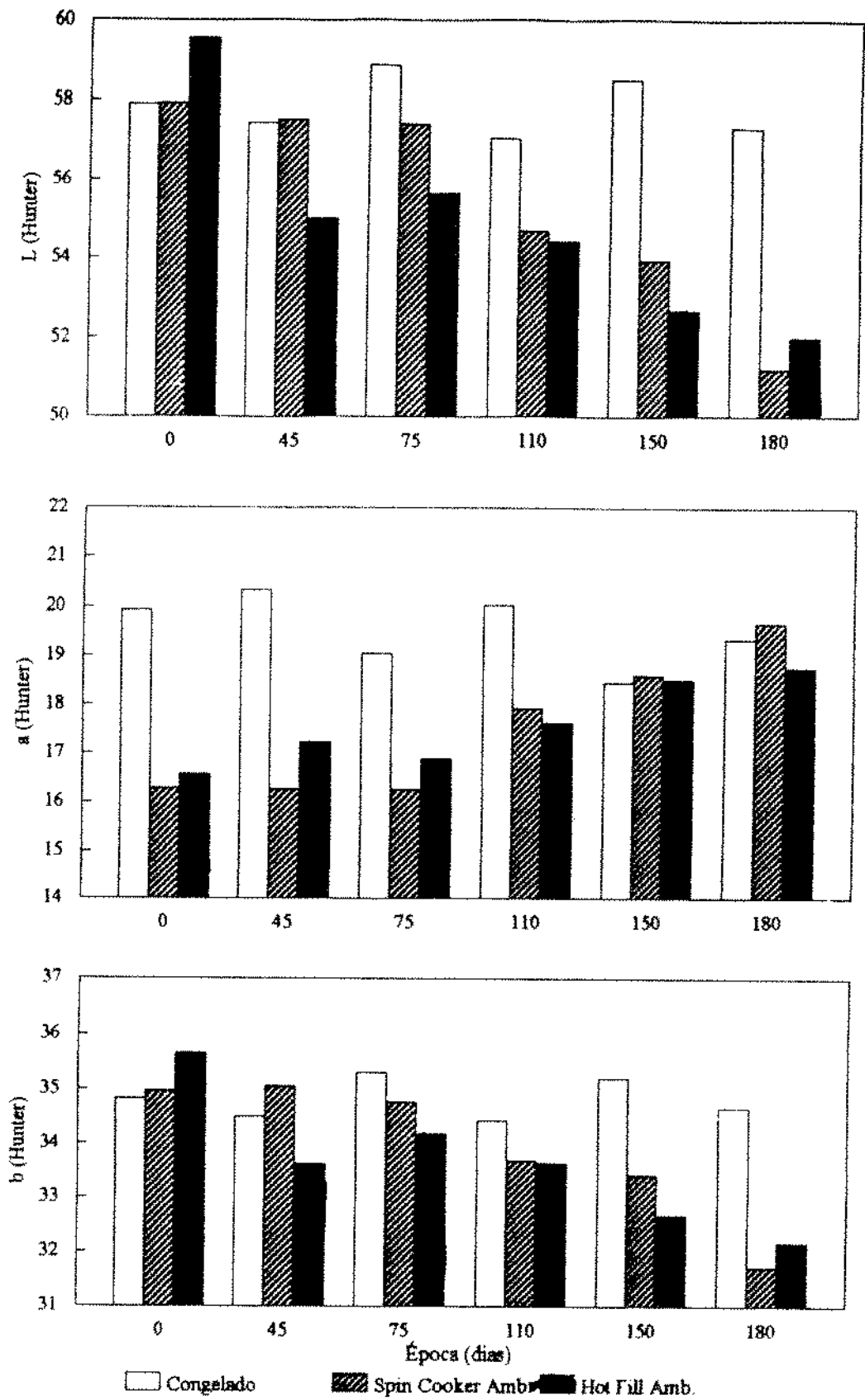


FIGURA 8: Valores no sistema Hunter de L(luminosidade),a(intensidade de vermelho) e b(intensidade de amarelo) para néctar congelado, "Spin Cooker" e "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente durante 180 dias.

2.3.3.7. Estudo comparativo do néctar congelado e amostras armazenadas sob refrigeração em relação aos parâmetros L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter}

Com relação a luminosidade(L_{Hunter}) a amostra "Hot Fill" apresentou uma diminuição dos valores aos 45 dias, mantendo-se praticamente estável até 75 dias com posterior diminuição, enquanto a amostra "Spin Cooker" apresentou um aumento gradual de L_{Hunter} até 110 dias, com diminuição aos 150 dias e posterior estabilização. Ao final de 180 dias a amostra "Spin Cooker" apresentou valores de luminosidade bastante próximos do néctar congelado (57,33 e 57,09 respectivamente)(Figura 9).

Quanto a intensidade de vermelho(a_{Hunter}) a amostra "Spin Cooker" apresentou, após 180 dias valor bastante próximo ao início do estudo (16,92 e 16,27 respectivamente) o mesmo sendo observado para o néctar "Hot Fill" onde houve uma ligeira variação(16,56 no tempo zero e 17,39 aos 180 dias). Em relação ao padrão os dois processos apresentaram valores diferentes em todo período de estudo.(Figura 9).

Em relação a intensidade de amarelo(b_{Hunter}), a amostra "Spin Cooker" apresentou uma boa estabilidade em relação a este parâmetro durante os 180 dias de acondicionamento, não apresentando valores muito diferentes após 180 dias de estocagem. A amostra "Hot Fill" apresentou uma pequena diminuição na intensidade de amarelo. Pode-se perceber pela Figura 9 que a amostra "Spin Cooker"apresentou um comportamento em relação a este parâmetro bastante semelhante ao néctar congelado.

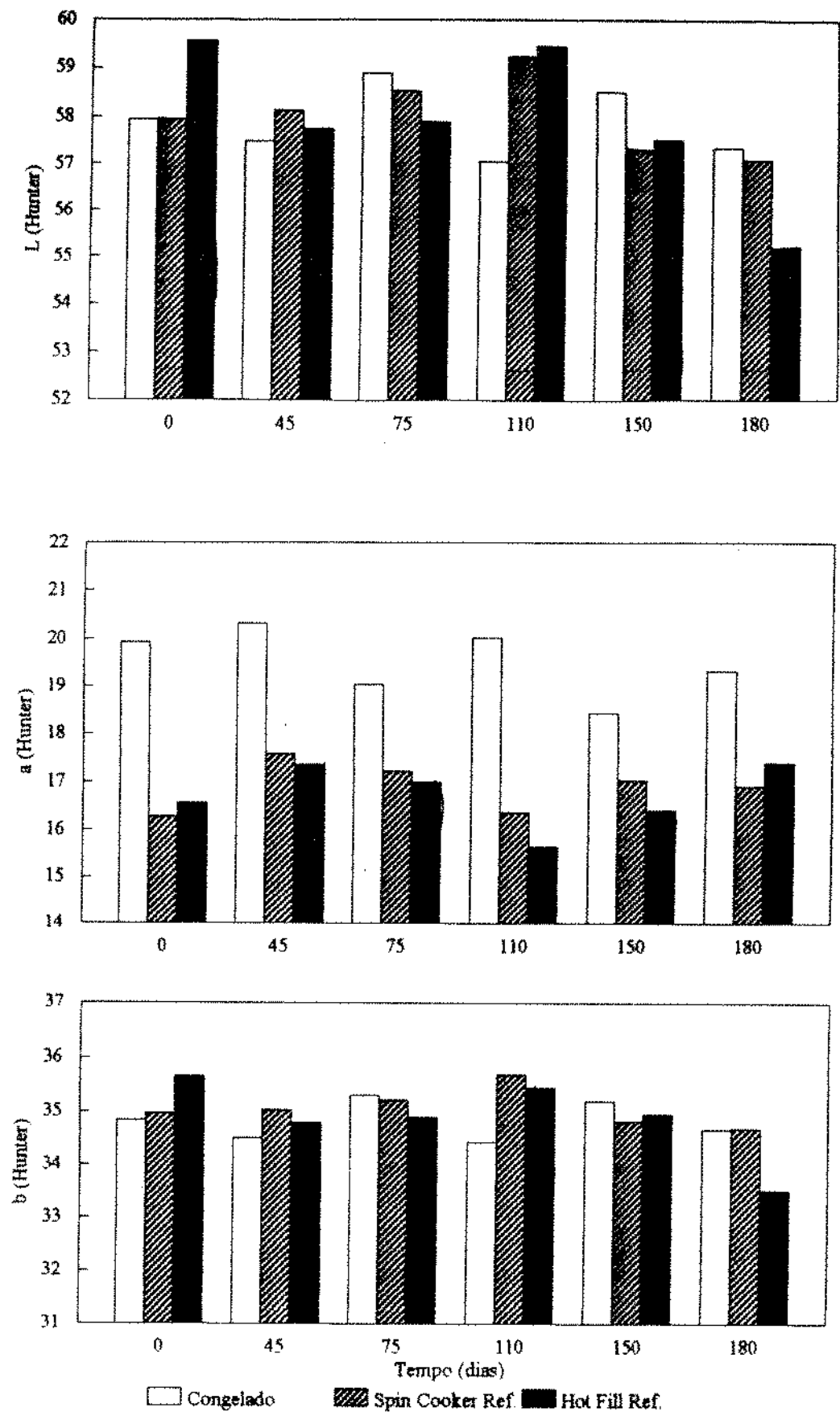


FIGURA 9: Valores no sistema Hunter de L(luminosidade),a(intensidade de vermelho) e b(intensidade de amarelo) para o néctar congelado e néctar "Spin Cooker" e "Hot Fill" armazenado sob refrigeração durante 180 dias.

2.3.3.8. Estudo comparativo do néctar congelado e processo "Hot Fill" acondicionado a temperatura ambiente e sob refrigeração em relação aos parâmetros L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter}

Pela Figura 10 podemos analisar a influência da temperatura no acondicionamento da amostra obtida pelo processo "Hot Fill". Podemos perceber em relação aos parâmetros de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} que existe bastante diferença para o produto armazenado sob refrigeração e a temperatura ambiente. Esses parâmetros foram bastante estáveis na amostra acondicionada sob refrigeração apresentando uma pequena alteração, ao contrário da amostra armazenada a temperatura ambiente, onde as alterações foram mais evidentes, principalmente quanto a luminosidade e intensidade de vermelho. Pode-se observar que as alterações nos dois casos se intensificaram após 110 dias, coincidentemente ao período quando se intensificou a degradação do ácido ascórbico.

Comparando-se a amostra armazenada a temperatura ambiente e a amostra padrão, podemos observar que o valor de a_{Hunter} (intensidade de vermelho) está bastante próximo para as duas amostras no final do período de armazenamento, entretanto no início do estudo a amostra estocada a temperatura ambiente apresentava um valor bastante inferior ao encontrado após 180 dias de armazenamento, isto acompanhado da diminuição da luminosidade deixa bastante evidente o processo de escurecimento sofrido por essa amostra. (Figura 10).

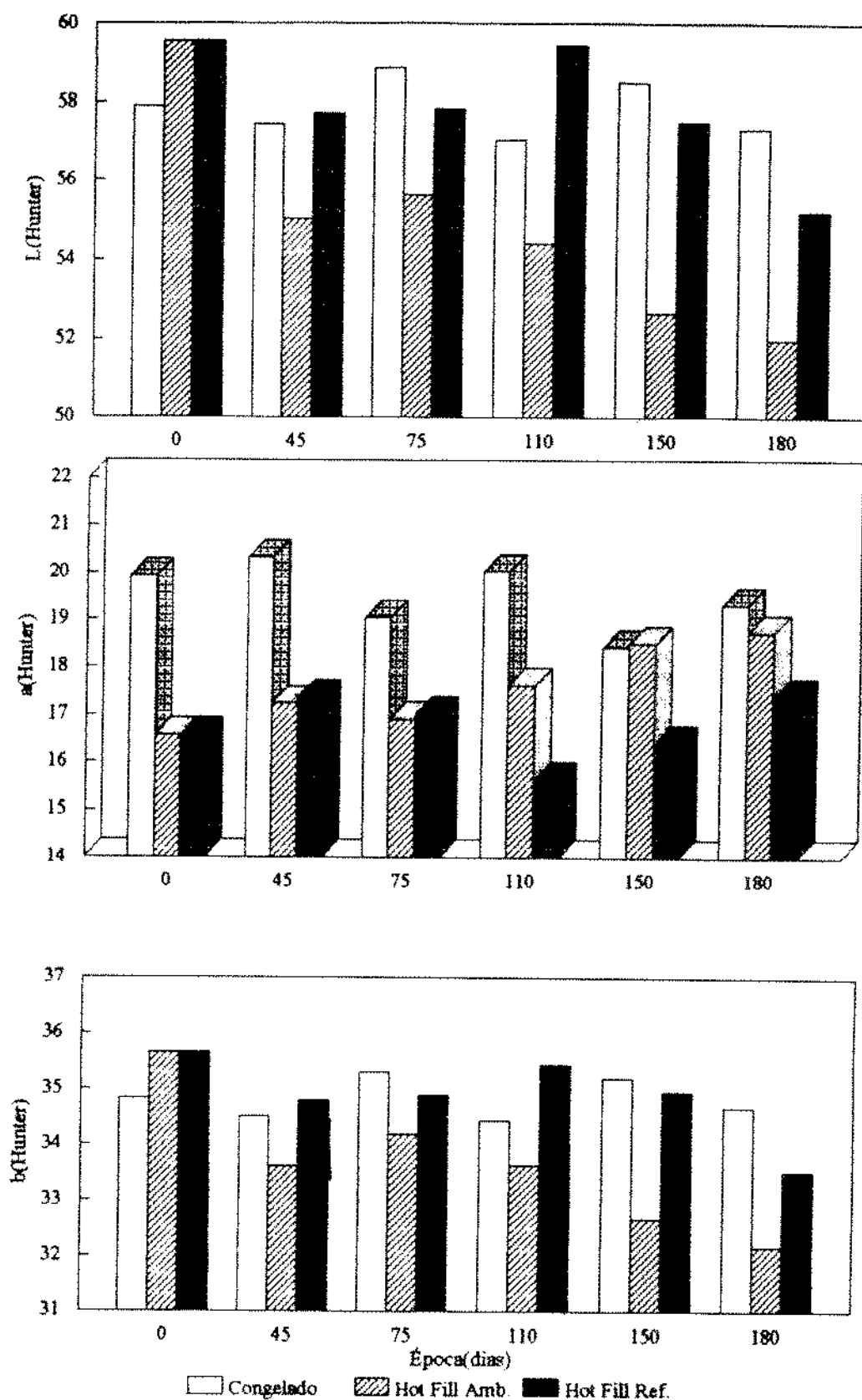


FIGURA 10: Valores no sistema Hunter de L(luminosidade),a(intensidade de vermelho) e b(intensidade de amarelo) para néctar congelado e "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente e sob refrigeração durante 180 dias.

2.3.3.9. Estudo comparativo do néctar congelado e processo "Spin Cooker" acondicionado a temperatura ambiente e sob refrigeração em relação aos parâmetros L_{Hunter} e b_{Hunter}

A Figura 11 apresenta os valores de L_{Hunter} (luminosidade), a_{Hunter} (intensidade de vermelho) e b_{Hunter} (intensidade de amarelo) para o produto obtido pelo processo "Spin Cooker" armazenado sob refrigeração e a temperatura ambiente. Como no caso anterior a amostra mantida sob refrigeração apresentou maior estabilidade em relação a esses parâmetros comparativamente a amostra mantida a temperatura ambiente. Com relação a luminosidade (L_{Hunter}) e intensidade de amarelo (b_{Hunter}) a amostra refrigerada apresentou aos 180 dias de armazenamento valores bastante próximos ao padrão. Em relação a intensidade de vermelho a amostra refrigerada apresentou uma pequena diminuição dos 150 dias (17,04) aos 180 dias (16,92) e durante todo armazenamento apresentou bastante diferença em relação aos valores encontrados para o padrão.

Em relação a amostra armazenada a temperatura ambiente, podemos observar (Figura 11) que a luminosidade (L_{Hunter}) alterou-se bastante em relação ao início do estudo se diferenciando do padrão apresentando uma diminuição gradativa até os 75 dias e se intensificando dos 110 dias até 180 dias. Quanto a intensidade de vermelho (a_{Hunter}), houve uma elevação significativa após 180 dias, sendo intensificada após 110 dias de armazenamento. Com relação a intensidade de amarelo (b_{Hunter}), a amostra apresentou uma diminuição que se intensificou após 75 dias, apresentando bastante diferença em relação ao padrão.

Podemos perceber que após o período de 75 dias a amostra acondicionada a temperatura ambiente apresentou bastante alteração de cor, intensificando-se após 110 dias.

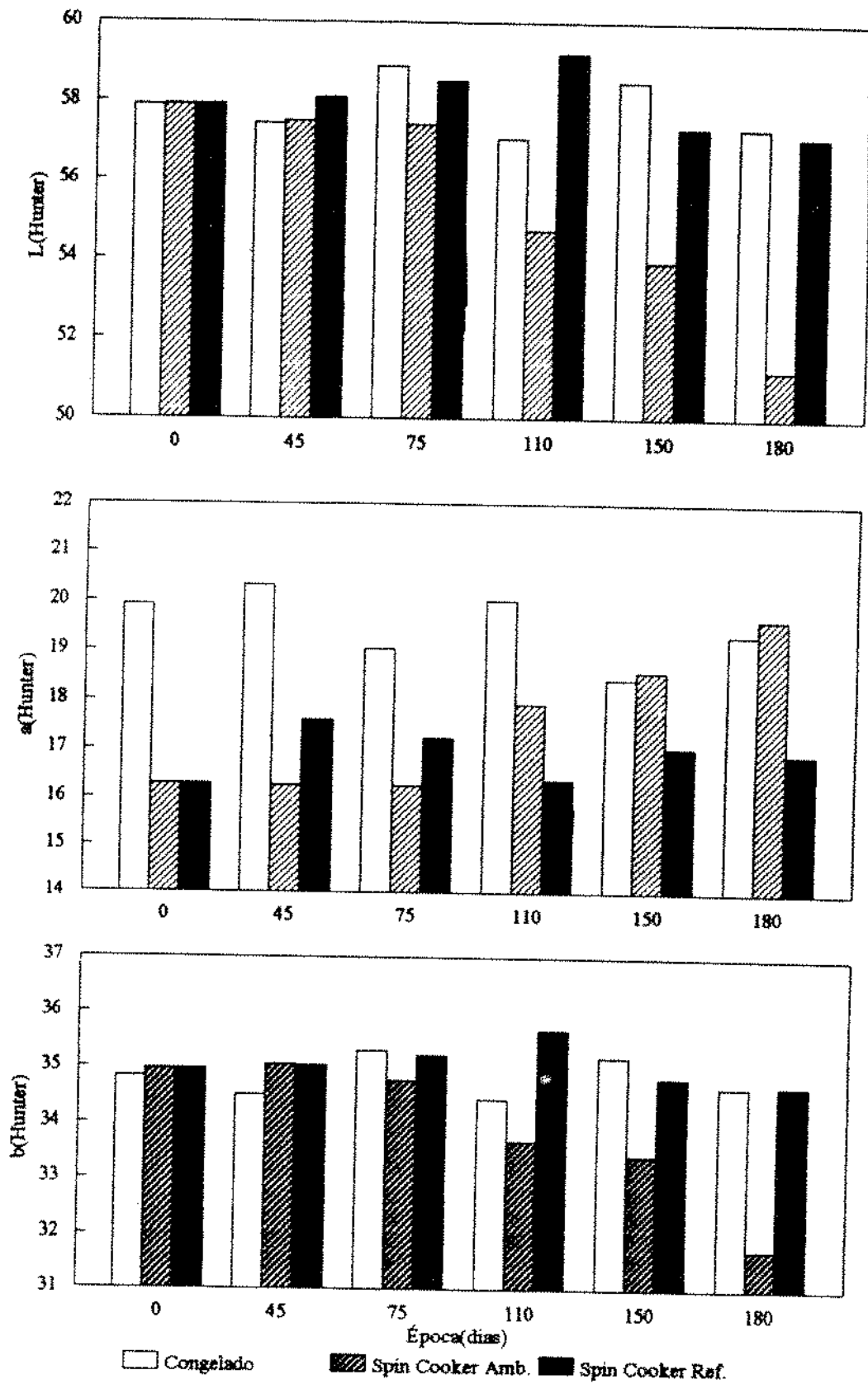


FIGURA 11: Valores no sistema Hunter de L(luminosidade),a(intensidade de vermelho) e b(intensidade de amarelo) para néctar congelado e "Spin Cooker" armazenado a temperatura ambiente e sob refrigeração durante 180 dias.

2.3.4. Relação entre os valores de cor e os teores de ácido ascórbico para os diferentes processos.

A Tabela 20 apresenta os coeficientes de correlações lineares e múltiplos entre os parâmetros ácido ascórbico e L, a e bHunter .

TABELA 20: Coeficientes de correlação lineares e múltiplos entre os valores de ác. ascórbico, L_{Hunter}, a_{Hunter} e b_{Hunter} .

Relação	Congelado	"Spin Cooker" Ambiente	"Hot Fill" Ambiente	"Spin Cooker" Refrigerado	"Hot Fill" Refrigerado
L _{Hunter} × ác.ascórbico	0,24ns	0,90*	0,86*	0,28ns	0,71ns
a _{Hunter} × ác.ascórbico	0,68ns	-0,93*	-0,97*	-0,19ns	-0,08ns
b _{Hunter} × ác.ascórbico	0,06ns	0,88*	0,87*	0,20ns	0,71ns
(La) _{Hunter} × ác.ascórbico	0,86ns	0,97*	0,97*	0,31ns	0,93*
(Lb) _{Hunter} × ác.ascórbico	0,84ns	0,91ns	0,87ns	0,46ns	0,71ns
(ab) _{Hunter} × ác.ascórbico	0,83ns	0,96*	0,98*	0,24ns	0,91ns
(Lab) _{Hunter} × ác. asc.	0,89ns	0,97ns	0,99*	0,55ns	0,94ns

* - valores significativos a 5%
ns - valores não significativos a 5 %

2.3.4.1. Néctar congelado.

As relações entre os teores de ácido ascórbico(Tabela 13) e os valores de cor (Tabela 15) para o néctar congelado, não mostraram coeficientes de correlação significativos(Tabela 20) para estabelecer uma relação entre as alterações de cor e dos teores de ácido ascórbico.

2.3.4.2. Néctar "Spin Cooker"armazenado a temperatura ambiente.

Foram encontrados coeficientes de correlação significativos entre os valores de cor(Tabela 16) e de ácido ascórbico(Tabela 13), sendo que a relação (La)Hunter e ácido ascórbico apresentou um coeficiente de correlação de 0,97, significativo ao nível de 5%.

Podemos estabelecer uma equação estimativa dos teores de ácido ascórbico de acordo com a variação dos valores de L_{Hunter} e a_{Hunter} que pode ser assim expressa:

$$\text{Ácido ascórbico(mg/100g)} = 9567,99 - 88,15L_{\text{Hunter}} - 229,52a_{\text{Hunter}} \quad (r^2 = 0,937)$$

As Figuras 12, 13 e 14 mostram um gráfico relacionando ácido ascórbico com valores de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} respectivamente.

Podemos perceber uma relação inversa entre a intensidade de vermelho(a_{Hunter}) e o teor de ácido ascórbico(Figura 13), sendo que após 75 dias a diminuição do ácido ascórbico é acompanhada por um aumento da cor vermelha(coeficiente de correlação - 0,93). Após 75 dias podemos perceber uma relação direta entre a diminuição do teor de ácido ascórbico e a luminosidade(Figura 12)(coeficiente de correlação 0,90). Essas alterações evidenciam um possível escurecimento do néctar "Spin Cooker" armazenado a temperatura ambiente. A correlação entre L_{Hunter} e a_{Hunter} e o teor de ácido ascórbico foi bastante significativa(0,97), mostrando haver uma relação direta entre a diminuição do teor de ácido ascórbico e alteração de cor da amostra.

2.3.4.3. Néctar "Hot Fill " armazenado a temperatura ambiente

Os valores de L a e b do sistema Hunter avaliados estão na Tabela 17 e de ácido ascórbico estão na Tabela 13.

Para este tratamento o maior coeficiente de correlação(0,99)(Tabela 20) foi encontrado para a relação $(Lab)_{\text{Hunter}}$ e teor de ácido ascórbico, apesar de coeficientes bastante interessantes terem sido encontrados para as relações com $a_{\text{Hunter}}(-0,97)$, com $ab_{\text{Hunter}}(0,98)$. todos esses coeficientes de correlação foram significativos ao nível de 5%.

Podemos estabelecer uma equação estimativa dos teores de ácido ascórbico de acordo com a variação dos valores de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} que pode ser assim expressa:

$$\text{Ácido ascórbico(mg/100g)} = 5819,17 + 52,27L_{\text{Hunter}} - 159,58a_{\text{Hunter}} - 156,44b_{\text{Hunter}} \\ (r^2 = 0,99)$$

As Figuras 15, 16 e 17 mostram um gráfico relacionando ácido ascórbico com valores de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} respectivamente.

No caso do processo "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente houve uma relação bastante evidente entre as alterações de cor e a diminuição do teor de ácido ascórbico, sendo que o coeficiente de correlação múltipla entre Lab_{Hunter} x ácido ascórbico foi bastante significativo. Para este processo e condição de armazenamento podemos observar uma relação direta entre a diminuição da luminosidade(L_{Hunter}) e diminuição da intensidade de amarelo(b_{Hunter}) e a diminuição do teor de ácido ascórbico(Figuras 15 e 17, respectivamente), e uma relação inversa entre a intensidade de vermelho(a_{Hunter}) e o teor de ácido ascórbico(Figura 16). Podemos perceber que o néctar obtido pelo processo "Hot Fill" armazenado a temperatura ambiente parece apresentar uma evidente alteração de cor(escurecimento) conforme aumenta a degradação do ácido ascórbico presente na amostra, e isso parece se intensificar após 75 dias de armazenamento.

2.3.4.4. Néctar "Spin Cooker " armazenado sob refrigeração

Neste caso não foram encontrados coeficientes de correlação significativos (tabela 20) entre os parâmetros de cor L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} e os dados de teores de ácido ascórbico.

As figuras 18, 19 e 20 mostram um gráfico relacionando ácido ascórbico com valores de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} respectivamente.

2.3.4.5. Néctar "Hot Fill " armazenado sob refrigeração

Os melhores coeficientes de correlação foram encontrados para relação $(L_a)_{\text{Hunter}}$ x ácido ascórbico (0,93) e para relação $(L_{ab})_{\text{Hunter}}$ x ácido ascórbico (0,94) (Tabela 20). Devido a falta de significância da correlação múltipla Lab, optou-se por expressar a equação utilizando-se a relação $(L_a)_{\text{Hunter}}$ x ácido ascórbico que foi significativa ao nível de 5%.

$$\text{Ácido ascórbico(mg/100g)} = -1429,10 + 25,26L_{\text{Hunter}} + 39,36a_{\text{Hunter}} \quad (r^2 = 0,87)$$

As Figuras 21, 22 e 23 mostram um gráfico relacionando ácido ascórbico com valores de L_{Hunter} , a_{Hunter} e b_{Hunter} respectivamente.

O processo "Hot Fill" armazenado sob refrigeração apresentou uma relação significativa entre a os valores de L_a (Hunter) e a diminuição do teor de ácido ascórbico, sendo que essas alterações foram evidentes após 110 dias de estocagem.

De uma forma geral os resultados encontrados no estudo de correlação entre os valores de cor e ácido ascórbico para todos os tratamentos demonstram que a temperatura ambiente é bastante crítica, pois a degradação de ácido ascórbico atinge valores que influenciam a cor do produto. Provavelmente essa correlação foi pouco observada para os tratamentos armazenados a temperatura de refrigeração porque a degradação do ácido ascórbico foi relativamente pequena (máximo de 9,5%). Alguns autores (SANCHEZ-NIEVA, 1955; LIAO & SEIB, 1988) encontraram resultados semelhantes em seus estudos, onde o escurecimento das amostras estudadas só foi detectado após determinado percentual de degradação do ácido ascórbico, por exemplo, em suco de laranja Curl and Tamburt citados por KACEM (1987) observaram escurecimento após 15% de perda de ácido ascórbico.

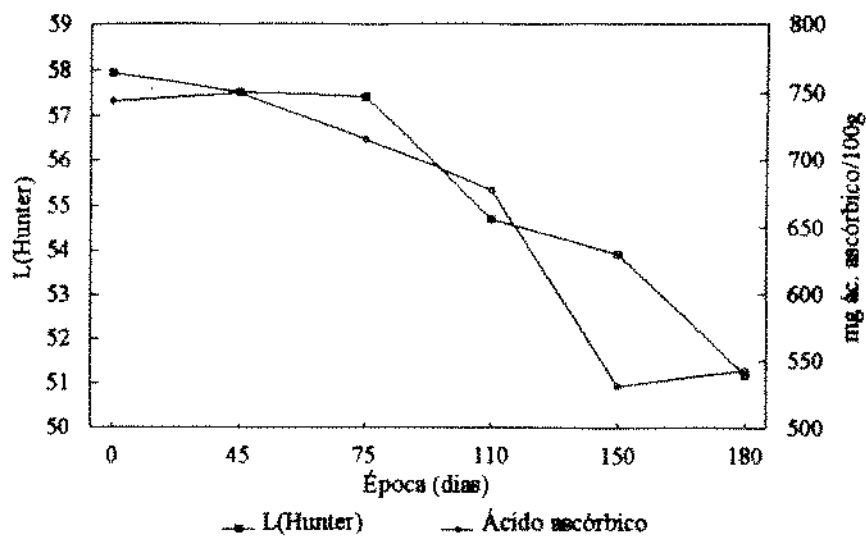


FIGURA 12: Valores de ácido ascórbico L(luminosidade)Hunter para amostra "Spin Cooker" acondicionada a temperatura ambiente.

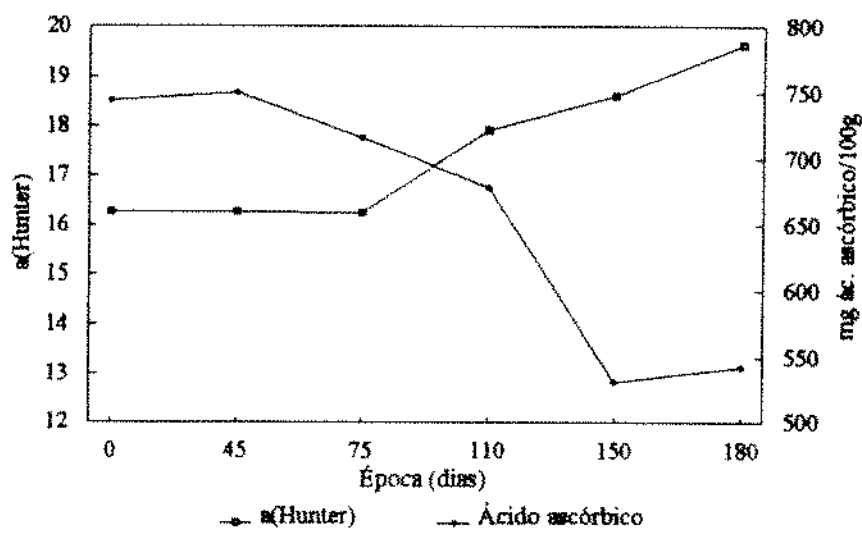


FIGURA 13: Valores de ácido ascórbico e a(intensidade de vermelho)Hunter para amostra "Spin Cooker" armazenada a temperatura ambiente.

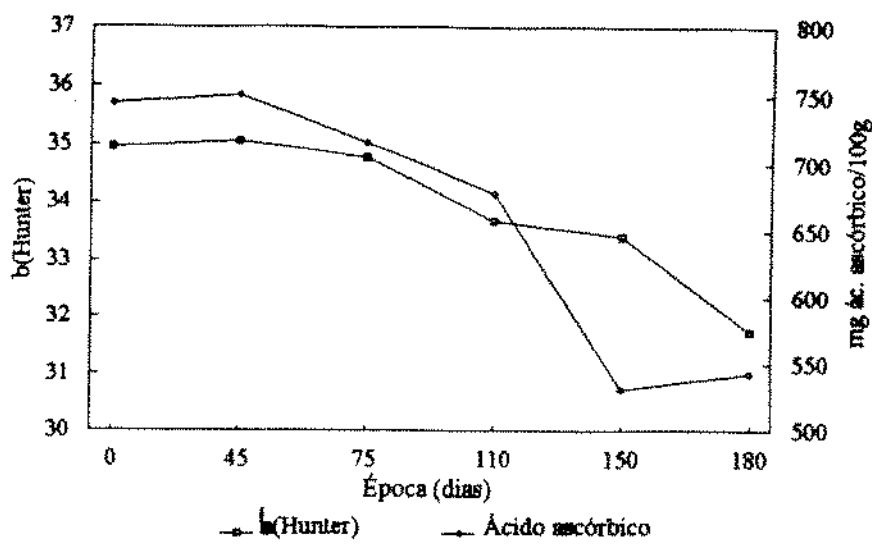


FIGURA 14: Valores de ácido ascórbico e b(intensidade de amarelo)Hunter para amostra "Spin Cooker" armazenada a temperatura ambiente.

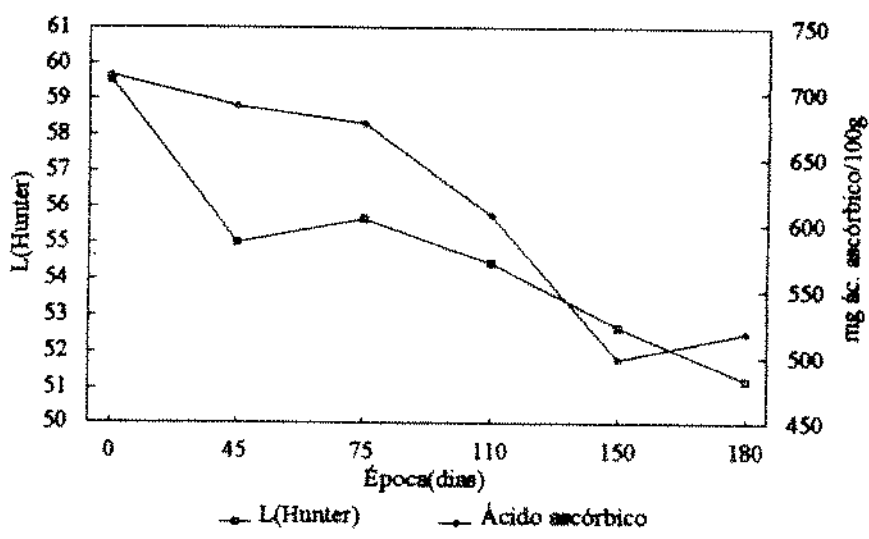


FIGURA 15: Variação da degradação de ácido ascórbico e L(luminosidade)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada a temperatura ambiente.

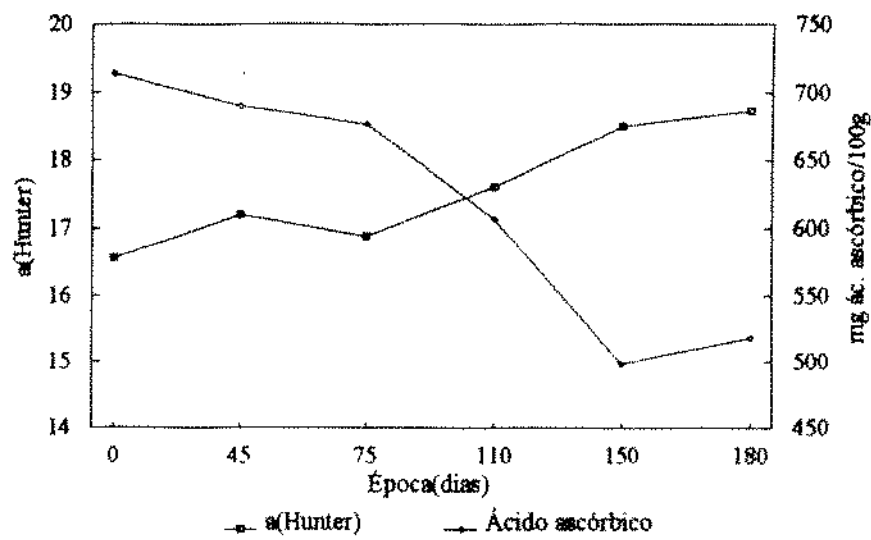


FIGURA 16: Valores de ácido ascórbico e a(intensidade de vermelho)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada a temperatura ambiente.

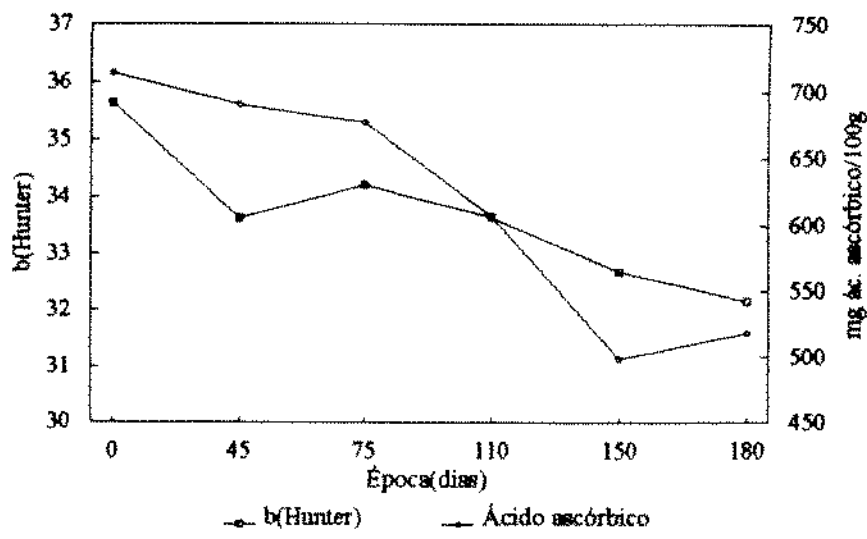


FIGURA 17: Valores de ácido ascórbico e b(intensidade de amarelo)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada a temperatura ambiente.

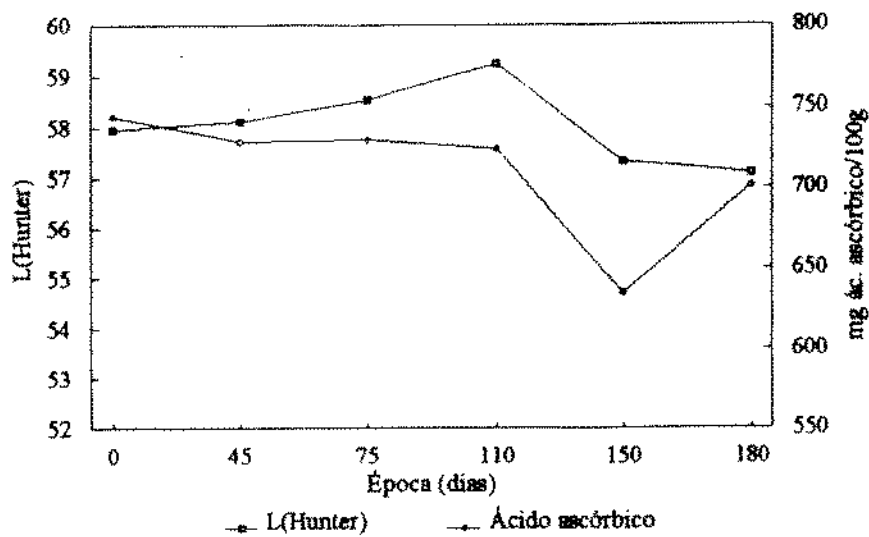


FIGURA 18: Valores de ácido ascórbico e L(luminosidade)Hunter para amostra "Spin Cooker" armazenada sob refrigeração.

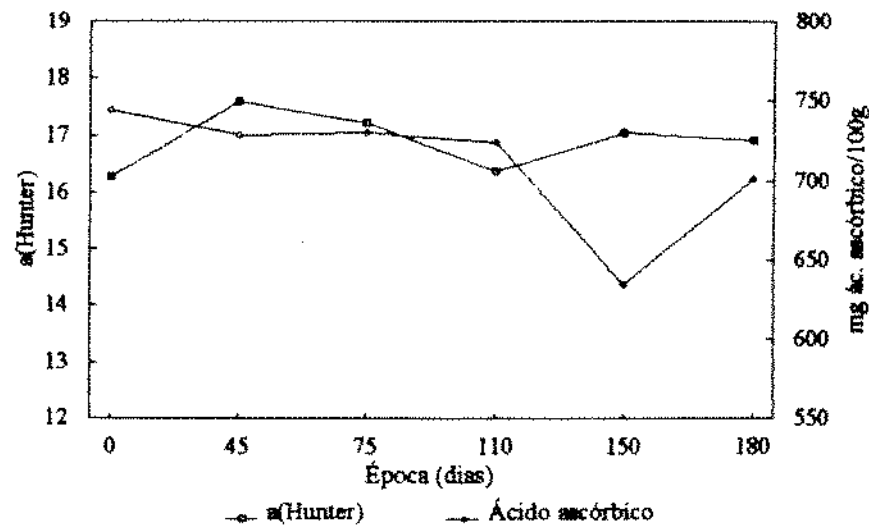


FIGURA 19: Valores de ácido ascórbico e a(intensidade de vermelho)Hunter para amostra "Spin Cooker" armazenada sob refrigeração.

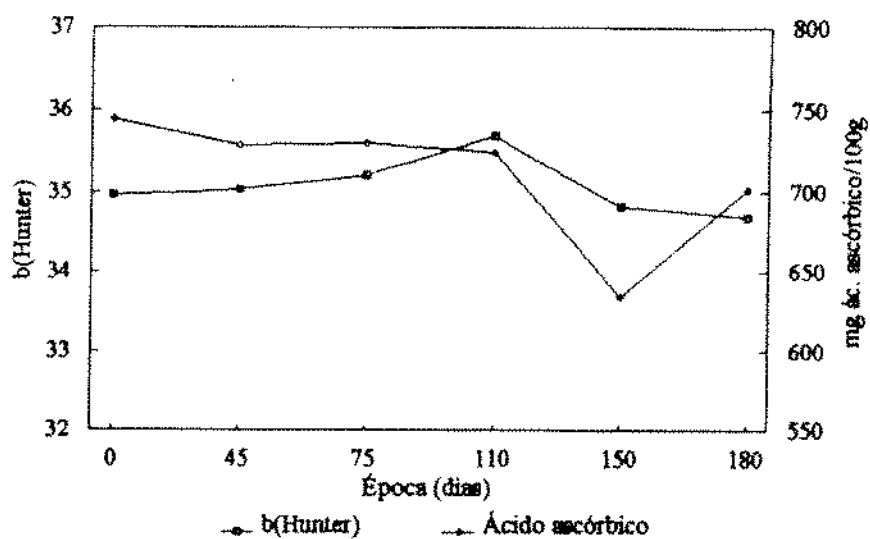


FIGURA 20: Valores de ácido ascórbico e b(intensidade de amarelo)Hunter para amostra "Spin Cooker" armazenada sob refrigeração.

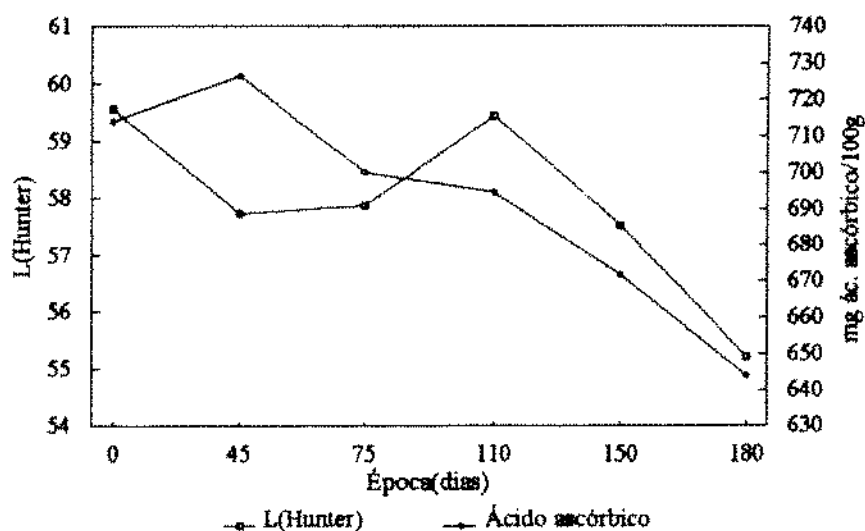


FIGURA 21: Valores de ácido ascórbico e L(luminosidade)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada sob refrigeração.

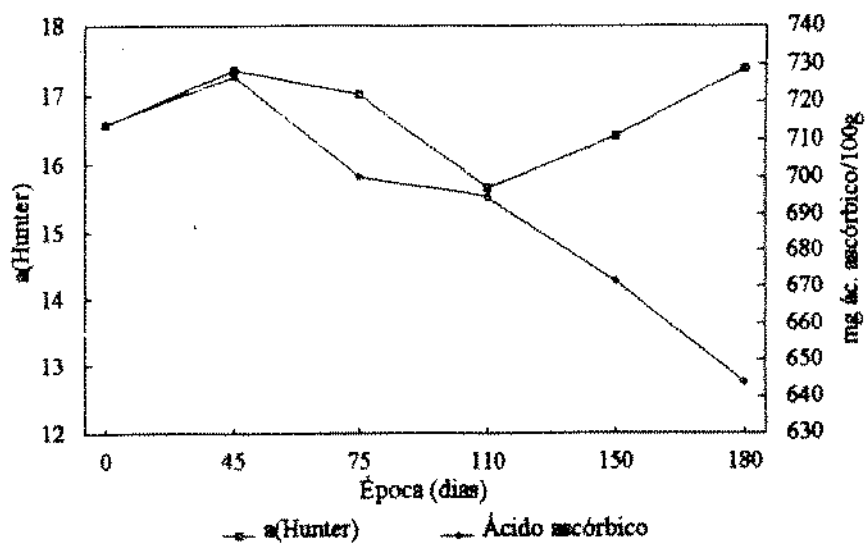


FIGURA 22: Valores de ácido ascórbico e a(intensidade de vermelho)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada sob refrigeração.

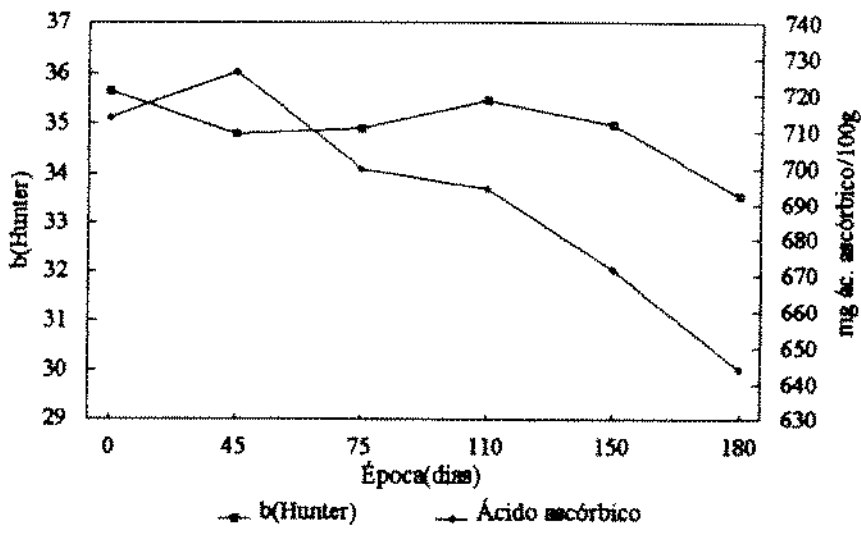


FIGURA 23: Valores de ácido ascórbico e b(intensidade de amarelo)Hunter para amostra "Hot Fill" armazenada sob refrigeração.

2.3.5. Análise Sensorial

Com relação a análise sensorial foram avaliados os atributos sabor e aspecto visual.

As amostras foram avaliadas por 30 provadores a cada 45 dias aproximadamente.

2.3.5.1. Análise de sabor

Análises feitas aos 45 dias mostraram haver diferença significativa a nível de 5% entre a aceitabilidade dos diferentes tratamentos e o néctar congelado(Padrão). As notas médias estão indicadas na Tabela 21.

O valor obtido de F foi menor que o valor de $F_{0.05}$ mostrando que não há diferença significativa a nível de 5% aos 45 dias entre o padrão e as amostras acondicionadas a temperatura ambiente e sob refrigeração para os dois processos em estudo.

TABELA 21: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação de sabor feita aos 45 dias para todos os tratamentos.

Tratamento	Nota média ajustada
Congelado	7,11a
"Hot Fill" ambiente	6,44a
"Spin Cooker" ambiente	6,22a
"Hot Fill" refrigerado	6,50a
"Spin Cooker" refrigerado	6,58a

* As médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si ao nível de significância de 5%.

Podemos observar que as médias dadas aos tratamentos considerando-se que foi usada escala hedônica de 9 pontos, indicaram uma razoável aceitação do produto, dando-se uma pequena preferência ao padrão, sem ser no entanto significativa essa preferência.

Avaliação feita aos 75 dias de armazenamento mostraram haver diferença significativa a nível de 5% entre os tratamentos. A tabela 22 mostra os valores médios atribuídos as amostras após esse período de armazenamento.

TABELA 22: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação de sabor feita aos 75 dias para todos os tratamentos.

Tratamento	Nota média ajustada
Congelado	7,26a
"Hot Fill" ambiente	5,26b
"Spin Cooker" ambiente	5,32b
"Hot Fill" refrigerado	5,31b
"Spin Cooker" refrigerado	6,16b

*As médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si.
D.M.S(diferença mínima significativa) a 5% em relação ao padrão = 0,95
D.M.S(diferença mínima significativa) a 5% em relação aos tratamentos = 1,01

Podemos observar que a amostra padrão foi considerada significativamente melhor ao nível de 5% que as demais amostras. Aos 75 dias não houve diferença significativa na aceitação dos processos "Spin Cooker"e "Hot Fill" nas diferentes temperaturas de armazenamento.

Em relação as análises feitas aos 110 dias de acondicionamento foi observada uma alteração interessante, mostrando que o provador percebeu uma sensível diferença entre as amostras acondicionadas sob refrigeração e a temperatura ambiente. A Tabela 23 apresenta os valores médios atribuídos ao atributo sabor pelos provadores..

O resultado da análise de variância mostrou que houve diferença significativa entre os diferentes tratamentos.

TABELA 23: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação de sabor feita aos 110 dias para todos os tratamentos.

Tratamento	Nota média ajustada
Congelado	6,50a
"Hot Fill" ambiente	4,74b
"Spin Cooker" ambiente	4,81b
"Hot Fill" refrigerado	6,34a
"Spin Cooker" refrigerado	7,00a

*As médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si.

D.M.S(diferença mínima significativa) a 5% em relação ao padrão = 1,38

D.M.S(diferença mínima significativa) a 5% em relação aos tratamentos = 1,47

Após 110 dias de armazenamento, o padrão não apresentou diferença significativa em relação as amostras "Spin Cooker" e "Hot Fill" armazenadas sob refrigeração. Estas amostras foram no entanto consideradas significativamente melhores que as amostras armazenadas a temperatura ambiente. É interessante observar que as notas médias dadas pelos provadores para as amostras armazenadas a temperatura ambiente foram bastante inferiores ao padrão e ao valores observados para esses mesmos tratamentos aos 75 dias de armazenamento, evidenciando uma possível alteração no produto e menor aceitação do sabor destas amostras para os dois processos.

Análises feitas após 150 dias de armazenamento das amostras confirmaram a tendência de haver uma diferença significativa na preferência do sabor entre as amostras armazenadas sob refrigeração e a temperatura ambiente, bastante perceptível pelos provadores. A Tabela 24 indica as notas médias atribuídas pelos provadores.

TABELA 24: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação de sabor feita aos 150 dias para todos os tratamentos.

Tratamento	Nota média ajustada
Congelado	6,63a
"Hot Fill" ambiente	4,64c
"Spin Cooker" ambiente	4,35c
"Hot Fill" refrigerado	5,91b
"Spin Cooker" refrigerado	6,44ab

* As médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si.

D.M.S(diferença mínima significativa) a 5% em relação ao padrão = 0,59

D.M.S(diferença mínima significativa) a 5% em relação aos tratamentos = 0,63

A amostra "Spin Cooker" acondicionada sob refrigeração não apresentou diferença significativa ($P>0,05$) em relação a amostra padrão(néctar congelado). As amostras acondicionadas sob refrigeração não apresentaram diferença significativa($p>0,05$) entre si, mas foram consideradas significativamente diferentes($P>0,05$) e melhores que as amostras armazenadas a temperatura ambiente. Não houve diferença significativa entre os processos para as amostras armazenadas a temperatura ambiente.

As Tabelas 25 mostra as notas médias atribuídas aos tratamentos após 180 dias de armazenamento.

TABELA 25: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação de sabor feita aos 180 dias para todos os tratamentos.

Tratamento	Nota média ajustada
Congelado	7,06a
"Hot Fill" ambiente	4,31c
"Spin Cooker" ambiente	4,50c
"Hot Fill" refrigerado	5,58b
"Spin Cooker" refrigerado	6,20b

*As médias seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si.

D.M.S(diferença mínima significativa)a 5% em relação ao padrão = 0,68

D.M.S(diferença mínima significativa) a 5% em relação aos tratamentos = 0,72

Após 180 dias os provadores detectaram diferença significativa entre o néctar padrão e as demais amostras, sendo considerado melhor que todos os tratamentos. Após 110 dias de acondicionamento as amostras mantidas sob refrigeração apresentaram diferença significativa em relação as amostras mantidas a temperatura ambiente e foram consideradas melhores.

As amostras acondicionadas a temperatura ambiente foram consideradas piores que o padrão durante todo armazenamento, sendo intensificada essa diferença após 110 dias de armazenamento, quando essas amostras receberam notas bastante baixas, demonstrando uma menor aceitabilidade do produto. Dentre os processos "Spin Cooker" e "Hot Fill" este último mantido a temperatura ambiente recebeu a pior nota média com relação ao sabor após 180 dias.

Pode-se perceber que as notas atribuídas às amostras armazenadas a temperatura ambiente diminuíram sensivelmente durante o armazenamento mostrando que houve uma menor aceitação destas amostras conforme aumentou o período de armazenamento.

É interessante que coincidentemente ao período de intensificação da degradação do ácido ascórbico, alterações de sabor foram identificadas pelos provadores. É provável

que essa alteração de sabor ocorrida durante o armazenamento esteja relacionada com os produtos formados da degradação do ácido ascórbico.

2.3.5.2. Aspecto visual

Avaliação feita após 45 dias de armazenamento indicaram uma maior aceitação do padrão ($p < 0,05$) em relação as demais amostras, demonstrando haver diferença significativa com relação ao aspecto visual. As amostras refrigeradas não apresentaram diferença significativa entre os processos e as amostras armazenadas a temperatura ambiente também não apresentaram diferença significativa entre si ao nível de 5% de significância. As médias podem ser observadas na Tabela 26.

TABELA 26: Valores médios atribuídos pelos provadores na avaliação visual feita aos 180 dias para todos os tratamentos.

Tratamentos	Tempo (dias)					
	0	45	75	110	150	180
Congelado	8.07a	8.23a	8.16a	7.53a	7.56a	7.67a
"Hot Fill" amb.	7.10b	5.43c	3.50c	4.77c	5.00c	4.07c
"Spin Cooker" amb.	7.23b	5.30c	3.53c	4.43c	4.87c	4.27c
"Hot Fill" ref.	7.10b	6.67b	6.77b	6.17b	6.83b	6.63b
"Spin Cooker" ref.	7.23b	6.67b	6.13b	6.03b	6.60b	6.77b

* as médias para cada tratamento individualmente a cada tempo seguidas das mesmas letras não diferem significativamente entre si ao nível de 5%.

As amostras mantidas sob refrigeração, "Spin Cooker" e "Hot Fill" não apresentaram diferença significativa($p>0,05$) entre os processos com relação ao aspecto visual durante 180 dias(Tabela 31).

As amostras mantidas a temperatura ambiente foram consideradas piores que o padrão e que as amostras mantidas sob refrigeração durante todo armazenamento, sendo intensificada essa rejeição após 75 dias de estocagem.

Análises feitas aos 180 dias de estocagem indicaram haver diferença significativa($p>0,05$) entre o padrão e as amostras mantidas sob refrigeração, mostrando que os provadores identificaram diferenças na aceitação do aspecto visual do padrão em relação aos processos estudados armazenados sob refrigeração.

2.3.8. Análise Microbiológica

As análises microbiológicas feitas pós-processamento e durante estudo do armazenamento das amostras(Tabela 27) mostraram que as amostras apresentaram adequada condição de consumo, uma vez que segundo SOUZA JÚNIOR *et al*(1974), suco de laranja contendo $1,8 \times 10^5$ (U.F.C./mL de suco) é considerado aceitável para o consumo.

TABELA 27: Contagem total de bactérias mesófilas, fungos e leveduras em P.C.A.(Plate Count Agar).(U.F.C.*/mL).

Amostra	Tempo (dias)		
	0	90	180
Congelado	<600/<400	<500/<400	<500/<400
Spin Cooker amb.	<10/<10	<10/<10	<10/<10
Hot Fill amb	<10/<10	<10/<10	<10/<10
Spin Cooker ref.	<10/<10	<10/<10	<10/<10
Hot Fill ref.	<10/<10	<10/<10	<10/<10

* U.F.C. - Unidades Formadoras de Colônias

2.3.7. Avaliação da embalagem.

As embalagens foram avaliadas quanto a possíveis pontos de corrosão. Aos 90 dias , a avaliação visual não detectou alterações no verniz em nenhuma região da lata(corpo, fundo, tampa e região de solda). Após 180 dias a análise indicou presença de processo corrosivo moderado em várias regiões do corpo da lata da amostra "Spin Cooker" mantida a temperatura ambiente e na solda da lata referente as amostras "Spin Cooker" mantida sob refrigeração e "Hot Fill" acondicionada a temperatura ambiente.

Avaliação do teor de ferro dissolvido no néctar foram feitas. Os resultados estão na Tabela 28.

TABELA 28: Concentração de ferro(mg/kg) dissolvido na amostra de néctar congelado e demais tratamentos.

Amostra	Tempo (dias)		
	0	90	180
Congelado	0,93	n.d.	0,51
Spin Cooker amb.	1,15	2,44	9,41
Hot Fill amb	1,16	6,95	9,47
Spin Cooker ref.	-	2,27	5,22
Hot Fill ref.	-	6,26	5,82

* Valores médios de 3 determinações analíticas.
n.d. - não detectado

A elevação do teor de ferro nas amostras indicam um provável processo de corrosão da lata, com migração de ferro para a amostra. Produtos com pH baixo (<3,5) apresentam maior tendência a favorecer processo corrosivo, mesmo em latas com verniz. A literatura também cita que o conteúdo de ácidos orgânicos, incluindo ácido ascórbico podem favorecer e aumentar o processo corrosivo (SEMEL,1974).

As amostras mantidas a temperatura ambiente parecem ter sido mais afetadas em relação às amostras acondicionadas sob refrigeração. É interessante observar que as

amostras acondicionadas a temperatura ambiente também foram as que apresentaram maior diminuição do teor de ácido ascórbico durante o armazenamento, esse aumento no teor de ferro nestas amostras podem ter favorecido a degradação do ácido ascórbico, principalmente após 90 dias de estocagem. Muitos autores sugerem que a presença de metais podem favorecer a degradação do ácido ascórbico(COUNSELL,1981; POLLARD & TIMBERLAKE,1971).

Os teores de ferro encontrados em nossas amostras estão abaixo do limite máximo permitido pela legislação brasileira para bebidas a base de frutas que é de 15 mg/ Kg.

V. CONCLUSÕES

Dos resultados obtidos neste trabalho podemos concluir que:

A acerola parcialmente madura pode ser estocada a temperatura de refrigeração(8°C) por no máximo 144 horas, além desse tempo as alterações na fruta são bastante evidentes, sendo as perdas de ácido ascórbico relativamente elevadas(35.6%).

A fruta armazenada congelada apresentou retenção de 78.55% de ácido ascórbico, após estocagem por 180 dias a -18°C.

O néctar de acerola obtido pelo processo "Spin Cooker" e "Hot Fill" apresentaram boa retenção de ácido ascórbico sendo de 97% e 93% consecutivamente em relação ao néctar congelado. Em relação a cor o processo "Spin Cooker" apresentou menor alteração que o processo "Hot Fill". Ambos os processos foram bem aceitos sensorialmente em relação ao sabor e aspecto visual..

Quanto a temperatura de armazenamento as amostras armazenadas a temperatura ambiente apresentaram perdas moderadas de ácido ascórbico, sendo de 73% e 72.4% a retenção de ácido ascórbico após 180 dias para os processos "Spin Cooker" e "Hot Fill" respectivamente. As alterações de cor para ambos os processos foram bastante evidentes, principalmente para o néctar "Hot Fill". Sensorialmente as amostras para ambos os processos foram menos aceitas em relação as amostras armazenadas sob refrigeração.

As amostras armazenadas sob refrigeração apresentaram 90,1% e 94,3% de retenção de ácido ascórbico para os processos "Hot Fill" e "Spin Cooker" respectivamente. As alterações de cor foram pequenas para esta condição de estocagem. Em relação ao sabor e aspecto visual as amostras foram bem aceitas independente do processo.

Pode-se perceber a existência de uma relação entre a degradação do ácido ascórbico e alterações da qualidade do néctar principalmente para o néctar estocado a temperatura ambiente.

VI. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION. Intersociety/ Agency Committee on Microbiological Methods for Foods. Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods. Washington, USA, 701p.,1976.
- AMERINE, M.A. & ROESSLER, E.B. Wines. Their sensory evaluation. New York, Wm H. Freeman and Company, 1983. 360p.
- ANG, C.W. & LIVINGSTON, G.E. . Nutritive Losses in the Home Storage and Preparation of Raw Fruits and Vegetables, in Nutritional Qualities of Fresh Fruits and Vegetables by P.L. White & N. Selven. Futura Publishing Co,New York. 51,1974.
- AROSTEGHI, F.C.; ASENJO, C.F.; MUNIZ, L. Studies on the West Indian Cherry, *Malpighia puniceifolia* L. **Proceedings of the Flórida State Horticultural Society**, 67:250-253, 1954.
- AROSTEGHI, F.C.; ASENJO, C.F.; MUNIZ, L.; ALEMAY, L.. Observations and Data on a Promising Selection of the West Indian Cherry (*Malpighia puniceifolia* L.). **Journal Agricultural of University of Puerto Rico**, 30(2), 1955.
- ASENJO, C.F. Riboflavin Content of Tropical Foods. **Food Research**, 11(2):137, 1946.
- ASENJO, C.F. . Thiamin Content of Tropical Foods. **Food Research**, 13(2):94,1948.
- ASENJO, C.F. . Niacin Content of Tropical Foods. **Food Research**, 15:465, 1946.

- ASENJO, C.F. Aspectos Químicos e Nutritivos de la Acerola (*Malpighia puniceifolia* L.). ciência - **Revista Hispano-Americana de Ciências Puras e Aplicadas**, 19(6/7):109-118, 1959
- ASENJO, C.F. Vitamin C in Acerola and Rose Hips. *Journal of Agricultural of University of Puerto Rico*, 43:212-213, 1959.
- ASENJO, C.F. Acerola, in *Tropical and Subtropical Fruits*, by S. Nagy & P.E. Shaw eds., A.V.I. Publishing Westport, Conn. 120p., 1980.
- ASENJO, C.F. . Acerola, in *PostHarvest Biotechnology of Fruits*, by D.L. Salunke & B.D. Desai, Boca Raton, Flórida, C.R.C. v.2 , 1984.
- ASENJO, C.F. & FREIRE de GUZMAN, S.R. . The High Ascorbic Acid Content of the West Indian Cherry. **Science**, 103:219, 1946.
- ASENJO, C.F. & MOSCOSO, C.G. Ascorbic Acid content and other characteristics of the West Indian Cherry. **Food Research**, 15:103-106, 1950.
- ASENJO, C.F. & MUNIZ, A.I. . Pantothenic Acid Content of Tropical Foods. **Food Research**, 29(1):47, 1955.
- BENASSI, M.T. Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados. Campinas, Faculdade de Engenharia de Alimentos. Tese de Mestrado. UNICAMP. 159 p., 1990.
- BENSIMON, C. . Ojo al Kiwi: ilegal la *Malpighia puniceifolia*. **Ceres - Revista de la FAO**, 132:9-10. 1991.
- BLEINROTH, E. W. Tecnologia de pós- colheita de Frutas Tropicais. Manual Técnico. Instituto de Tecnologia de Alimentos. 200p., 1988.

- BLIGH, E.G. & DYER, W.J. A rapid method of total lipid extration and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, 37:911-917,1959.
- BORENSTEIN, B. . The Role of Ascorbic Acid in Foods. **Food Technology**, 4(11): 98-99, 1987.
- BRITTON, N.L. & WILSON, P. Botany: Scietific Survey of Puerto Rico and Virginia Islands. Academic Science, N.Y., v.5, 442p., 1924.
- CANCIO, M. & LEON, J.M. Sodium and potassium in Puerto Rican foods and waters. **Journal American Dietary Association**, 35:1165-1170, 1959.
- CAVALCANTE, M.L. . Composição de carotenóides e valor de Vitamina A em Pitanga (*Eugenia uniflora*) e Acerola (*Malpighia glabra L.*). Tese de Mestrado. Universidade Federal do Rio Janeiro. 90p, 1991.
- COCHRAN, W.G & COX, G.M. Experimental designs, New York, 2nd ed., Wiley, 1957. 611p.
- CORRÊA, M.P. Dicionário das Plantas Úteis do Brasil, Exóticas e Cultivadas. Edição do Ministério da Agricultura, 1931..
- COUNSELL, J.N. & HORNIG, P.H. Vitamina C (Ascorbic Acid). Apllied Science Publishers London, 1981.
- CRUCEFIX, D. Postharvest Loss through Physiological Disorder, in "PostHarvest Fruit, Vegetable and Root Crop Technology" Tropical Development and Research Institute. London, 10p.,1986.
- DEL CAMPILO, A. & ASENJO, C.F. The Distribution of Ascorbic Acid, Dehydroascorbic Acid in the Acerola Fruit at the different stages of Development. **Journal of Agricultural University of Puerto Rico**, 41:161-167, 1957.

- DERSE, P.H. & ELVEHJEM, C.A. Nutrient Content of Acerola, a Rich Source of Vitamin C. **Journal American Medicin Association**, 156:1501. 1954.
- DUBOIS, C.W. & MURDUCK, D.I. The effect of concentration on quality of frozen orange juice with particular reference a 58,5°Brix e 12°Brix products. **Food Technology**, 9:60-63, 1955.
- ESSELEN, N.B.; POWERS, J.J.; FELLERS, C.R. The fortification of fruit juices with ascorbic acid. **Fruit Product J.**, 26:11-14, 1946.
- EZZEL, D.B.; WILCOX, M.; DEMAREE, K.D. Vegetable Storage Physiological and Biochemical effects of Storage Humity on Sweet Potatoes. **Journal Agricultural Food Chemistry**, 4(7):640-644, 1959.
- FENNEMA, A.O.R.. Loss of Vitamins in Fresh and Frozen Foods. **Food Techonology**, 12:32-35 e 38. 1977
- FENNEMA, A.O.R. Introduccion a la Ciência de los Alimentos. Reverté Ed. Barcelona. v.1, 1982.
- FENNEMA, A.O.R. Introduccion a la Ciência de los Alimentos. Reverté Ed. Barcelona. v.2, 1982.
- FENNEMA, A.O.R.. Water-soluble Vitamins. Food Chemistry. Malcel Dekker Inc. 2ªed., 1985
- FISHER, W.B. & VAN DUYNE, F.O. Effect of variations in blancking on quality of frozen brocoli, snap beans and spinach. **Food Research**, 17(4):315-325.1952,
- 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**, 25:203-210, 1960

- FLOCH, H.. Quantity of Carotenes(pró-vitamin A) in the Fruits of the Guayana. Arch. Inst. Pasteur Guyane Française et de Linini (French). Publications n° 413, 1956
- FONSECA, H. & NOGUEIRA, J.N. Processamento e conservação de alimentos de origem vegetal-frutas Tecnologia dos Produtos Agropecuários Editora Nobel. 241p. 1984.
- GUADAGNI, D.G.; NIMMO, C.G.; JANSEN, E.F. Time-Temperature tolerance of frozen foods. VI Retail packages of frozen strawberries. Food Research, 11:389-397,1957.
- HARRIS, R.S. & VON LOESECKE, H.W. Nutritional Evaluation of Food Processing. A.V.I., Connecticut. 612p., 1971.
- HENSHALL, J.D. Ascorbic Acid in Fruit Juices and Beverages, in Vitamin C (Ascorbic Acid) by J.N. Counsell & D.H.Hornig eds., Apllied Science Publishers, London,1981
- IADEROZA, M. Pigmentos naturais: ocorrência e aplicações nos alimentos. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, 20(2):101-113, 1983.
- ITOO, S.; MITSUKO, A. & KIYOTAKE, I. Comparision of Ascorbico Acid Content in Acrola Fruit from Different Production Region depend on Degree of maturity and stability by Processing. **Journal Japanese Society of Food Science and Technology**, 37(9):726-729, 1990.
- JAGTIANI, J.; CHAN, H.T.; SAKAI, W. Tropical Fruit Processing. Academic Press Inc. London.,1988.
- JAKSON, G.C. & PENNOCK, W. Fruit and Vitamin C Production of Five and Six year old Acerola Tres. Journal Agricultural University of Puerto Rico, 42:196-199,1958
- JOHNSON, F.C. The antioxidants vitamins CRC Critical Reviews. **Food Science and Nutrition**, 11(3):217-310, 1979.

- JOSLYN, M.A. Physiological and Enzymological Aspects of Juice Production, in "Fruit and Vegetable Juice Processing Technology by D.K. Tressler & M.A. Joslyn. A.V.I. Westport, Conn. 1028p., 1961
- KACEM, B.; MATTHEWS, R.F.; CRANDALL, P.G.; CORNELL, J.A. Noenzymatic Browning in Aseptically Packaged Orange Juice and Orange Drinks. Effect of Amino-Acids, Deaeration and Anaerobic Storage. *Jornal Food Science*, 52(6)1665-1667, 1672, 1987.
- KAREL, M. & MICKERSON, J.T.R. Effects of Relative Humidity, Air and Vacuum on Browning of Dehydrated Orange Juice. *Food Technology*, 18:104-108, 1964..
- KNIGHT, R.J. Origin and World importance of Tropical and Subtropical Fruits Crops, in Tropical and Subtropical Fruits, by S. Nagy & P.E. Shaw eds., A.V.I. Publishing Westport, Conn. 120p., 1980
- LEDIN, B.R. The Barbados Cherry or West Indian Cherry. *Agricultural Experiment Stations Bulletin* 594: 1-27, 1958.
- LEE, S.H. & LABUZA, T.P. Destruction of Ascorbic Acid as a function of Water Activity. *Journal Food Science*, 40(2):370-373, 1975.
- LEITÃO, M.F.F. Microbiologia de suco e produtos ácidos. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 33(1)9-42, 1973.
- LEME Jr., J.. A vitamina C em algumas plantas brasileiras e exóticas. *Revista da Agricultura*, 26(9-10):319-330, 1951
- LEME Jr, J; FONSECA, H.; NOHUEIRA, J.N. Variação do teor de ácido ascórbico e β -caroteno em cereja das Antilhas (*Malpighia puniceifolia* L) liofilizada. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 23:207-215, 1973.
- LIAO, M. & SEIB, P.A Chemistry of L-ascorbic acid pelated of Foods. *Food Chemistry*, 30:289-31, 1988.

- LOPEZ, A.P. Relation of Maturity to some Fruit Characters of West Indian Cherry. **Journal Agricultural University of Puerto Rico**, 47(3):193, 1963.
- MAPSON, L.W. . Vitamins in Fruits, in *The biochemistry of Fruits and their Products*, A.C.Hulme, Academic Press Inc., London. v.1 369p.,1970
- MARKAKIS, P. Anthocianin and their stability in foods. **Food Technology**, 4:437-456. 1974.
- MEDEIROS, R.B. Teores de ácido ascórbico, ácido dehidroascórbico e ácido dicetogulônico na Acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) verde e madura. **Revista Brasileira de Medicina**, 26(7):398-400, 1969
- MILLER, C.D.; WENKAM, N.S.; FITTING, K.O. Acerola Nutritive Value and Home Use. Hawaii Agricultural Experiment Station. **University of Hawaii Circular**, 59. 1961
- MITCHELL, F.G.; GUILLON, R.; PARSONS, R.A. Commercial Cooling of Fruits and Vegetables. California Agricultural Experiment Station Extension Service. Division of Agricultural Sciences. University of California.U.S.A. 44p.,1972.
- MIYASHITA, R.K.; NAKASONE, N.Y.; LAMOUREX, C.H. Reproductive Morphology of Acerola (*Malpighia glabra* L.). **Hawaii Agricultural Experiment Station Technical Bulletin**, 63(12):1-31, 1964.
- MORAES, M.A.C. Métodos para avaliação sensorial dos alimentos. Editora da UNICAMP. Campinas. SP. 5a ed. 85p., 1985.
- MOSCOSO, C.G. West Indian Cherries and the Production of Ascorbic Acid. University of Puerto Rico. **Agricultural Experiment Station Miscellaneous Publication**, 2(4):1-8, 1950.

- MOSCOSO, C.G. West Indian Cherry - Richest Know Source of Natural Vitamin C. **Economic Botany**, 10(3):280-29, 1956
- MOWRY, H. & TOY, L.R. Miscellaneous Tropical and Subtropical Florida Fruits. University of Florida. **Agricultural Experimental Station Bulletin**, 223:61-62, 1931.
- MUSTARD, M.J. The Ascorbic Acid Content of Some Malpighia fruits and jellies. **Science**, 104: 230-231, 1946.
- NAGY, S. Vitamin C content of Citrus Fruit and their products. A Review. **Journal Agricultural food Chemistry**, 28:8-18. 1980.
- NAKASONE, N.Y.; MIYAHITA, R.K.; YAMANE, G.M. Factors affecting ascorbic acid content of the Acerola (*Malpighia glabra* L.). **Proceedings of the American Society for Horticultural Science**, 89:161-166, 1966.
- NAKASONE, N.Y.; YAMANE, G.M.; MIYASHITA, R.K. Selection, Evaluation and Naming of Acerola (*Malpighia glabra* L.) Cultivars. **Hawaii Agricultural Experiment Station. Circular**, 65:1-19. 1968.
- NELSON, K.E. Physiological Disorders of Fresh Fruits and Vegetables, in "PostHarvest Physiology and Handling of Horticultural Commodities Course" Univesity of California, Davis, U.S.A., 3p., 1979.
- NOGUEIRA, J.N.; SOBRINHO, J.S.; VENCOSVVKY, R.; FONSECA, H. . Efeito do armazenamento nos teores de ácido ascórbico e β -caroteno em goiaba (*Psidium guayana* L.) liofilizada. **Archivos Latino-americanos de Nutricion**, 28(4):363-377, 1975.
- NUTTING, M.D.; MARRIS, J.G.; FEUSTEL, I.C.; OLEOTT, M.S. Stability of tomato juice and concentrates held at elevate temperatures. **Food Technology**, 9:466-470, 1955.

PANTÁSTICO, E.B. PostHarvest Physiology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. The A.V.I. Publications., Conn., 560p., 1975.

PANTASTICO, E.B.; CHATTOPADHYAY, T.K.; SUBRAMANYAM, H. Storage and Commercial Storage Operations in PostHarvest Physiology Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables. The A.V.I. Publications., Conn., 560p., 1975

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

POLLARD, A. & TIMBERLAKE, C.F. Fruit Juices in the Biochemistry of Fruits and their Products. A.C.Hulme ed.,Academic Press Inc. London. 573p.,1971.

PRIESTLEY, R.J. Effects of heating on foodstuffs. Applied Science Ed. London. 417p., 1979.

RAHMAN, A.R.; ANZIANI, I.; DIAZ-NEGRAV,E. Studies of the Stability of Vitamin C at Elevated Concentrations in Canned Tropical Fruit Juices and Nectars. **Journal Agricultural of University of Puerto Rico**, 48(4):327-336, 1964.

RAHMAN, A.R.; ANZIANI, I; CRUZ-CAY, J.R. Factors Affecting the Stability of Vitamina C in Tropical Fruit Juics and Nectars. **Journal Agricultural of University of Puerto Rico**, 48(1):1-12, 1964.

RAO, M.R.R. Trends in food science and technology. Conference in Feb.1988. Mysore .India. **Food Science and Technology Abstrats**, 21(12):84,1989.

REASONER, E.N.New Fruits for Flórida.Proceedings Florida State. **Horticultural Society**, 16:125, 1983.

- ROCHA, I.C. Suco de Acerola: Efeito da temperatura de pasteurização e armazenamento. Tese de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco. Recife. 62p., 1988.
- SANCHEZ-NIEVA, F. Extration, Processing, Canning and Keeping Quality of Acerola Juice. **Journal Agricultural of University of Puerto Rico**, 39:375-380, 1955.
- SANTINI Jr. R. & HUYKE, A. Identification of the Anthocyanin Present in the Acerola which Produce Color Changes in the Juice or Pasteurization and Canning. **Journal of Agriculture of Univ. of Puerto Rico**, 40(4):171-178. 1956.
- SANTINI Jr. R. & HUYKE, A. Identification of Sugar Present in Fruit of the Acerola(*Malpighia puniceifolia* L) by Paper Cromatography. **Journal Agricultural Univesity of Puerto Rico**, 40(2):87-89. 1956.
- SEMEL, A. & SAGUY, M. Effect of eletrolityc tin plate and package variables on the shelf life of canned puree citrus feuit juices. **Jornal Food Technology**, 9:459-470, 1974.
- SHIZUKO, M. & KAWAMURA, R. The stability of Vitamina C. **Journal Home Economy Japan**, 6:149-152, 1956.
- SILVEIRA, M.O.B.N.; BATISTA, M.T.P.M.; BAETA, M.L.M.A. Contribuição para o estudo dos alimentos industrializados. II) vitamina C e conservantes. **Anales Bromatologicos**, 33(1)111-12,. 1981.
- SIMÃO, S. Manual de Fruticultura. Editora Agronômica Ceres. São Paulo. 571p., 1971.
- SINGH-DHALIVAL, T. & TORRES-SEPULVEDA, A. Performance of Acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) in the coffee Region of Puerto Rico. **Journal Agricultural University of Puerto Rico**, 46:195-199, 1962.

- SISTRUNK, W.A. & MOORE, J.N. Storage stability of strawberry products manufactured from mechanically harvested strawberries. *Journal American Society Horticultural Science*, 103:616-620, 1971.
- SOLER, R.M.; FARIA, E.V.; ANJOS, V.D.A.; XAVIER, R.L.; DANTAS, S.T. Manual de controle de qualidade de embalagens metálicas para alimentos, Campinas, ITAL/SBCTA, 1985.
- SOUZA Jr., A.J.; ANGELUCCI, E.; LEITÃO, M.F.F.; YOKOMIZO, Y.; LARA, J.C.C. Avaliação química e microbiológica de sucos de frutas brasileiras existentes no mercado. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 39:43-71. 1974
- SPAGNOL, W.A. & SIGRIST, J.M.M. Tecnologia de Pós-colheita de frutas tropicais. Manual Técnico nº9. Ital. Campinas. 1992.
- THOMPSON, A.K.; BHATTI, M.B.; RUBIO, P.P. Harvesting and Handling Harvestin, in "PostHarvest Physiology, Handling and Utilization of Tropical and Subtropical Fruits and Vegetables by E.B Pantástico. A.V.I.. Publishing Westport, Conn., 1975. 236p.
- TOCCHINI, R.P. Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na qualidade do suco concentrado de laranja pasteurizado, embalado assepticamente em "Tetra brik". Tese de Mestrado. Universidade de São Paulo.ESALQ. 51p., 1985.
- VOJNOVICH, C. & PFEIFER, V.F. Stability of Ascorbic Acid in blends with Flour and infant cereals. *Cereal Science Today*, 19:317, 1970.
- ZEPPLIN, M. & ELVEHJEN, C.A. Effect of refrigeration of ascorbic acid in vegetables. *Food Research*, 9(2):100-111, 1944.

YAMANE, G.M. & NAKASONE, H.Y.. Effects of Growth Regulators on Fruit set and Growth of the Acerola (*Malpighia glabra* L.). University of Hawaii Agricultural Experiment Station, **Technical Bulletin**, 43, 19p., 1961

WARD, J.F. Garden Cherry. **Formerly Horticulturist**, 1-6, 1961.

WHELER, K; TRESSLER, D.K.; KING, C.G. Vitamin C content of vegetables. VII Broccoli, Cauliflower, Endive. **Food Research**, 4(6):593-604, 1939.