

Ingl
12/03/95

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

**PROCESSAMENTO E ESTABILIDADE DE NÉCTARES DE
ACEROLA-CENOURA**

Torres

Este manuscrito corresponde a redação final da tese defendida por Edwin Torres Quinteros e aprovada pela Comissão Julgadora em 06.03.95.

mt
Edwin T. Torres Quinteros

Hilary C. de Menezes

t
Dra. Hilary Castle de Menezes
Orientadora

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia de Alimentos para a obtenção do título de Mestre em Tecnologia de Alimentos

-1995-

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

BANCA EXAMINADORA

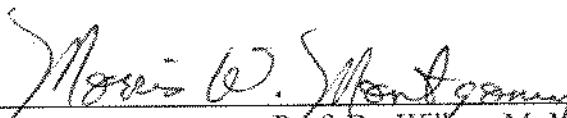


Prof. Dr^a. Hilary Castle Menezes
(orientadora)

Prof. Dr^a. Helena Teixeira Godoy
(membro)



Prof. Dr. Nelson Horácio Pezoa
(membro)



Prof. Dr. William M. Montgomery
(membro)

Campinas, de fevereiro de 1995

Ao Instituto de Tecnologia de Alimentos (ITAL), pela utilização de vários equipamentos de planta piloto, durante parte do experimento.

Aos funcionários técnicos e administrativos da FEA que colaboraram para a execução deste trabalho.

Aos colegas e amigos da UNICAMP pelos bons momentos de amizade.

ÍNDICE

ÍNDICE	i
ÍNDICE DE TABELAS	iii
ÍNDICE DE FIGURAS	v
ÍNDICE DE ANEXOS	vi
RESUMO	vii
SUMMARY	viii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Acerola	4
2.1.1. Aspectos botânicos e agrícolas	4
2.1.2. Composição e características da acerola	5
2.1.3. Processamento do suco de acerola	10
2.2. Cenoura	12
2.2.1. Aspectos botânicos e agrícolas	12
2.2.2. Composição e características da cenoura	13
2.2.3. Processamento do suco de cenoura	19
2.3. Micronutrientes importantes da acerola e da cenoura	22
2.3.1. Provitaminas A	22
2.3.2. Ácido ascórbico	34
2.4. Mudanças dos carotenóides e ácido ascórbico dos alimentos decorrentes do processamento e armazenamento	39
2.4.1. Mudanças nos carotenóides	39
2.4.2. Mudanças no ácido ascórbico	41
2.5. Métodos de análise para a determinação de α -caroteno, β -caroteno e ácido ascórbico	47
2.5.1. Determinação de α e β -caroteno	47
2.5.2. Determinação de ácido ascórbico	48

2.6. Aspectos microbiológicos	49
3. MATERIAL E MÉTODOS	51
3.1. Material	51
3.2. Métodos	51
3.2.1. Processamento dos néctares acerola-cenoura	51
3.2.2. Amostragem	55
3.2.3. Análises químicas e físico-químicas	57
3.2.4. Controles microbiológicos	59
3.2.5. Avaliação sensorial	60
3.2.6. Análises estatísticas	60
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
4.1. O suco de acerola	61
4.2. O purê e o suco de cenoura	62
4.2.1. Rendimentos e características dos purês de cenoura	62
4.2.2. Rendimento e características dos sucos de cenoura	63
4.2.3. Suco de cenoura obtido com tratamentos enzimáticos	65
4.3. Características dos néctares acerola-cenoura	66
4.3.1. Análises físico-químicas gerais	66
4.3.2. Análise de minerais	69
4.3.3. Mudanças na concentração de β -caroteno e α -caroteno durante o armazenamento dos néctares	69
4.3.4. Mudanças na concentração de ácido ascórbico nos néctares acerola-cenoura durante o armazenamento	74
4.3.5. Controles microbiológicos	76
4.3.6. Avaliação objetiva da cor	76
4.3.7. Avaliação sensorial	77
5. CONCLUSÕES	81
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1: Exemplos de estudos sobre blends e néctares	2
Tabela 2: Características da fruta madura da acerola em diferentes regiões no Japão.....	5
Tabela 3: Conteúdo de ácido ascórbico em alguns alimentos	6
Tabela 4: Composição química e de vitaminas de acerola (por 100 g).....	7
Tabela 5: Algumas características físico-químicas e conteúdo de ácido ascórbico total de acerola produzida no Japão.....	9
Tabela 6: Composição da cenoura (por 100g de porção comestível).....	14
Tabela 7: Composição nutricional da cenoura <i>in natura</i> e processada (por 100g de porção comestível).....	15
Tabela 8: Carotenóides com valor provitamínico A em alimentos vegetais (valores típicos)	16
Tabela 9: Características físico-químicas dos sucos de cenoura obtidos por diversos procedimentos	17
Tabela 10: Níveis de carotenóides na cenoura e no suco de cenoura	18
Tabela 11: Características dos sucos de cenoura obtidos por meios enzimáticos	23
Tabela 12: Atividade provitamínica de alguns carotenóides.....	26
Tabela 13: Propriedades físicas do β -caroteno e do α -caroteno	27
Tabela 14: Recomendação de ingestão diária de vitamina A (RDA).....	33
Tabela 15: Propriedades físicas do ácido L-ascórbico.	35
Tabela 16: Recomendação de ingestão diária de vitamina C (RDA).....	39
Tabela 17: Variação dos teores de ácido ascórbico em alimentos durante o processamento.....	44
Tabela 18: Variação dos teores de ácido ascórbico em sucos durante o armazenamento.	45
Tabela 19: Variações dos teores de ácido ascórbico em alimentos durante o armazenamento.	46
Tabela 20: Composição dos néctares acerola-cenoura estudados (Base 1 Kg).....	52
Tabela 21: Características do suco de acerola.....	61
Tabela 22: Rendimentos de purê e conteúdo de carotenóides.....	63
Tabela 23: Características dos sucos de cenoura obtidos por prensagem.....	64

Tabela 24: Percentagens de β -caroteno e α -caroteno extraídos nos sucos de cenoura a partir de cenoura branqueada em água e em ácido acético 0,05N	64
Tabela 25: Rendimentos de suco de cenoura com tratamento enzimático	65
Tabela 26: Características dos néctares acerola-cenoura após o preparo	67
Tabela 27: Controle de algumas características dos néctares acerola-cenoura durante o armazenamento em condições ambientais.....	68
Tabela 28: Concentração de minerais comuns nos néctares acerola-cenoura (ppm).....	69
Tabela 29: Concentração de β -caroteno e α -caroteno no néctar I durante o armazenamento	71
Tabela 30: Concentração de β -caroteno e α -caroteno no néctar II durante o armazenamento	71
Tabela 31: Concentrações de ácido ascórbico nos néctares acerola-cenoura durante o armazenamento (mg/100g)	75
Tabela 32: Avaliação objetiva da cor dos néctares acerola-cenoura.....	76
Tabela 33: Avaliação sensorial dos néctares acerola-cenoura	77

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Processamento da acerola para a obtenção do suco simples e do suco concentrado congelado.....	11
Figura 2: Fluxograma geral de fabricação de suco de cenoura.....	21
Figura 3: Estruturas químicas dos carotenóides provitamínicos mais importantes.....	25
Figura 4: Mecanismos da proteção dos carotenóides contra a oxidação.....	28
Figura 5: Biossíntese de carotenóides.....	29
Figura 6: Conversão de β -caroteno a retinol no organismo humano.....	30
Figura 7: Ciclo da rodopsina.....	31
Figura 8: Estrutura dos ácidos L-ascórbico e dehidro-L-ascórbico.....	35
Figura 9: Biossíntese de ácido L-ascórbico em plantas superiores.....	38
Figura 10: Principais reações da degradação de ácido ascórbico.....	42
Figura 11: Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na concentração de vitamina C em suco de abacaxi.....	43
Figura 12: Fluxograma do processamento dos néctares acerola-cenoura.....	56
Figura 13: Mudanças nas concentrações do β -caroteno, α -caroteno e valor de vitamina A no néctar I, durante o armazenamento.....	72
Figura 14: Mudanças nas concentrações do β -caroteno, α -caroteno e valor de vitamina A no néctar II, durante o armazenamento.....	72
Figura 15: Espectro de absorção do α -caroteno em éter de petróleo.....	73
Figura 16: Espectro de absorção do β -caroteno em éter de petróleo.....	73
Figura 17: Concentração de ácido ascórbico durante o armazenamento nos néctares acerola-cenoura.....	75
Figura 18: Distribuição das aceitabilidades do néctar I (meses 0, 1, 3 e 6).....	79
Figura 19: Distribuição das aceitabilidades do néctar II (meses 0, 1, 3 e 6).....	80

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1: Especificações para néctares de fruta.....	95
Anexo 2: Ficha usada para avaliação sensorial	96

RESUMO

Foi investigada a estabilidade de duas formulações de néctares acerola-cenoura, denominadas I e II, processadas a escala piloto e depois armazenadas sob condições ambientais durante um período de seis meses. As mudanças nas características químicas, físico-químicas, microbiológicas e sensoriais foram determinadas através de análises e controles de qualidade periódicas.

O néctar I foi preparado usando 30% de suco de acerola, 30% de suco de cenoura e 40% de xarope de sacarose de 20°Brix; enquanto que, o néctar II foi feito com 25% de suco de acerola, 35% de suco de cenoura e 40% de xarope de sacarose de 22°Brix.

Durante a estocagem as perdas de β -caroteno foram de 39% no néctar I e de 25% no néctar II. As perdas de α -caroteno foram de 48% e 39% para I e II, respectivamente. Em ambos os casos, as perdas aconteceram sobretudo nos dois primeiros meses.

Quanto ao ácido ascórbico, as perdas mensais foram de 6,55% e 6,01% para I e II, respectivamente, ocorrendo a maior velocidade de perda nos três primeiros meses, provavelmente pelo mecanismo aeróbico.

Algumas características dos néctares tais como o pH, °Brix, acidez titulável, açúcares redutores e não redutores permaneceram inalterados durante o período do estudo. Pelos controles microbiológicos não se detectaram presença de microorganismos.

Os provadores julgaram como aceitáveis o sabor e a cor dos dois néctares. Não houve diferença significativa ao nível de 5% entre as aceitabilidades dos néctares em nenhum dos teste sensoriais. A equipe de juizes também não detectou mudanças significativas desses atributos sensoriais no decorrer do armazenamento.

Conseqüentemente, baseados nos resultados obtidos pode-se afirmar que a vida-de-prateleira dos néctares estudados vai além dos seis meses.

SUMMARY

The stability of two formulations of a mixed west indian cherry/carrot nectar were investigated. The nectars, denominated I and II, were processed on a pilot plant scale and stored under environmental conditions for six months. Changes in the chemical, physico-chemical, microbiological and sensory characteristics were determined at intervals during the storage period.

Nectar I was prepared using 30% west indian cherry juice, 30% carrot juice and 40% of a 20°B sucrose syrup. Nectar II consisted of 25% west indian cherry juice, 35% carrot juice and 40% of a 22°B sucrose syrup.

During storage, the β -carotene content of nectar I decreased by 39%, whereas that of nectar II decreased by 25%. The losses in α -carotene were 48% and 39% for nectars I and II respectively. In both cases the losses occurred mainly during the first two months.

With respect to the ascorbic acid content, the average monthly losses were 6.55% and 6.01% for nectars I and II respectively, occurring at a greater rate during the first three months, probably due to aerobic mechanisms.

The characteristics of pH, °B, titratable acidity and reducing and non-reducing sugars remained stable during the storage of both nectars. No microorganisms were detected in the microbiological assays.

The flavour and colour of both nectars were considered acceptable by the judges in the sensory analyses. No significant difference in the sensory characteristics was detected between the two nectars at the 5% level of probability, and nor were significant changes observed during storage.

It was concluded that both formulations were acceptable and that the shelf life of the nectars was at least six months.

1. INTRODUÇÃO

As tendências de mercado nacional e internacional mostram uma demanda cada vez maior de alimentos vegetais devido ao seu valor nutritivo. Em decorrência disso, a agroindústria de frutas e hortaliças tem crescido aceleradamente, sobre tudo na área dos sucos de frutas.

De fato, o comércio internacional de sucos movimentava atualmente mais de um bilhão de dólares por ano, no mundo inteiro. O Brasil participa expressivamente nesse volume de vendas com o suco de laranja e de algumas frutas tropicais.

Os sucos de frutas e hortaliças constituem fontes importantes de princípios nutritivos e compostos naturais, cuja incidência na saúde humana é certamente fundamental. Os sucos aportam vitaminas, sais minerais, ácidos orgânicos, todos, essenciais no metabolismo (MORALES, 1976).

Neste contexto, as pesquisas tem-se direcionado ao aproveitamento de produtos agrícolas não tradicionais, entre eles, frutas exóticas portadoras de nutrientes com sabores e aromas interessantes. Porém, nem sempre toda fruta pode satisfazer as exigências dos consumidores. As vezes, seus sabores muito ácidos ou extremamente intensos, as fazem pouco palatáveis ou ainda inaceitáveis. Mesmo assim, seu uso pode dar-se através dos "blends" ou néctares.

Chamam-se "blends" as misturas de sucos e são feitos com a finalidade de melhorar as características organolépticas dos componentes isolados.

Os néctares, por sua vez, são bebidas preparadas à base de sucos puros e xaropes açucarados, ou então, à partir de "blends" e xaropes açucarados. Comercialmente, existem numerosas bebidas, "blends", néctares e derivados, feitas com sucos de frutas muito conhecidas como os de laranja, maçã, uva e outras (LUH & EL-TINAY, 1993).

Numerosos trabalhos referidos a esses produtos tem sido feitos nos últimos anos recentes, principalmente em países onde a existência de produtos agrícolas é considerável e diversificada. A Tabela 1 traz alguns exemplos de "blends" e néctares cujas características de preferência e estabilidade foram boas.

Tabela 1: Exemplos de estudos sobre blends e néctares

Tipo de produto	Referência
Blends uva-laranja e uva-abacaxi	FLORA (1979)
Néctares abacaxi-maracujá e abacaxi-laranja	SALOMON et alii (1979a)
Néctares mamão-maracujá	SALOMON et alii (1979b)
Néctares de mangas indianos Dashehari, Langra, Chauss e Bombay	ROY et alii (1972)
Néctares de mangas Totapurt e Amrapalt	KHURDIVA (1993)
Néctares de goiaba, manga e goiaba-manga	KARLA & TANDON (1984)
Néctares de jenipapo (<i>Genipa americana</i> L.)	FIGUEIREDO et alii (1986)
Néctares de maçã-pêssego e maçã-pera	MONZINI et alii (1989)
Néctares cenoura-maracujá	SALDANA et alii (1979)
Néctares lima-acerola e abacaxi-acerola	MUTHUKRISHNAN & PALANISWAMY (1972)

Uma possibilidade nova, na área dos néctares, seriam as formulações acerola-cenoura. Sabe-se que ambas são excepcionalmente ricas em nutrientes, a acerola em vitamina C e a cenoura em carotenóides, precursores da vitamina A.

Isoladamente, os sucos de acerola e de cenoura possuem uma preferência limitada; pela elevada acidez no caso do primeiro (ITOO et alii, 1990) e pelo sabor relativamente fraco no caso do suco de cenoura (SALDANA et alii, 1975). Entretanto, a mistura dos dois, sob a forma de um néctar, poderia resultar em um produto sensorial e nutricionalmente bom.

Além disso, os néctares acerola-cenoura teriam a grande vantagem de atenuar o grave problema de saúde pública das hipovitaminoses A e C de uma maneira agradável, entre os consumidores afetados.

Desta forma, neste trabalho apontamos ao processamento e formulação de néctares de acerola e cenoura que seriam muito ricos em ácido ascórbico e carotenóides, substâncias reconhecidas pelas funções que desempenham a nível celular. Tratam-se, além do mais, de antioxidantes biológicos e fatores de prevenção de doenças crônicas e degenerativas (ANDERSON & THERON, 1990).

Os carotenóides e o ácido ascórbico, no entanto, são nutrientes inestáveis frente à luz, oxigênio e as altas temperaturas; portanto, é de extrema importância determinar as perdas que poderiam ocorrer durante o armazenamento dos néctares.

Pretende-se também, neste estudo, estabelecer algumas condições ideais do processamento dos néctares, principalmente a etapa da extração do suco de cenoura, que apresenta características especiais em função da estrutura celular da matéria prima, rica em carboidratos complexos e polissacarídeos.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho é o desenvolvimento de um néctar rico em vitaminas A e C, a partir de sucos com limitações de aceitação quando consumidos individualmente como o de acerola e da cenoura.

Os objetivos específicos são os seguintes:

- a. Processamento de néctares a partir de acerola e cenoura *in natura*.
- b. Caracterização dos néctares quanto à sua composição química, propriedades físico-químicas e organolépticas.
- c. Estudo das variações dos teores de carotenóides e ácido ascórbico ao longo do período de armazenamento (180 dias).
- d. Estudo da estabilidade e vida-de-prateleira dos néctares acerola-cenoura armazenados sob condições ambientais, similares às de um supermercado.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Acerola

2.1.1. Aspectos botânicos e agrícolas

A acerola (*Malpighia puniceifolia* L.) é uma fruta tropical conhecida também como cereja de Barbados, West Indian cherry, cereja das Antilhas, cereja de Porto Rico e cereja do Pará.

Segundo NAKASONE et alii (1966) *Malpighia puniceifolia* L. é sinônimo de *Malpighia glabra* L.; desta forma, a literatura traz um ou outro nome para referir-se à mesma espécie.

A acerola é uma pequena fruta de cor vermelha, laranja, escarlata ou roxa. Segundo a descrição de BAILEY & BAILEY (1976), trata-se de uma drupa com três caroços e três sementes. O tamanho é variável (1 - 2,5 cm de diâmetro) bem como o peso (até 10 g.). A frutificação acontece após o florescimento, em um período de 22 dias.

A aceroleira, árvore de 2 - 3 metros de altura, possui folhas oblongas, ovaladas ou lanceoladas, sendo seu comprimento de cerca de 10 cm. Suas flores são rosas ou vermelhas, de 2 cm de diâmetro; apresentam pedúnculos com 3 - 5 umbelas e cálix com 6 glândulas (BAILEY & BAILEY, 1976).

Na Tabela 2 pode-se observar uma série de dados sobre a fruta madura produzida em três regiões do Japão.

Originária da América Central, a acerola foi introduzida rapidamente no México, Estados Unidos e outros países. Hoje é amplamente difundida no Brasil, depois de ter sido implantada pela primeira vez no Nordeste nos anos 50.

Tabela 2: Características da fruta madura da acerola em diferentes regiões no Japão

Região	Peso médio (g)	Porção comestível (%)	Rendimento de suco (%)
Ibusuki	9,3	95,5	79,8
Naze	5,7	95,9	74,1
Nago	5,6	94,4	77,6

Fonte: ITOO et alii (1990)

As colheitas dão-se várias vezes por ano; até sete em Porto Rico, enquanto que os produtores brasileiros colhem três ou quatro vezes anualmente. Segundo dados oficiais, no Brasil o rendimento da acerola é de 20 ton/ha/ano e a receita equivale a 10.000 \$US/ha/ano (FRUPEX, Min da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, 1994).

Nas campanhas agrícolas dos anos 1990 e 1991, o nordeste brasileiro produziu cerca de 2.500 ton/ano (BENSIMON, 1991) e a estimativa é que em 1995 esse volume se duplique.

2.1.2. Composição e características da acerola

A acerola é uma das frutas com maior teor de vitamina C entre aquelas produzidas comercialmente. Na Tabela 3 compara-se algumas fontes vegetais ricas nesta vitamina.

A Tabela 4 apresenta os valores de alguns componentes importantes da acerola. Entre os micronutrientes, a exceção da vitamina C, não existem vitaminas em quantidades importantes.

GODOY (1993) verificou a existência de traços de α -caroteno; 3,4 $\mu\text{g/g}$ de β -caroteno e 0,4 $\mu\text{g/g}$ de β -criptoxantina em cinco lotes de acerola produzidos em quintais domésticos na região de Campinas, SP.

Tabela 3: Conteúdo de ácido ascórbico em alguns alimentos

Fruta	Ácido ascórbico (mg/100 g)	Hortaliças e cereais	Ácido ascórbico (mg/100 g)
Frutas de <i>Terminalia fernandiana</i>	3.000	Pimenta	125-200
Accrola	1.300	Brócolis	70-160
Goiaba	300	Espinafre	50-90
Limão	50-80	Couve flor	60-80
Morango	40-90	Batata	10-30
Uva	35-45	Cebola	10-30
Abacaxi	20-40	Tomate	10-30
Melão	13-33	Milho (doce)	12
Maçã	10-30	Cenoura	5-10
Pêssego	7 - 14	Arroz	0
Banana	5-10	Aveia	0

Fonte: MOSER & BENDICH (1991)

Tabela 4: Composição química e de vitaminas de acerola (por 100 g)

	Fruta madura	Suco
Glicídios (g)	3,40 ^a	3,40 ^a
Proteínas (g)	-	0,48
Lipídios (g)	-	0,30
Pectina (g)	-	0,32
Cálcio (mg)	8,70 ^b	-
Fósforo (mg)	16,20 ^b	-
Ferro (mg)	0,17 ^b	-
Retinol (µg)	3	4
Tiamina (µg)	30	20
Riboflavina (µg)	50	50
Niacina (mg)	0,6	-
Ácido ascórbico (mg)	1.790	1.560

Fonte: FRANCO (1992); a ASENJO (1978); b MILLER et alii (1961)

A acerola fresca apresenta características físico-químicas em função do grau de maturação, do local de plantio e da época da colheita. Da mesma maneira, o conteúdo de ácido ascórbico e dehidroascórbico é fortemente influenciado por essas variáveis, segundo demonstraram ITOO et alii (1990)(Tabela 5).

De acordo com a Tabela 5, o conteúdo em ácido ascórbico reduzido, em relação ao total das formas reduzida mais oxidada, varia de 88,3% - 92,1%. Por outro lado, o teor da vitamina C vai decrescendo ao avançar a maturação.

Análises de acerola feitas na Índia revelaram níveis de ácido ascórbico de 1051-1736 mg/100 g, correspondendo o maior teor às acerolas roxas (MUTHUKRISHNAN & PALANISWANY, 1972).

O máximo conteúdo de ácido ascórbico, de acordo a NAKASONE et alii (1966) dá-se entre os dias 16 e 18 depois da frutificação, atingindo até 4.000 mg/100 g. Para eles, o conteúdo do ácido na acerola depende do clone, métodos culturais, manuseio pos-colheita e processamento.

Os ácidos presentes no suco de acerola, segundo ASENJO (1978), são o ascórbico dehidroascórbico, 2,3-dicetogulônico, L-málico e cítrico.

O elevado teor de ácido málico faz que a acerola seja chamada de maçã. ITOO et alii (1990) acharam que a acerola verde contém 0,91 - 1,31% de ácido málico, enquanto isso, na fruta vermelha o teor está na faixa de 0,75 - 0,97%.

Quanto à composição de açúcares, ASENJO (1978) estabeleceu que há glicose, frutose e traços de sacarose na acerola madura.

Tabela 5: Algumas características físico-químicas e conteúdo de ácido ascórbico total de acerola produzida no Japão

Região	Data da colheita	Grau de maturação	°Brix	pH	Ácido ascórbico (mg/100g)	Ácido dehidroascórbico (mg/100g)
Ibusuki	18/06	Não maduro (verde)	8,0	3,60	1.985	165
		Meio maduro (vermelho fraco)	8,8	3,60	1.585	165
		Maduro (vermelho)	9,4	3,68	1.285	170
Naze	06/08	Não maduro (verde)	8,6	3,98	2.490	285
		Meio maduro (vermelho fraco)	9,0	4,02	2.005	235
		Maduro (vermelho)	9,1	4,05	1.585	190
Nago	18/06	Não maduro (verde)	8,6	3,75	2.880	320
		Meio maduro (vermelho fraco)	8,8	3,70	2.245	185
		Maduro (vermelho)	9,2	3,65	1.635	190

Fonte: Elaborado baseando-se nos dados apresentados por ITOO et alii (1990)

2.1.3. Processamento do suco de acerola

O suco de acerola pode ser obtido por prensagem ou por extração em despoldador. Previamente, as frutas são selecionadas e lavadas. Após a extração, geralmente são feitas as operações de acabamento, desaeração e homogeneização. A polpa homogeneizada pode ser transformada em suco simples ou suco concentrado.

No caso do suco simples, a polpa é submetida a uma pasteurização “flash” em trocadores de calor, a uma temperatura de 90 °C por 45 - 60 seg. Depois disso, o suco é colocado em embalagens apropriadas e armazenada sob refrigeração (GAVA, 1985).

Quando o produto final desejado é o suco concentrado, este é tratado em evaporadores de múltiplos efeitos ou então concentrado por osmose reversa (NAGY et alii, 1993).

Os rendimentos do suco dependem do método de extração, mas é possível obter em média 70 - 80% (ITOO et alii, 1990).

A Figura 1 apresenta um fluxograma do processamento de suco de acerola, tanto do suco simples bem como do suco concentrado.

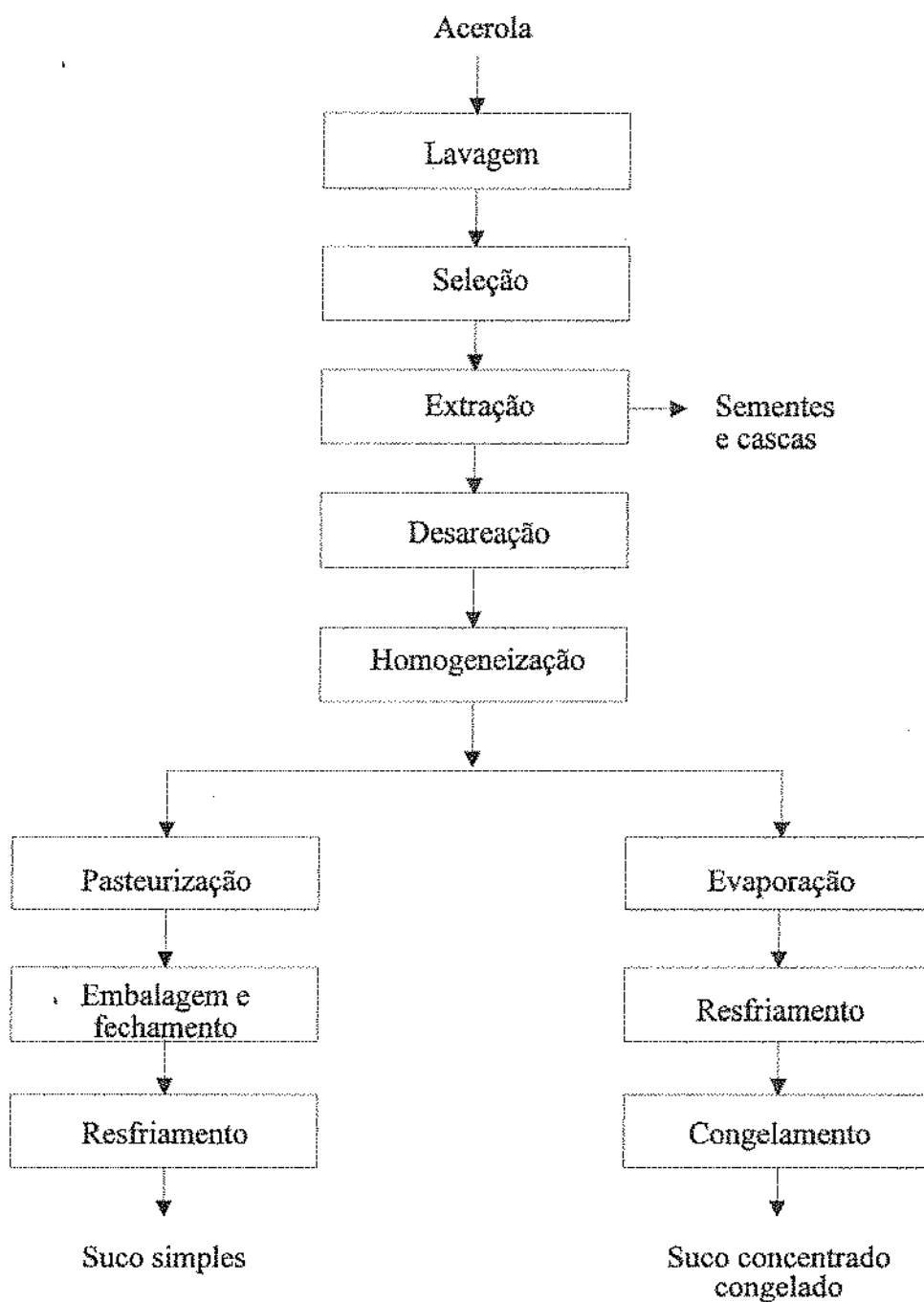


Figura 1: Processamento da acerola para a obtenção do suco simples e do suco concentrado congelado

2.2. Cenoura

2.2.1. Aspectos botânicos e agrícolas

A cenoura (*Daucus carota L.*), uma das hortaliças mais consumidas, tem uma posição de destaque pelas suas características nutricionais. Possui grande quantidade de compostos de interesse alimentar, principalmente fibras, carotenóides e sais minerais.

Originária do sul-este europeu e Afeganistão, a partir do século XIII a cenoura passou a constituir-se em uma cultura alimentar. Hoje, tem distribuição mundial e sua produção vai aumentando constantemente. No Brasil são produzidos mais de 200.000 ton/ano de cenouras segundo dados oficiais, e acredita-se que esse volume continua aumentando.

O plantio é tipicamente bianual e dá-se sob condições de clima temperado. No primeiro ano, a planta permanece vegetativa, produzindo raízes tuberosas e torna-se reprodutiva se passar uma época de baixas temperaturas.

A raiz, cujo comprimento médio atinge 14 cm, é de forma ligeiramente cônica e apresenta uma coloração laranja. Um corte transversal da raiz demonstraria duas áreas: uma exterior e outra interior chamada "core". As cenouras de alta qualidade são aquelas com uma grande área exterior e pequena área interior. A área exterior contém mais açúcares e vitaminas do que a interior (SPLITTSTOESSER, 1979).

As cenouras são moderadamente tolerantes às geadas, sendo boa uma temperatura média de 16 - 18°C. A baixas temperaturas (4 - 10°C), a cor é fraca. Nos países tropicais, a produção de cenouras é favorecida pelas temperaturas das noites frias.

As cenouras crescem bem em muitos tipos de solos, sendo mais adequados os solos neutros, bem drenados. Os requerimentos de N, P e K são 70 - 120 kg/ha., 30-35 kg/ha e 0 - 55 kg/ha, respectivamente.

A colheita acontece quando o diâmetro médio está em torno de 2,5 - 3,5 cm. A seguir, o armazenamento pode ser praticado a 0 - 1°C e alta umidade.

As principais variedades de cenouras são: Gold Park, Imperador, Danvers, Spartan Bonus, Royal Chantenay, Goldinart, Little Finger e Nantes.

2.2.2. Composição e características da cenoura

A composição da cenoura depende de fatores genéticos, ecológicos e do armazenamento.

Sem dúvida nenhuma, o conteúdo de carotenóides da cenoura constitui sua característica mais importante. A Tabela 6 traz a informação relativa à composição química de cenoura.

Por outra parte, na Tabela 7, podem-se ver os valores representativos para cenouras cruas e processadas segundo o Departamento de Agricultura do Estados Unidos (WATT & MERRILS, 1963). Os dados apresentados consideram diferenças geográficas, variedades, estágio de maturidade e época de colheita. Na realidade, são valores baseados em um grande número de análises feitas por organismos norte-americanos, públicos e privados.

Quanto à riqueza relativa de carotenóides provitamínicos, a cenoura é uma das fontes vegetais mais importantes, perdendo apenas para o óleo de dendê, tal como reflete a Tabela 8.

Sabe-se que a cenoura contém predominantemente dois carotenóides precursores da vitamina A, o β -caroteno e o α -caroteno. GODOY (1993) fez determinações das percentagens dos dois carotenóides em cenouras (cv. Nantes) utilizando três métodos diferentes. Os resultados demonstraram que as amostras de cenoura continham em média $53,8 \pm 2,9 \mu\text{g/g}$ de β -caroteno e $13,4 \pm 1,2 \mu\text{g/g}$ de α -caroteno, determinadas pelo método de RODRIGUEZ-AMAYA et alii (1989).

Tabela 6: Composição da cenoura (por 100g de porção comestível)

	Chantenay	Danvers	Imperador	Nantes	Não especificado ⁽¹⁾
Energia (cal)	31	32	33	32	26
Água (g)	89	87	86	88	
Proteína (g)	0,8	1	1	0,8	1,1
Lipídios (g)	0,2	0,2	0,2	0,2	
Glucídios (g)	6,6	7,2	7,7	6,8	
Vitamina A (RE)	3.900	4.500	4.200	3.000	1.200
Tiamina (mg)	0,05	0,05	0,05	0,05	0,06
Riboflavina (mg)	0,04	0,04	0,04	0,03	0,04
Piridoxina (mg)					0,08
Niacina (mg)	0,3	0,4	0,5	0,4	0,6
Vitamina C (mg)	6	6	7	5	6
Vitamina E (mg)					0,6
Cálcio (mg)	30	33	39	31	40
Ferro (mg)	1,4	1,1	1,3	0,09	0,6
Magnésio (mg)	17		17		
Fósforo (mg)	36	40	43	32	30
Sódio (mg)					80
Potássio (mg)					300

Fonte: HOWARD et alii (1962) citado por YAMAGUCHI (1983) (1) OSBORNE & VOOGT citado por MAZZA (1989)

Tabela 7: Composição nutricional da cenoura *in natura* e processada (por 100g de porção comestível)

	Crua	Cozida	Enlatada (parte sólida)	Desidratada
Energia (cal)	42	31	30	341
Água (g)	88,2	91,2	91,2	4
Proteína (g)	1,1	0,9	0,8	6,6
Lipídios (g)	0,2	0,2	0,3	1,3
Carboidratos (mg)	9,7	7,1	6,7	81,1
Fibra (g)	1	1	0,8	9,3
Cinza (g)	0,8	0,6	1	7
Vitamina A (RE)	3.300	3.150	4.500	30.000
Tiamina (mg)	0,06	0,05	0,02	0,31
Riboflavina (mg)	0,05	0,05	0,02	0,3
Niacina (mg)	0,6	0,5	0,4	3
Ácido ascórbico (mg)	8	6	2	15
Cálcio (mg)	37	33	30	256
Fósforo (mg)	36	31	22	234
Ferro (mg)	0,7	0,6	0,7	6
Sódio (mg)	47	33	236 ¹	268
Potássio (mg)	341	222	120	1.944

Fonte: WATT & MERRIL (1963)

(1) No produto contendo 0,6% de NaCl

Tabela 8: Carotenóides com valor provitamínico A em alimentos vegetais (valores típicos)

Alimento	Vitamina A (RE/100g)
Óleo de dendê	30.000
Cenoura	2.000
Folhas	685
Tomate	100
Abricó (fresco)	250
Banana	30
Batata doce (branca)	50
Batata doce (vermelha amarela)	670
Suco de laranja	8

Fonte: PASSMORE & EASTWOOD (1986) citado por BALL (1989)

HEINONEN (1990) analisou o conteúdo de 19 cultivars de cenouras por CLAE, encontrando os seguintes valores: β -caroteno (46 - 103 $\mu\text{g/g}$), α -caroteno (22 - 49 $\mu\text{g/g}$) γ -caroteno (6,3 - 27 $\mu\text{g/g}$). Os valores de vitamina A variaram entre 1200 - 2300 $\mu\text{g}/100\text{g}$.

Por outra parte, SOOD et alii (1993) observaram a existência de uma variação considerável no conteúdo de carotenóides totais em 41 genótipos indianos de cenoura; oscilando entre 23,3 e 143,8 $\text{mg}/100\text{g}$ ($61,4 \pm 26 \text{ mg}/100\text{g}$).

SIMON & WOLFF (1987) estudaram detalhadamente a composição de carotenóides de diversas cenouras, geneticamente diferentes, encontrando uma concentração de carotenóides totais que oscilava entre 6,3 e 54,8 $\text{mg}/100\text{g}$, sendo que, o α e o β -caroteno somaram mais de 90%.

A cenoura não é considerada rica em vitamina C, entretanto, é uma fonte relativamente boa de vitamina B₁, B₂, B₅, B₁₂, antocianinas e minerais (BAIWA & SAINI, 1987).

Tabela 9: Características físico-químicas dos sucos de cenoura obtidos por diversos procedimentos

Parâmetro	(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)
Água (%)	91,5	-	-	-	-	-
Glicídios (%)	6,9	-	-	-	4,62	-
Proteína (%)	0,9	-	-	-	-	-
Lipídios (%)	0,2	-	-	-	-	-
Cinzas (%)	0,5	-	-	-	-	-
pH	6,0	5,65	5,68	4,81	6,25	5,4
Viscosidade (centistoke)	-	2,91	2,21	-	-	-
Sólidos solúveis (%)	-	7,9	11,0	-	-	-
Acidez (% como ac. cítrico)	-	-	-	-	-	8,6
Rendimento (%)	-	50,5	75	50	37,1	71

Fonte: (1) LOMBRANA & DIAS (1985): Suco obtido em liquidificador comercial e depois homogeneizado a 3.000 rpm.

(2) ANASTASAKIS et alii (1989): Suco obtido por prensagem

(3) _____: Suco obtido com enzimas (celulase, hemicelulase, pectinase, pectinacsterase)

(4) SIMS et alii (1993): Suco obtido por prensagem de cenouras branqueadas e acidificadas.

(5) BAWA & SAINI (1987): Suco obtido em extractor tipo parafuso.

(6) STEPHENS et alii (1976): Suco obtido por prensagem de cenouras tratadas com HAc 0,05 N fervente.

Para o suco de cenoura existem numerosos relatos sobre suas características e composição. A Tabela 9 apresenta os valores de alguns parâmetros frequentemente medidos nos sucos. Esta Tabela demonstra que, dependendo do tipo de processamento, a cenoura tem rendimentos de suco na faixa de 37 - 75%. Porém, MUNSCH et alii (1986) acharam que o branqueamento, esmagamento e maceração enzimática das cenouras, permite rendimentos de até 88 - 92%. Além disso, outros fatores que afetam ao rendimento são o grau de moagem de cenoura e a concentração da enzima usada.

Visando obter elevados rendimentos de suco de cenoura, tem sido usado alguns compostos químicos. Assim por exemplo, IMERI & KNORR (1988) acharam que a quitosana, carboidrato derivado da quitina, não tem influência nenhuma sobre o rendimento do suco de cenoura. Além disso, observaram que o teor de β -caroteno do suco de cenoura é reduzido severamente sob o efeito da quitosana, acarretando perdas da cor.

Os componentes mais valiosos do suco de cenoura são, sem dúvida, o β -caroteno e α -caroteno, os quais estão relacionados com a cor do produto. Segundo SIMS et alii (1993), o suco obtido por prensagem contém apenas 20% do total de β -caroteno o resto ficando na torta. Eles também frisaram o fato de que o β -caroteno é extraído em uma maior proporção do que o α -caroteno. Esses dados são exibidos na Tabela 10.

Tabela 10: Níveis de carotenóides na cenoura e no suco de cenoura

	β -caroteno ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	α -caroteno ($\mu\text{g}/100\text{g}$)	β -caroteno (% da cenoura tratada)
Cenoura crua	6.960 \pm 614	2.033 \pm 154	-
Cenoura tratada*	9.567 \pm 1.085	3.350 \pm 353	100
Suco	3.128 \pm 441	448 \pm 48	20,5 \pm 2,5
Torta	18.800 \pm 5.233	8.758 \pm 1.731	80,0 \pm 12,3

Fonte: SIMS et alii (1993)

*descascada, moída, acidificada a pH 5, branqueada a 93°C e prensada.

MAUR & MAUR (1979), em um trabalho anterior haviam relatado que apenas 16% do β -caroteno da cenoura passa para o suco, o resto ficando na torta.

Trabalhando com cenouras do cultivar Imperador, SALDANA et alii (1976) encontraram teores de 5,88 mg/100g nos sucos, ou seja, quase o dobro daquele relatado por MAUR & MAUR (1979).

De maneira geral, os sucos de cenoura apresentam concentrações de carotenóides que variam segundo a técnica de extração, o pretratamento das cenouras, o emprego de enzimas e outros fatores. MUNSCH et alii (1983) acharam que é viável predizer o conteúdo de carotenos nos sucos de cenoura através da determinação da cor por colorimetria de triestímulos e, além disso, estabelecer se foram ou não usadas enzimas durante a obtenção dos sucos.

2.2.3. Processamento do suco de cenoura

A obtenção do suco de cenoura é um processo difícil pelas características dos tecidos que fazem parte da sua estrutura.

Segundo MASSIOT et alii (1987) as paredes celulares das cenouras maduras, contêm todos os polissacarídeos normalmente encontrados nas dicotiledôneas, ou seja:

- celulose ; 25%
- hemicelulose ; 10 - 15%
- pectinas ; 45 - 50%

Os resultados das investigações de STEVENS & SELVENDRAN (1984) citados por PLAT et alii (1988) demonstraram que, de maneira geral, a textura das paredes celulares dos vegetais é determinada por polissacarídeos pécticos associados a galactanas e arabinanas. No caso particular das cenouras frescas, as pectinas representam aproximadamente 1%. Estas pectinas são de alto grau de esterificação.

As características descritas, explicam a necessidade de se usar elevadas pressões para obter o suco ou então, enzimas que possam degradar os polissacarídeos das paredes celulares. Um exemplo das operações envolvidas na obtenção do suco de cenoura é mostrado na Fig. 2.

O emprego de enzimas na obtenção de suco de cenoura tem sido estudado por numerosos autores visando melhorar a qualidade bem como o rendimento (BIELIG & WOLF, 1973; ZETELAKI & GATAI, 1977; ZETELAKI & GATAI, 1979; MAUR & MAUR, 1979; SCHMIDT, 1981; ANASTASAKIS et alii, 1984; MUNSCH et alii, 1986a,b; TRAVERSI et alii, 1988; SIMS et alii, 1993).

Outras pesquisas tem-se direcionado a estudar o efeito de algumas variáveis na estrutura química dos polissacarídeos antes ou durante o tratamento enzimático das cenouras. Assim por exemplo, MASSIOT et alii (1982) encontraram que o branqueamento (10 min., 90°C) não dissolve os polissacarídeos das paredes celulares, porém, modifica a estrutura da pectina, agindo provavelmente nas cadeias laterais. Também, a protopectina diminui cerca de 25% durante o branqueamento. Os autores sugeriram que o aquecimento talvez rompesse as ligações com outros polissacarídeos facilitando a atividade das pectinases.

O branqueamento (3 min, em água fervente) provoca mudanças histológicas e físicas nas cenouras, manifestando-se na textura e na perda de peso (RAHAMAN et alii, 1971).

Em outro estudo, PLAT et alii (1986) caracterizaram as mudanças das substâncias pécticas das cenouras após o branqueamento. Em ambas as frações pécticas encontraram um aumento de cerca de 3 vezes nos açúcares neutros (galactose, arabinose, glicose, manose, ramnose) e considerando só a ramnose, houve um aumento ao redor de 8 vezes. Isto sugere, segundo os autores, uma possível degradação das pectinas através de um desconhecido mecanismo de hidrólise e não de β -eliminação (pois a viscosidade praticamente não havia mudado).

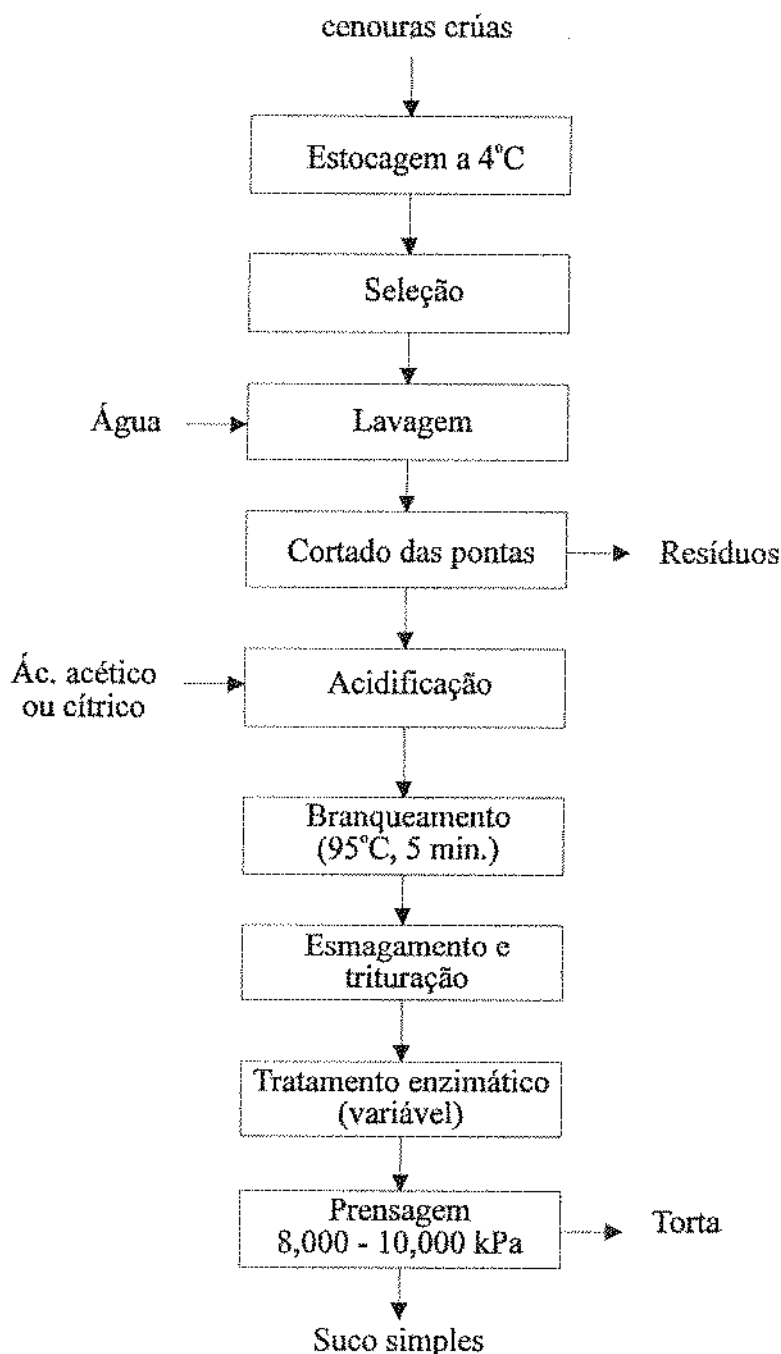


Figura 2: Fluxograma geral de fabricação de suco de cenoura. Elaborado à base dos trabalhos de: MUNSCH et alii (1986); STEPHENS et alii (1971); IMARI & KNORR et alii (1985) e KIM & KIM et alii (1983)

A maceração (desagregação das células por pectinases) e a liquefação (liberação do conteúdo citoplasmático por pectinase e celulase) dos tecidos de cenoura e do resíduo insolúvel em álcool (AIR), foi comparado por MASSIOT et alii (1992). Eles acharam que,

de maneira geral, os polissacarídeos no AIR foram degradados mais rapidamente do que aqueles da cenoura “in natura”. No caso da maceração, a diferença de solubilização foi mais significativa ainda. Isto porque ou na cenoura a celulose não foi hidrolizada ou as pectinas foram menos acessíveis.

As vantagens que oferecem as enzimas à qualidade dos sucos de cenoura são muitas, dependendo da enzima empregada e às condições da maceração. A Tabela 11, tenta-se resumir algumas características dos sucos obtidos nas condições especificadas.

2.3. Micronutrientes importantes da acerola e da cenoura

2.3.1. Provitaminas A

As provitaminas A são um grupo de compostos naturais, presentes nos vegetais bem como em alguns microorganismos. Na realidade, são carotenóides precursores da vitamina A e, por isso, consideram-se nutrientes muito importantes, principalmente nos países em vias de desenvolvimento, onde é comum a deficiência de vitamina A.

Tabela 11: Características dos sucos de cenoura obtidos por meios enzimáticos

Enzimas usadas	Concentração de enzima	Temperatura de maceração (°C)	Rendimento (%)	°Brix	Referências
Rohament P	1%	45	-	-	BIELIG & WOLF (1973)
Irgazyme M-10 (pectinase)	0,1%	45	≈ 90	7,0 - 8,0	MUNSCH et alii (1986)
Rohament K (pectinase e hemicelulase)	0,045%	50	67 - 73	-	MUNSCH et alii (1986)
Celulase (C)	1%	50	67	10,4	ANASTASAKIS et alii (1987)
Pectinase (P)	1%	50	69	13,1	ANASTASAKIS et alii (1987)
Hemicelulase (HC)	1%	50	64	10,2	ANASTASAKIS et alii (1987)
Pectinasterase (PE)	1%	50	60	10,5	ANASTASAKIS et alii (1987)
(C) + (P) + (HC) + (PE)	1%	50	74	11,0	ANASTASAKIS et alii (1987)
Maxazym CL 2.000	1%	-	71,5	7,5	TRAVERSI et alii (1988)

Existem hoje cerca de 800 carotenóides naturais, porém, só uns 50 apresentam potencial vitamínico (BENDICH, 1991). Por outra parte, 85-97% de toda atividade de provitamina A, é devida às formas *trans* de β -caroteno e α -caroteno; sendo o primeiro o predominante.

Os carotenóides considerados precursores da vitamina A, devem apresentar na sua estrutura pelo menos um anel de β -ionona não substituído, ligado a uma cadeia lateral poliênica de pelo menos 11 carbonos. Alguns dos carotenóides mais difundidos na natureza, e que cumprem papel de provitaminas A, são mostrados na Fig. 3.

Ao observar as estruturas da Fig. 3, é possível advertir que o β -caroteno possui dois anéis β -ionona, um a cada extremo da longa cadeia; por isto, é o carotenóide com maior atividade provitamínica (100%). Enquanto isso, o α e γ -caroteno, cada um deles com um anel de β -ionona não substituídos, tem 50% de atividade.

A absorção dos carotenos pelo homem varia em função da fonte. Para propósitos práticos, a FAO tem decidido que a melhor aproximação é considerar 33% de biodisponibilidade. Desta maneira, só 1/3 do β -caroteno alimentar é absorvido e, desse total, apenas a metade passa até retinol que, aliás, teria 100% de utilização. Assim, 1 μ g de β -caroteno equivale a 1/6 μ g de retinol.

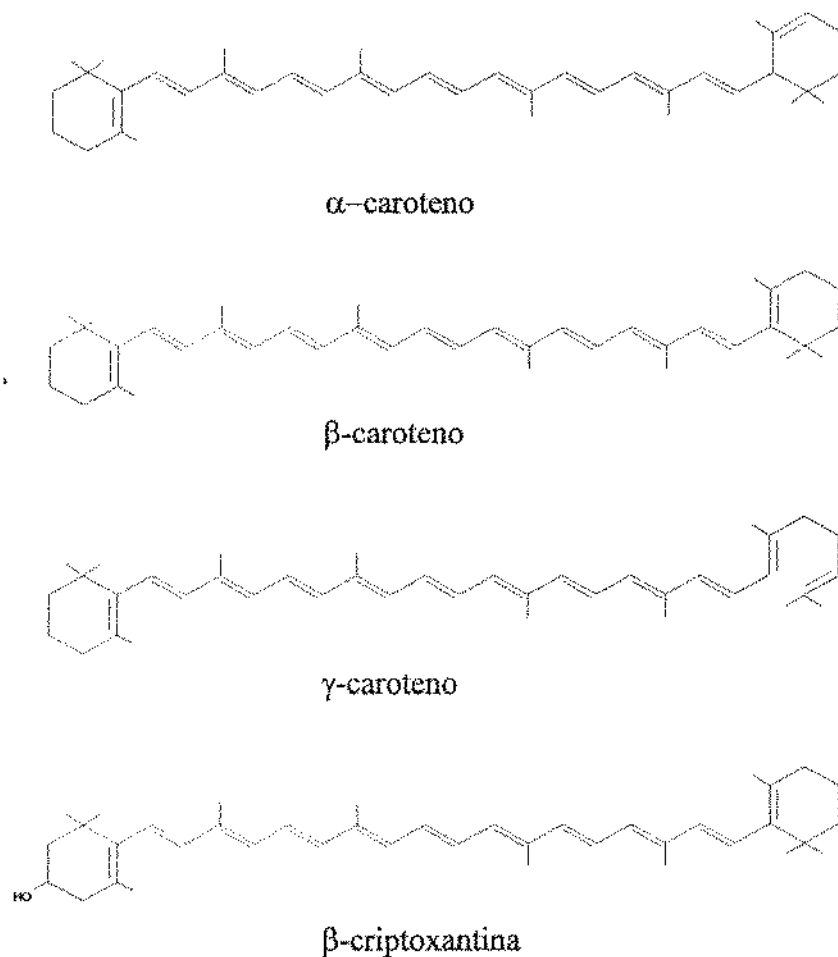


Figura 3: Estruturas químicas dos carotenóides provitamínicos mais importantes

O valor de vitamina A nos alimentos é usualmente expresso como equivalentes de retinol (RE), sendo que:

- 1 RE = 1 μg de *all-trans*-retinol
- = 6 μg de *all-trans*- β -caroteno
- = 12 μg de outros carotenóides ativos
- = 3,33 UI de atividade vitamínica de retinol
- = 10 UI de atividade vitamínica A de β -caroteno

As atividades provitamínicas de alguns carotenóides puros, medidos em ensaios biológicos sob condições experimentais definidas, aparecem na Tabela 12.

Tabela 12: Atividade provitamínica de alguns carotenóides

Carotenóides	Atividade (%)
β - caroteno	100
α -caroteno	50-54
γ -caroteno	42-45
β -criptoxantina	50-60
β -apo-8'-carotenal	72
β -apo-12'-carotenal	120
β -zeacaroteno	20-40

Fonte: TEE (1992)

Assim, a equação seguinte permite estimar os valores de vitamina A, contidos pelos vegetais.

$$RE(\text{total}) = \frac{1}{6}(\mu\text{g beta - caroteno}) + \frac{1}{12}(\mu\text{g de outras provitaminas A})$$

Convêm salientar também que, a Unidade Internacional (UI) da vitamina A é a atividade de:

- 0,300 μg de all-*trans*-retinol
- 0,344 μg de all-*trans*-acetato de retinila
- 0,55 μg de all-*trans*-palmitato de retinila
- 0,6 μg de all-*trans*- β caroteno
- 1,2 μg de outros carotenóides ativos.

Propriedades físicas e químicas do β - e α -caroteno

Considerando que na cenoura, os dois carotenóides mais abundantes são o β -caroteno e o α -caroteno, é interessante ter uma visão de algumas das suas propriedades físicas, expostas na Tabela 13.

Tabela 13: Propriedades físicas do β -caroteno e do α -caroteno

Propriedade	β -caroteno	α caroteno
Fórmula	$C_{40}H_{56}$	$C_{40}H_{56}$
Peso molecular (g/mol)	536,85	536,85
Ponto de ebulição (°C)	183	187,5
Absorção max. em éter de petróleo a 453nm ($E_{1cm}^{1\%}$)	2.592	2.800
Cor	Laranja	Amarela

Fonte: MERCK INDEX (1983); TEE (1992).

As provitaminas A são insolúveis em água e glicerol, pouco solúveis em etanol, bastante solúveis em clorofórmio e benzeno, e muito solúveis em acetona e éter de petróleo.

Como a vitamina A, eles são instáveis quando expostos à luz, oxigênio e ácidos. Com o oxigênio, a maior parte dos carotenóides são convertidos em compostos incolores (MARK et alii, 1984).

Em geral, os carotenóides são destruídos ou alterados pelos ácidos, particularmente na presença de luz e altas temperaturas para formar misturas de isômeros *cis-trans* a partir da estrutura *all-trans*.

Alguns carotenos, e particularmente o β -caroteno, são agentes anti-oxidantes nos alimentos e nos consumidores destes alimentos. Os mecanismos geralmente aceitos para esta atividade antioxidante segundo BRADLEY & MIN, 1992 são:

1. Inativação de tripletos fotosensibilizadores.
2. Destruição do oxigênio singlet, 1O_2 , espécie muito reativa.
3. Inativação de radicais livres.

Esses três mecanismos estão resumidos na Fig. 4.

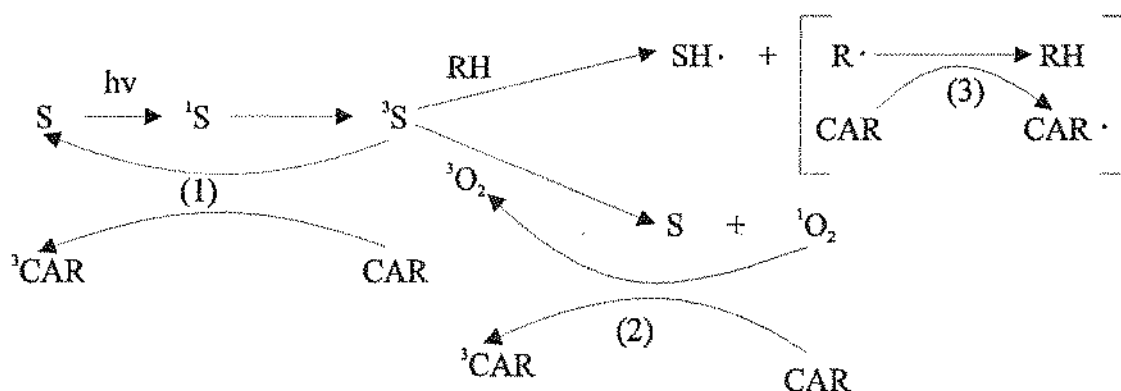


Figura 4: Mecanismos da proteção dos carotenóides contra a oxidação (KRINSKY, 1979) (1) inativação de triplets sensibilizadores; (2) inativação de oxigênio singlet; (3) inativação de radicais livres intermediários. $h\nu$ = luz; s = molécula de sensibilizador; 1S = espécies de singlets excitados; 3S = tripleto sensibilizador; 1O_2 = oxigênio singlet; 3O_2 = oxigênio triplet; $R\cdot$ = radical livre; CAR = carotenóides; 3CAR = carotenóide triplet.

Biossíntese dos carotenóides.

O acetilcoenzima A é a fonte de carbono, a partir da qual ocorre a biossíntese dos carotenóides nos vegetais. Como acontece durante a síntese de muitos produtos naturais, um intermediário importante nas etapas iniciais, é o ácido mevalônico. O esquema simplificado da Fig. 5, mostra o processo biossintético.

Atividade biológica no homem.

A conversão de β -caroteno a retinol é um importante processo biológico, já que segundo TEE (1992), a maior parte, senão toda a vitamina A utilizada pelos animais e o homem, deriva deste processo (TEE, 1992).

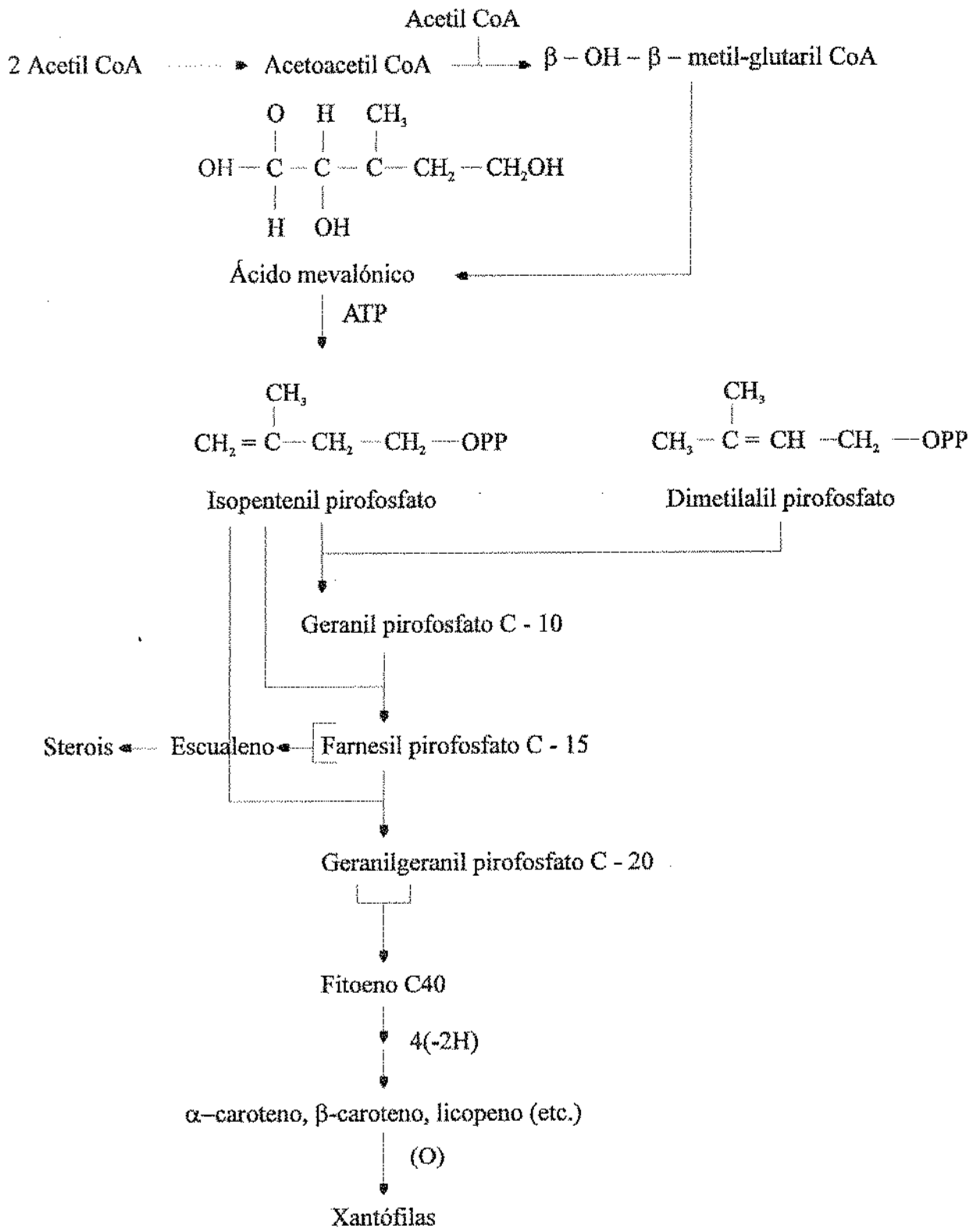


Figura 5: Biosíntese de carotenóides (TEE, 1992)

O β -caroteno ingerido pelo homem é transformado enzimaticamente no fígado em duas moléculas de retinoaldeído que, logo é reduzido enzimaticamente a retinol, a forma ativa da vitamina A (Fig. 6). Uma pequena fração do retinoaldeído é irreversivelmente oxidado até ácido retinóico.

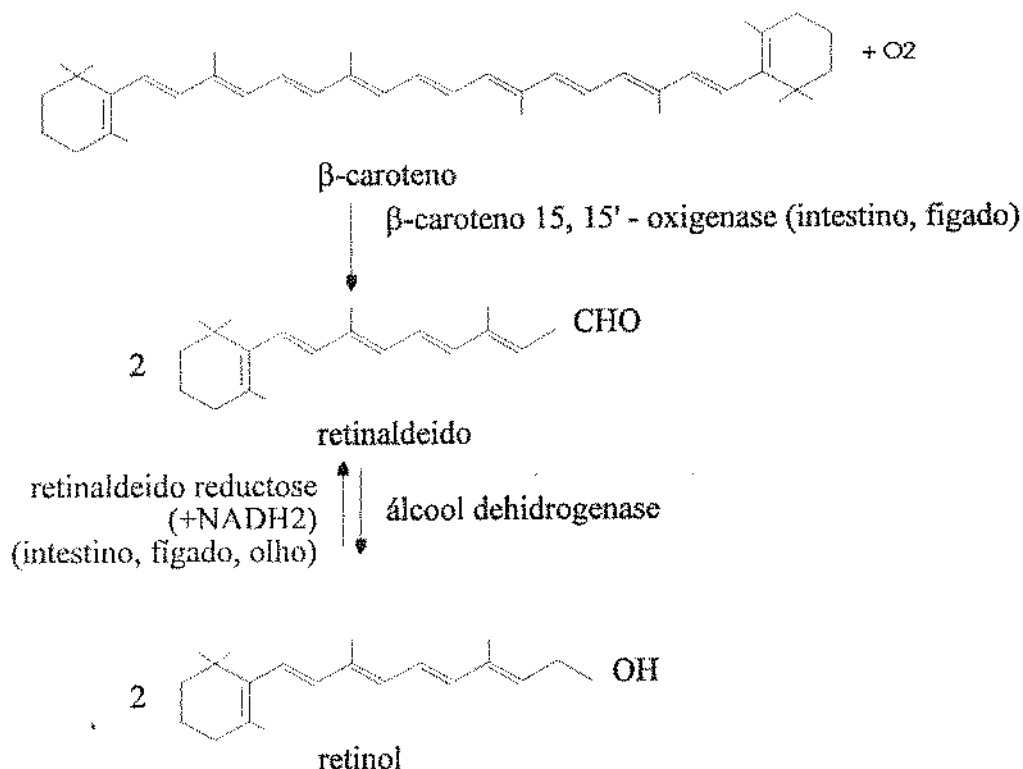


Figura 6: Conversão de β -caroteno a retinol no organismo humano

Uma via alternativa para a conversão do β -caroteno em retinol, envolve a formação prévia do β -apo-8'-carotenal.

A vitamina A exerce funções muito importantes. Tem ação protetora na pele e nas mucosas e papel essencial na função da retina e da capacidade funcional dos órgãos de reprodução (FRANCO, 1992). Além disto, poderia ter aplicações na terapia de algumas doenças infecciosas (SEMBA, 1994).

A função melhor estudada da vitamina A está relacionada com a bioquímica da visão. Segundo BAUERFEIND (1980), o *all-trans*-retinol vai do fígado, através do sangue, até o receptor específico associado a uma lipoproteína do plasma.

Na retina, o retinol é enzimaticamente oxidado a *all-trans*-retinol que, por sua vez, é isomerizada a *11-cis*-retinol. É sob esta forma *cis* que a vitamina se combina com a opsina para formar a rodopsina que é o fotoreceptor sensível à luz de baixa intensidade (MARK, 1984). Este processo fisiológico é cíclico e funciona segundo o esquema mostrado na Fig. 7.

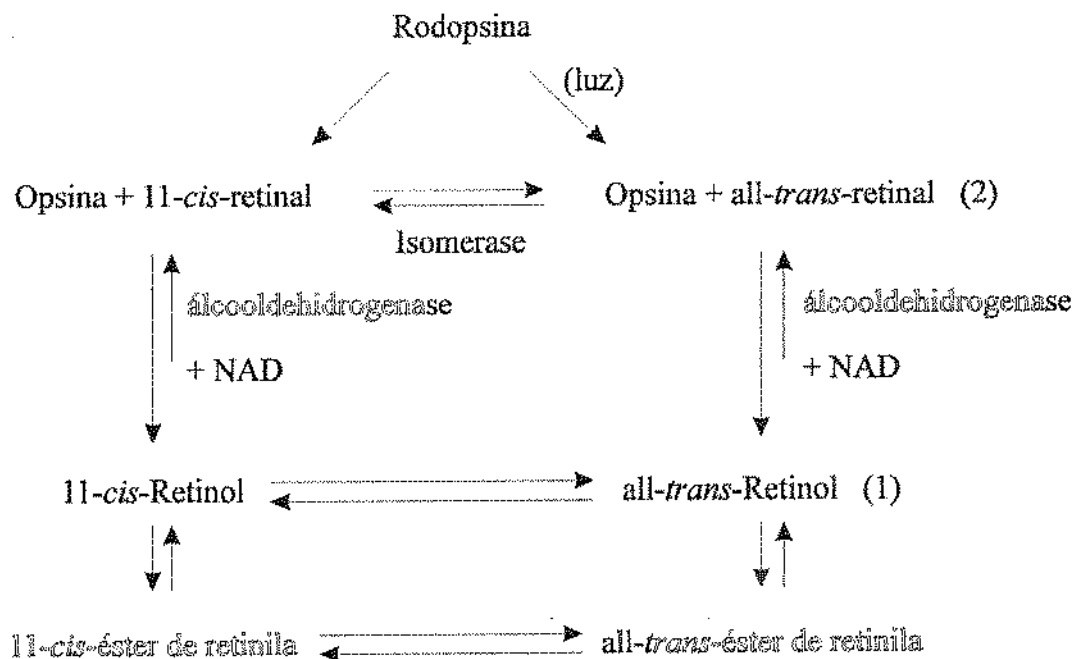


Figura 7: Ciclo da rodopsina

A pequena quantidade de ácido retinoico formado, é também um metabolito ativo da vitamina A, possuindo funções e características parecidas às de um hormônio esteróide (ROSS & TERNUS, 1993). De acordo com isto, regularia a expressão de certo número de genes.

Embora a vitamina A seja tão importante, não pode ser ignorado o papel fundamental do β -caroteno e outros carotenóides, pois eles apresentam características bioquímicas e fisiológicas diferentes às da vitamina A. Por exemplo, tem sido sugerido em estudos recentes, que o β -caroteno age sobre o sistema imunológico na prevenção do câncer (BENDICH, 1991; ROSS & TERNUS, 1993).

De acordo a BENDICH (1991) muitos estudos epidemiológicos tem demonstrado que a ingestão de quantias consideráveis de vegetais se traduz em elevados níveis serológicos de

β -caroteno e isto está associado com menores incidências de alguns tipos de câncer (gastrointestinais, pulmonares, orais e dos órgãos reprodutivos femininos). Pelo contrário, o consumo de alimentos com alto teor de vitamina A (leite, fígado, etc.) não tem sido associado com menores riscos de contrair câncer. No entanto, os benefícios fisiológicos do β -caroteno, são favorecidos por um nível ótimo de vitamina A no organismo.

ROSS & TERNUS (1993) numa revisão recente, relataram os benefícios do β -caroteno em algumas doenças crônicas, tais como a protoporfiria eritropoiética (intolerância à luz solar), infarte cardíaco e cataratas. Neste último caso, o papel desempenhado pelo β -caroteno seria o de evitar o dano dos radicais livres.

Nos processos inflamatórios, o β -caroteno demonstra uma clara ação citoprotetora (ANDERSON & THERON, 1990).

Níveis recomendados de ingestão de vitamina A.

Os requerimentos humanos de vitamina A tem sido estimados em teste de diferentes naturezas; adaptação à escuridão, concentração no sangue, mudanças nos tecidos epiteliais e experimentos com animais.

As recomendações variam de país a país, situando-se entre 600-1.500 μg RE por dia, para adultos de ambos os sexos. A Tabela 14 reflete os RDA do National Research Council dos Estados Unidos.

Tabela 14: Recomendação de ingestão diária de vitamina A (RDA)

Categoria	Idade (anos)	Peso (Kg)	Altura (cm)	Vitamina A ($\mu\text{g RE}$)
0	0,0 – 0,5	6	60	375
	0,5 – 1,0	9	71	375
Criança	1 – 3	13	90	400
	4 – 6	20	112	500
	7 – 10	28	132	700
Homens	11 – 14	45	157	1.000
	15 – 18	66	176	1.000
	19 – 24	72	177	1.000
	25 – 50	79	176	1.000
	> 51	77	173	1.000
Mulheres	11 – 14	46	157	800
	15 – 18	55	163	800
	19 – 24	58	164	800
	25 – 50	63	163	800
	> 51	65	160	800
Gravidez	...	...	...	800
Lactância	(primeiros 6 meses)	...	...	1.300
Lactância	(segundos 6 meses)	...	...	1.200

Fonte: WILLIAMS & ROBERTS (1992); CEANE (1993).

Os carotenóides como corantes de alimentos.

Os carotenóides são corantes naturais amplamente distribuídos nos alimentos. O β -caroteno, particularmente, é largamente empregado na indústria de alimentos pelas vantagens técnicas e econômicas que oferece.

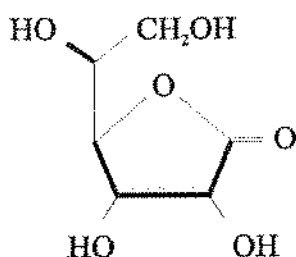
Os carotenóides devem apresentar pelo menos sete duplas ligações conjugadas para ter cor amarela. Por outro lado, os carotenóides com estrutura *trans* possuem uma cor mais intensa do que aqueles com estrutura *cis*. Por isso, a isomerização *trans* a *cis* causa perdas da cor (LEE, 1983), além da atividade provitamínica.

A isomerização, como já foi dito, aumenta pela presença de luz, ácidos ou calor. Considerando que o ácido é um catalizador das isomerizações, pode-se esperar que este fenômeno aconteça durante o processamento de frutas ácidas (SIMPSON, 1985).

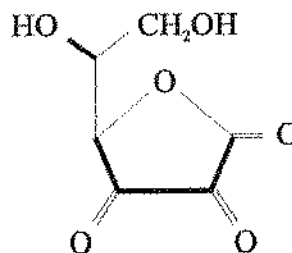
2.3.2. Ácido ascórbico

O ácido ascórbico, conhecido também como vitamina C e vitamina antiescorbútica, ocorre extensamente na natureza. Suas principais fontes são frutas e hortaliças.

O MERCK INDEX (1984) apresenta vários nomes químicos para a vitamina C, mas aceita-se geralmente a designação de ácido L-ascórbico.



(1) ácido L - ascórbico



(2) ácido dehidro - L - ascórbico

Figura 8: Estrutura dos ácidos L-ascórbico e dehidro-L-ascórbico

As estruturas do ácido L-ascórbico e de seu derivado, o ácido dehidro-L-ascórbico são apresentadas na Fig. 8.

O ácido dehidroascórbico, a forma oxidada do ácido ascórbico, mantém a atividade vitamínica, sendo provavelmente um dímero.

Propriedades físicas e químicas

As propriedades físicas do ácido ascórbico tem sido estudadas por numerosas técnicas instrumentais. Um resumo de algumas destas propriedades é colocado na Tabela 15.

Tabela 15: Propriedades físicas do ácido L-ascórbico.

Propriedades	Características
Aparência	Sólido branco, cristalino, inodoro
Fórmula	$C_6H_8O_6$
Peso Molecular (g/mol)	176,13
Forma cristalina	Monoclinico
Ponto de fusão (°C)	190 – 192 (decomposição)
Densidade (g/cc)	1,65
pk_1	4,17
pk_2	11,57

Fonte: MOSER & BENDICH (1991)

As solubilidades do ácido ascórbico são 1g/3ml de água, 1g/50ml de etanol absoluto e 1g/100ml de glicerol. É insolúvel em éter etílico, clorofórmio, benzeno, éter de petróleo e óleos.

A propriedade química mais importante do ácido ascórbico é sua oxidação reversível até ácido dehidroascórbico que, por sua vez, sofre hidrólise irreversível até ácido 2, 3-dicetogulônico.

As reações de degradação do ácido ascórbico dependem de vários fatores como o pH (sendo o pH 4-6 o de maior estabilidade), temperatura, presença de oxigênio ou metais como o cobre.

Em presença de oxigênio, ocorre a oxidação do ácido ascórbico a dehidroascórbico pela ação catalítica da ácido ascórbico oxidase (uma metaloproteína que contém cobre).

A ácido ascórbico oxidase se encontra em alguns vegetais, entre eles, a cenoura e outros de baixo conteúdo de vitamina C (MITJAVILA, 1990). Sua atividade ótima dá-se a pH 5,6 – 5,9 e uma temperatura de 15 – 30°C.

O branqueamento inibe a ação dessa enzima em curto tempo (1 minuto a 100°C), segundo MITJAVILA (1990). BERRY et alii (1977) sugeriram que a degradação enzimática do ácido ascórbico no suco de acerola pasteurizada a 103°C acontece apesar dessa elevada temperatura.

KANNER & MENDEL (1976) descreveram o poder oxidante do ácido ascórbico nos carotenos da pimenta (*Capsicum annuum L.*) sob a forma de extrato aquoso. Houve perda da cor devido a esse fato, e, provavelmente o fenômeno depende de concentração do ácido ascórbico, íons (cobre e ferro), de presença de peróxidos lipídicos, da atividade de água, etc.

KANNER & BUDOWSKI (1978) demonstraram que o ácido ascórbico tem atividade pro-oxidante do β -caroteno quando o valor de A_w é intermédio, porém, quando a A_w é alta, o ácido atua como antioxidante.

Atividade biológica no homem

A estrutura molecular do ácido ascórbico permite a transferência de dois íons de hidrogênio, reversivelmente, tendo um efeito de tampão nos processos de oxiredução bioquímica (FRANCO, 1992; LEVINE & MORITA, 1985).

Segundo PENNACCHIOTTI (1988) e MARK et alii (1984) uma das funções mais importantes do ácido ascórbico no homem está relacionada com a síntese de colágeno, evitando a oxidação das enzimas hidroxilases que participam na hidroxilação da prolina e lisina.

O ácido ascórbico também está envolvido na biossíntese da carnitina e da catecolamina bem como no metabolismo do ferro, lipídios, esteróides e várias drogas.

Os radicais livres derivados do oxigênio, tais como a hidroxila, o superóxido e o oxigênio singlet, são inativados pelo ácido ascórbico no organismo. Esta função é sinergisticamente efetuada junto a enzimas protetoras como a superóxido dismutase, glutathion-peroxidase e catalase; bem como a vitamina E. Isto tem sugerido que o ácido ascórbico pode apresentar um efeito anticancerígeno.

Biossíntese do ácido ascórbico em plantas

Tem sido propostas duas vias metabólicas para a conversão das hexosas D-glicose e D-galactose em ácido ascórbico. A principal delas aparece na Fig. 9

Níveis recomendados de ingestão de vitamina C

As necessidade diárias de vitamina C são de aproximadamente 60 – 100 mg/dia. Esta quantia provem geralmente de frutas e hortaliças e legumes, pois a biodisponibilidade do ácido ascórbico natural é similar ao sintético (MANGELS et alii, 1993).

Na Tabela 16, estão os níveis recomendados (RDA) de vitamina C para uma boa saúde, segundo os padrões norte-americanos.

Tabela 16: Recomendação de ingestão diária de vitamina C (RDA)

Idade	Vitamina C (mg)
0 – 0,5	30
0,5 – 1,0	35
1 – 3	40
4 – 6	45
7 – 10	45
11 – 14	50
15 – 18	60
19 – 24	60
25 – 50	60
> 51	60
Gravidez	70
Lactância	90 – 95

Fonte: WILLIAMS & ROBERTS (1992); CEANE (1993).

2.4. Mudanças nos carotenóides e ácido ascórbico dos alimentos decorrentes do processamento e armazenamento

2.4.1. Mudanças nos carotenóides

Os tratamentos físicos e químicos durante o processamento dos alimentos influenciam na estabilidade dos carotenóides. O tempo e as condições do armazenamento são também fatores que afetam aos carotenóides. Estas mudanças tem sido relatadas em numerosos trabalhos.

CHAN & CAVALETTO (1982) avaliaram as perdas de carotenóides totais em purês de goiaba e mamão, processados a 93°C por tempos diferentes. Depois de um período de armazenamento de 6 meses, a temperatura ambiente, os purês de goiaba pasteurizados por 26s. e 38s. retiveram 91% e 88% dos carotenóides, respectivamente. Os purês de mamão pasteurizados por 60s. e 120s., retiveram 71% e 64% dos pigmentos, respectivamente.

GODOY & RODRIGUEZ-AMAYA (1987) estudaram o comportamento dos carotenóides do purê de manga (cv. Tommy Atkins) sob processamento e estocagem, encontrado na perda 12,8% de β -caroteno durante o processamento (acidificação e pasteurização). Enquanto o conteúdo de β -caroteno não sofreu mudanças significativas no caso do purê enlatado, houve perdas de 18% no caso do purê engarrafado, depois de 10 meses de estocagem. Após 14 meses, as perdas foram 49 e 52% respectivamente, atingindo 85% em ambos os casos, aos 24 meses.

As mudanças da concentração dos carotenóides do purê de laranja, enlatado e armazenado a 10°C e a temperatura ambiente (21 – 23°C) foram determinadas por VALADON & MUMMERY (1981). O processamento mudou a concentração de α -caroteno mas não do β -caroteno, em uma das amostras. As perdas durante o armazenamento foram variáveis 0 – 44% para o β -caroteno e 88 – 100% para o α -caroteno depois de 27 meses.

PADULA & RODRIGUEZ AMAYA (1987) constataram que o β -caroteno contido em suco de goiaba, pasteurizado e armazenado por 10 meses em garrafas de vidro, sob condições ambientais, manteve sua concentração.

Trabalhando com polpa de acerola, LEME et alii (1973) observaram que a liofilização não afetou o β -caroteno. Porém, durante o armazenamento, houve perdas mensais de 1,9 – 3,0%.

KIM & KIM (1983) verificaram que o processamento de cenoura influencia no conteúdo de β -caroteno. Após branqueamento da cenoura, extração e esterilização do suco (115°C, 30 min.), a perda foi de 12%.

A incidência da ação do frio sobre o conteúdo de β -caroteno em cenouras tem sido estudado por BUSTOS et alii (1992). Eles acharam que nas cenouras frescas refrigeradas (4°C) ou congeladas (-18°C) existem aumentos da concentração de β -caroteno de 5 – 8%.

2.4.2. Mudanças no ácido ascórbico

O ácido ascórbico é um nutriente extremamente sensível em função das condições ambientais nas que se encontra, ou seja o pH, presença de metais (cobre e ferro), oxigênio, aminoácidos, açúcares e o tipo de embalagem (KENNEDY et alii, 1992).

A química da degradação do ácido ascórbico tem sido resumida por TANNENBAUM (1976) citado por GREGORY (1985) e pode ser observada na Fig. 10. Os mecanismos da degradação seriam: aeróbico catalizado por metais, aeróbico não catalizado e anaeróbico.

Os açúcares teriam um efeito protetor sobre a degradação aeróbica pela sua habilidade de ligar-se com metais, porém, aumentariam a velocidade da degradação anaeróbica.

KENNEDY et alii (1992) ao avaliar a estabilidade do ácido ascórbico em sucos de laranja, assépticamente processados em embalagens Tetrabrik, concluíram que ocorre tanto a degradação aeróbica quanto a anaeróbica. O processo aeróbico predomina e o processo anaeróbico só acontece quando o nível de oxigênio dissolvido alcança o equilíbrio.

A atividade de água é fundamental na degradação do ácido ascórbico e é proporcional à energia de ativação da perda do nutriente. A água age como solvente do ácido ascórbico, o oxigênio e os metais.

Os teores de ácido ascórbico, segundo os critérios expostos, podem variar muito durante o processamento. Os tratamentos térmicos como a pasteurização, por exemplo, implicam em perdas de 0 – 12% de acordo com a Tabela 17. As perdas crescem ao aumentar a temperatura e o tempo.

No que diz respeito às perdas de ácido ascórbico durante o armazenamento, existe uma correlação entre o conteúdo de ácido ascórbico e a temperatura e o tempo. A Fig. 11 ilustra o efeito da temperatura de armazenamento e do tempo na concentração de vitamina C em suco de abacaxi. No caso, a perda da vitamina em 12 meses a 5°C foi de 20,7% enquanto a 42°C, a perda subiu até 80,6%.

Outros dados sobre a retenção do ácido ascórbico durante o armazenamento, estão mostrados nas Tabelas 18 e 19.

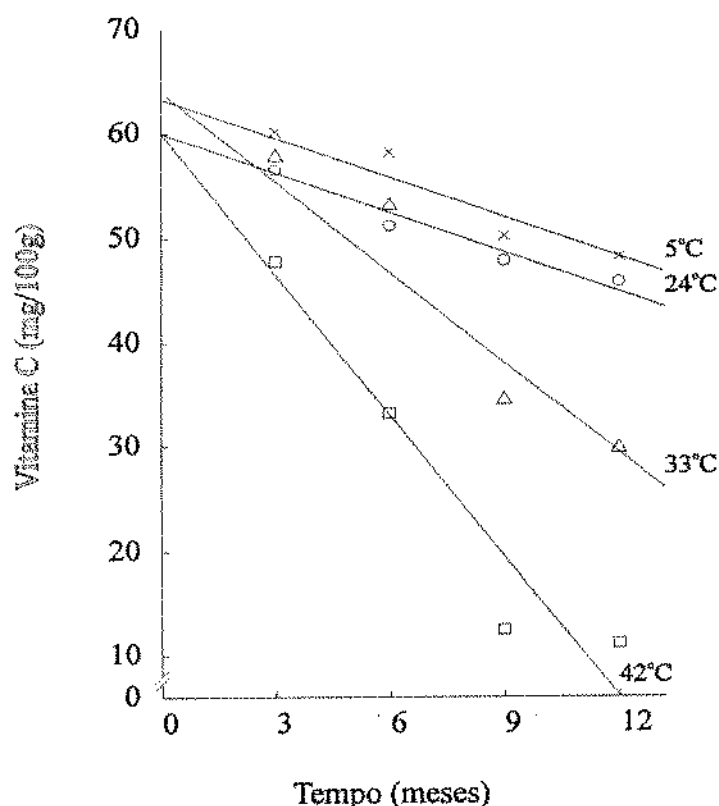


Figura 11: Efeito da temperatura e do tempo de armazenamento na concentração de vitamina C em suco de abacaxi (EWAIDAH, 1992)

Tabela 17: Variação dos teores de ácido ascórbico em alimentos durante o processamento.

Produto	Tipo de processamento	Temperatura (°C)	Tempo	Perda (%)	Referência
Suco de goiaba	Pasteurização	100	30 min.	11,3	PADULA & RODRIGUEZ-AMAYA (1987)
Purê de laranja	Pasteurização	99	30 min.	8,3 – 9,2	VALADON & MUMMERY (1981)
Purê de mamão	Pasteurização	93	1 min.	4,4	CHAN & CAVALETTO (1982)
Purê de mamão	Pasteurização	93	2 min.	5,8	CHAN & CAVALETTO (1982)
Purê de goiaba	Pasteurização	93	26 s.	0	CHAN & CAVALETTO (1982)
Purê de goiaba	Pasteurização	93	38 s.	0	CHAN & CAVALETTO (1982)
Polpa de acerola	Liofilização	-40	...	3,6 – 6,4	LEME et alii (1973)
Batata	Cozimento	95	...	30 – 50	PENNACCHIOTTI (1988)

Tabela 18: Variação dos teores de ácido ascórbico em sucos durante o armazenamento.

Produto	Temperatura de armazenamento (°C)	Tempo de armazenamento	Perda (%)	Referência
- Suco de goiaba	ambiente (SP)	10 meses	45,7	PADULA & RODRIGUEZ-AMAYA
Suco de abacaxi	≈33	12 meses	45,8	EWALDAH (1992)
Suco de maçã	≈33	12 meses	49,8	EWALDAH (1992)
Suco de morango	-1	31 dias	57	GOLDONI et alii (1981)
Suco de laranja	4	64 dias	39,4	KENNEDY et alii (1982)
	20	64 dias	51,4	KENNEDY et alii (1982)
	37	64 dias	88,1	KENNEDY et alii (1982)
	76	6 dias	98	KENNEDY et alii (1982)
	105	3 dias	96,4	KENNEDY et alii (1982)
Suco de maracujá	0	90 dias	10	SAENZ (1989)
	15	90 dias	26,5	SAENZ (1989)
	-18	90 dias	4	SAENZ (1989)
Suco de tomate (frasco aberto)	25	4 horas	47	CID et alii (1991)

Tabela 19: Variações dos teores de ácido ascórbico em alimentos durante o armazenamento.

Produto	Temperatura do armazenamento (°C)	Tempo do armazenamento (meses)	Perda (%)	Referência
Purê de goiaba	24 – 31	6	30	CHAN & CAVALETTO (1982)
Purê de goiaba	38	3	47	CHAN & CAVALETTO (1982)
Purê de mamão	24 – 31	6	56	CHAN & CAVALETTO (1982)
Purê de mamão	38	3	61	CHAN & CAVALETTO (1982)
Purê de laranja	10	24	100	VALADON & MUMMERY (1981)
Polpa de acerola liofilizada	≈ 25	9	6,6 – 10,3	LEME et alii (1973)
Néctar mamão-maracujá	ambiente (SP)	6	15,2 – 25,4	SALOMON et alii (1977)
Hortalças	-4	9	0	JENKINS citado por CARBALLIDO & FUENTES (1978)

2.5. Métodos de análise para a determinação de α -caroteno, β -caroteno e ácido ascórbico

2.5.1. Determinação de α e β -caroteno

A determinação de carotenóides nos alimentos tem sido um assunto bastante estudado pelas implicações nutricionais destes pigmentos.

Um método vantajoso para a análise de carotenos totais em bebidas foi descrito por BRUBACHER et alii (1986), onde a extração dos pigmentos é feita com clorofórmio e a cromatografia em coluna de óxido de alumínio para obter a fração dos carotenos, cuja absorção é medida espectrofotometricamente em hexano a 450nm.

O método oficial da AOAC, amplamente usado nas determinações de carotenos totais, está baseado na fração de β -caroteno obtida ao cromatografar os extratos etéreos das amostras numa coluna aberta de MgO: hyflosupercel (1:1). Quando o β -caroteno é o componente majoritário, este método oferece resultados aceitáveis. No entanto, nessa fração podem existir quantidades significativas de carotenóides com atividades provitaminicas menores ou mesmo inativos, levando a valores de vitamina A superestimados. Também poderiam existir carotenóides ativos não incluídos nessa fração, subestimando-se assim o valor de vitamina A (GODOY, 1993).

Muitos outros autores tem feito observações ao método da AOAC, pois fornece erros significativos em muitos casos (RODRIGUEZ-AMAYA, 1989; ARIMA & RODRIGUEZ-AMAYA, 1988; TEE & LIM, 1991).

GODOY (1993) fez a avaliação do desempenho de três métodos analíticos para a determinação dos carotenóides em alimentos, a saber, COST '91, IVACG e RODRIGUEZ-AMAYA et alii simplificado, encontrando que o último é o mais indicado pela sua simplicidade e exatidão.

Nos últimos anos tem sido desenvolvidos numerosos métodos que empregam cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE), mas nenhum deles consegue a separação dos provitamínicos e seus isômeros (HEINONEN, 1990). Já para α -caroteno e β -caroteno existem algumas colunas de boa resolução como Zorbax ODS (HOMNAVA et alii, 1991).

Considerando que a determinação do valor provitamínico A dos néctares acerola-cenoura deve basear-se fundamentalmente na análise do α -caroteno e do β -caroteno, carotenóides majoritários da cenoura, se faz necessário o emprego de um método confiável e econômico. O método desenvolvido por RODRIGUEZ-AMAYA et alii, na versão simplificada, se mostra adequado.

2.5.2. Determinação de ácido ascórbico

Os métodos tradicionais de análise quantitativa do ácido ascórbico baseiam-se no seu forte poder redutor. Os agentes usados para sua oxidação podem ser N-bromo-succinimida, cloramina, ferrocianeto de potássio, sais de ferro e principalmente 2, 6 diclorofenolindofenol (DCPIP).

As técnicas de titulação com DCPIP e a fotometria com 2-nitroanilina são exemplos dos métodos clássicos. Além disso, segundo uma descrição de MOSER & BENDICH (1991) existem outras técnicas como as biológicas, espectroscópicas, eletroquímicas, enzimáticas e cromatográficas.

Entre as técnicas instrumentais, a cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) tem sido amplamente desenvolvida nos últimos anos. Uma revisão detalhada de POLESELLO & RIZZOLO (1986) descreve as técnicas e aplicações da CLAE na análise de ácido ascórbico em alimentos.

A maior parte das técnicas clássicas são aplicáveis à determinação da forma reduzida da vitamina C, sendo que, a forma oxidada também apresenta poder vitamínico. Um dos procedimentos que permite a determinação de vitamina C total (ácido ascórbico e ácido

dehidroascórbico) está baseado na redução do ácido dehidroascórbico a ascórbico pela DL-homocisteína, antes da estimativação (HOARE et alii, 1993).

Outro método muito conhecido, proposto por ROE, permite estimar a vitamina C total, oxidando o ácido ascórbico e então, derivatizando todo o ácido dehidroascórbico com dinitrofenilhidrazina que pode ser avaliada colorimetricamente (MOSER & BENDICH, 1991).

Para propósitos práticos ou de controle, pode ser suficiente a determinação do ácido ascórbico, já que, geralmente o ácido dehidroascórbico tem pequena concentração. Isto acontece em vegetais recém colhidos, por exemplo (ZENNIE & DEZEWALLA, 1977).

Neste trabalho, trata-se de acompanhar as variações do ácido ascórbico reduzido, portanto, nos limitamos a essa tarefa.

2.6. Aspectos microbiológicos

Nos sucos, blends ou néctares existe uma microflora natural que, em determinadas condições, pode alterar as características organolépticas desses produtos.

Como nesses produtos o pH é, via de regra, baixo, inferior a 4,5; a população microbiana se limita a leveduras, fungos e algumas bactérias lácticas e acéticas (CARDONA et alii, 1992; LEITÃO, 1977).

As bactérias envolvidas na deterioração dos sucos e bebidas ácidas, são pertencentes aos gêneros *Gluconobacter*, *Leuconostoc*, *Lactobacillus*, *Pediococcus* e *Streptococcus*. As alterações mais comumente evidenciadas, segundo GERALDINI et alii (1979) são: produção de gases, acidificação, turvação do líquido, formação de precipitado e algumas vezes, produção de diacetil.

LEITÃO et alii (1977) ao examinar amostras comerciais de refrigerantes e sucos, constataram a presença de bactérias lácticas em 5,7% das amostras analisadas, o que, conforme à legislação brasileira, leva à rejeição dos produtos contaminados.

As leveduras e fungos são responsáveis por mais de 90% das alterações nos sucos. Isso porque são ácido-resistentes e apresentam necessidades nutritivas mínimas. As leveduras crescem em anaerobiose e os fungos são, pelo contrário, aeróbicos.

As leveduras implicadas incluem aos gêneros *Saccharomyces*, *Hansenula*, *Pichia*, *Candida*, *Torulopsis* e *Rhodotorula*.

Entre os fungos envolvidos na deterioração temos *P. notatum*, *P. roqueforti*, *Cladosporium* *spp.*, *Byssochlamis* *spp.* e *Aspergillus* *spp.*.

Todos os microorganismos citados, geralmente possuem uma baixa termoresistência (GAVA, 1985), sendo então, a pasteurização o método de preservação mais indicado. Um tratamento térmico a 85 – 95°C por 15 – 30 segundos, em trocadores de calor, é suficiente para obter a esterilidade comercial (GAVA, 1990).

A pasteurização, no caso de sucos engarrafados, deve ser feita em água fervente por 10 – 15 minutos, visando garantir a esterilidade comercial.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado na Faculdade de Engenharia de Alimentos da Universidade Estadual de Campinas, SP no decorrer do ano de 1994, utilizando os materiais e métodos detalhados na sequência.

3.1. Material

As matérias primas usadas na elaboração dos néctares foram:

- i. cenoura, cultivar Imperador colhida no mês de abril.
- ii. acerola produzida no estado de São Paulo e colhida entre os meses de março e abril, armazenada sob congelação por algumas semanas antes de seu processamento.

3.2. Métodos

3.2.1. Processamento dos néctares acerola-cenoura

Foram preparados dois néctares que tiveram as composições apresentadas na Tabela 20.

O processamento seguido (esquematizado na Fig. 12) pode ser dividido em três etapas, sendo que, cada uma delas consta de várias operações. Ditas etapas são:

- a) obtenção do suco de cenoura
- b) obtenção do suco de acerola
- c) preparo dos néctares acerola-cenoura.

Tabela 20: Composição dos néctares acerola-cenoura estudados (Base 1 Kg).

	Suco de acerola (Kg)	Suco de cenoura (Kg)	Xarope de sacarose (Kg)
Formulação I	0,30	0,30	0,40*
Formulação II	0,25	0,35	0,40**

* Xarope com 20°Brix.

**Xarope com 22°Brix.

Cada uma das seguintes etapas foi ensaiada várias vezes de diferentes maneiras até chegar às condições mais favoráveis.

a) Obtenção do suco de cenoura

Na tentativa de obter o suco de cenoura experimentou-se com vários equipamentos: despoldadeira, moinho coloidal e prensa hidráulica, bem como a adição de enzimas.

Usando a despoldadeira e o moinho coloidal, obtiveram-se purês com boas características organolépticas. No caso, as cenouras foram lavadas, cortadas em pedaços, branqueadas e desintegradas (peneira 0,5 pol.).

Para conhecer o efeito do tratamento enzimático no rendimento de suco de cenoura, foram usadas enzimas comerciais da SOLVAY argentina, gentilmente cedidas pela empresa Peróxidos do Brasil. Foi empregado o processo da Fig. 2. O tempo do tratamento enzimático foi de 30 minutos. Depois da prensagem, os sucos foram aquecidos a 93°C, para inativar as enzimas.

A seguir descrevem-se as operações escolhidas para dar o rendimento maior.

Lavagem

As cenouras foram lavadas num equipamento Robins, Mod. 70, com jato de água, com objeto de diminuir a população microbiana bem como eliminar os materiais orgânicos e inorgânicos contaminantes.

Corte em pedaços

As cenouras foram cortadas em pedaços de 4-6 cm de comprimento usando uma faca. Esta operação permitiu também a eliminação dos extremos, geralmente indesejáveis para uma boa qualidade do suco.

Branqueamento

O branqueamento, essencial para obter um suco de ótima cor, foi feita em uma solução 0,05N de ácido acético glacial fervente, durante dez minutos, seguindo as recomendações de STEPHENS et alii (1971), STEPHENS et alii (1976), KIM & KIM (1983), MUNSCH & SIMARD (1983), MUNSCH et alii (1986).

Para cada quilograma de cenoura usaram-se 2,4 litros da solução acética.

Desintegração

As cenouras branqueadas e rapidamente resfriadas foram desintegradas em um ou dois estágios, usando um desintegrador Reeve de 3 HP, peneira 0,5 pol. (1,27 cm).

Prensagem

Lotes de 5 Kg, contidos em um pano grosso, formando pacotes de aproximadamente 4,5x20x30cm, foram submetidos a pressões crescentes até atingir 5.000 kPa, em períodos de 15 minutos.

Para esta operação foi utilizada uma prensa hidráulica de 15 Ton., marca Sardak Eng. de 3 HP.

b) Obtenção do suco de acerola

Lavagem

As acerolas foram lavadas manualmente, mergulhando-as repetidamente em água clorada (20 ppm) por uns minutos, para remover materiais contaminantes e reduzir a contagem de microorganismos.

Seleção

Se fez com a finalidade de separar as frutas estragadas e verdes, além de eliminar os pedúnculos, presentes em boa parte delas.

Extração

Foi realizada em um despoldador cilíndrico de escovas Bertuzzi, de aproximadamente 1,0 ton/h de capacidade, dotada de peneira de 0,020 pol. (0,88mm).

c) Preparo dos néctares acerola-cenoura

Formulação

Os ingredientes dos néctares, isto é, suco de acerola, suco de cenoura e xarope de sacarose, previamente pesados em separado, foram colocados em um tanque de aço inoxidável com agitação, e de 100 l de capacidade, equipado com uma jaqueta de vapor.

Homogeneização

As misturas foram homogeneizadas no tanque por uns cinco minutos.

Aquecimento

Sob agitação contínua os néctares foram aquecidos até 90°C, através da jaqueta de vapor.

Enchimento a quente

Usando uma máquina enchedora a pedal, os néctares ainda quentes, foram colocados em garrafas de vidro transparente de 220 ml.

Fechamento

As garrafas enchidas, contendo 190ml de líquido, foram fechadas com tampas metálicas, usando-se para este fim, um pequeno aparelho manual.

Pasteurização

As garrafas foram pasteurizadas durante 15 minutos em um tanque aberto de água fervente, aquecido com vapor direto.

Resfriamento brusco

Após o tratamento de pasteurização, as garrafas de néctar foram retiradas do tanque e resfriadas com jato de água a temperatura ambiente, até alcançar os 37°C.

Armazenamento

Os néctares engarrafados foram mantidos sob condições ambientais, de maneira semelhante ao praticado nas prateleiras de um supermercado.

3.2.2. Amostragem

De cada um dos lotes de néctar armazenados, denominados I e II, usaram-se duas garrafas, cujos conteúdos foram misturados e homogeneizados vigorosamente. Aliquotas adequadas tanto de I quanto de II, foram utilizadas nas respectivas análises.

Desta forma, foram obtidas as amostras por separado, para cada uma das seguintes determinações: carotenóides, ácido ascórbico, minerais, análises químicas e físico-químicas gerais e microbiológicas. No caso das avaliações sensoriais, empregaram-se garrafas apanhadas ao acaso.

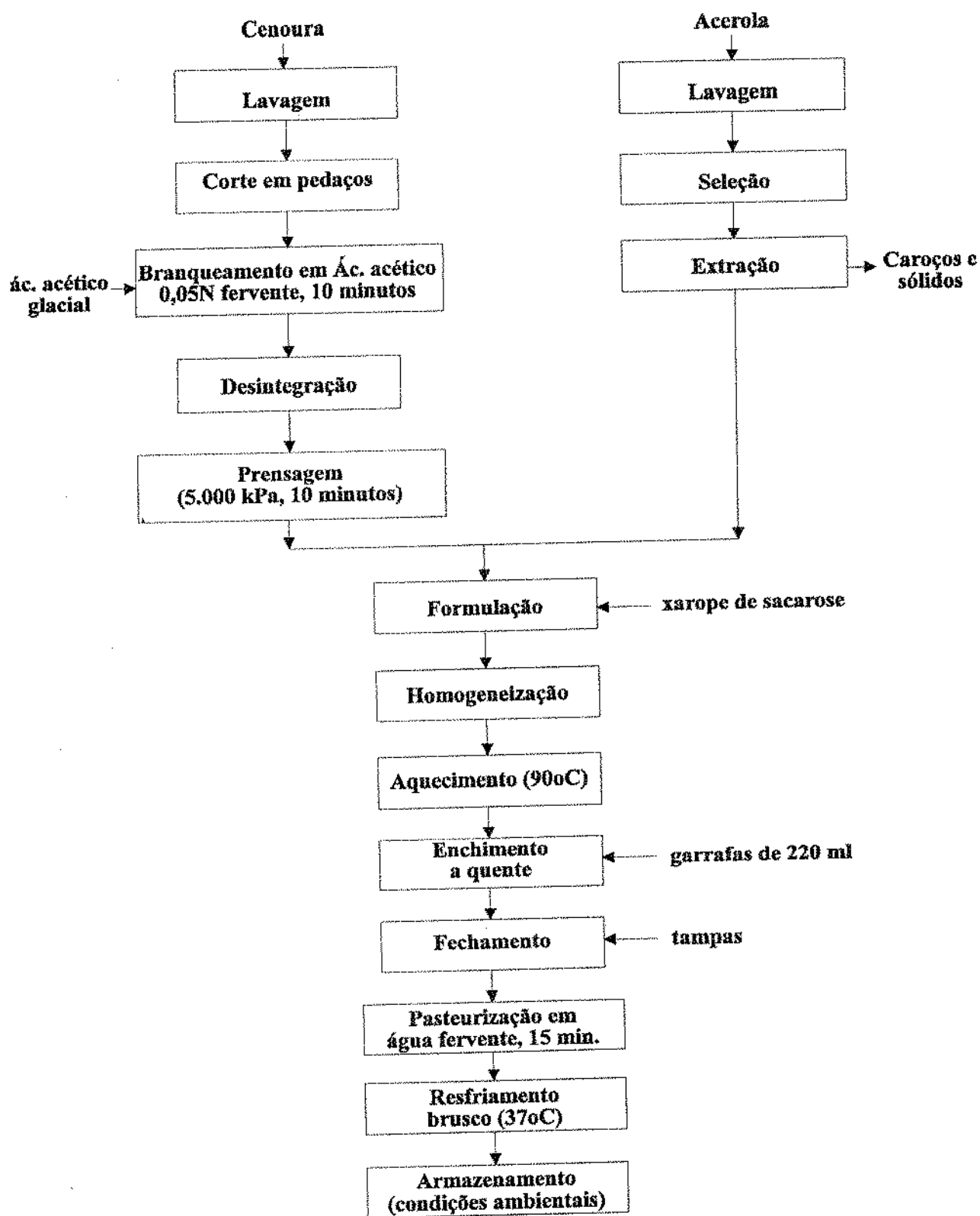


Figura 12: Fluxograma do processamento dos néctares acerola-cenoura

3.2.3. Análises químicas e físico-químicas

a) Determinação do pH

Foi usado o método potenciométrico através de um pH-metro Micronal B374.

b) Graus Brix

Foram feitas determinações refratométricas em um aparelho Carl Zeiss, modelo 32-G110d (Jena).

c) Acidez Titulável

Segundo o método oficial N° 22.058 (AOAC, 1984).

d) Sólidos Totais

Para esta determinação, as amostras foram secadas a vácuo, a 70°C e 64 cm de Hg por 4 h., utilizando-se uma estufa a vácuo Fanem, modelo 099EV.

Aplicou-se o método N° 22.018 (AOAC, 1984).

e) Cinzas

Segundo o método oficial N° 22.027 (AOAC, 1984).

Empregou-se uma mufla Fornitec.

f) Açúcares redutores, não-redutores e totais

Usou-se o método volumétrico de Fehling-Causse Bonans (MONTES, 1981). Os néctares foram previamente clarificados com acetato de chumbo, segundo a metodologia descrita na seção 6.075 da AOAC (JOSLYN, 1970).

g) Minerais

As amostras foram mineralizadas por via seca a 500°C e dissolvidas em ácido nítrico diluído. Depois disso, a quantificação foi feita em um espectrofotômetro de absorção atômica Perkin Elmer 5.100 PC.

h) Ácido ascórbico

Segundo o método oficial N° 43.056 (AOAC, 1984), baseado em uma reação redox, usando-se ácido oxálico como estabilizador (RAMOS et alii, 1989).

i) Carotenóides

Foram determinadas duas provitaminas A: α e β caroteno, através da metodologia desenvolvida por RODRIGUEZ et alii e descrita por GODOY (1993).

Neste método, os carotenóides são extraídos com acetona e filtrados a vácuo. Os pigmentos contidos na mistura de acetona-água, são depois submetidos a uma extração líquido-líquido com éter de petróleo p.a (30° – 60°) em funil de separação. A acetona é removida com porções de água.

A fração etérea é, a seguir, cromatografada em uma coluna de vidro empacotada com MgO: hyflosupercel (1:1) e eluída com éter de petróleo. São recolhidas as frações de α -caroteno e β -caroteno, nessa sequência.

As frações eluídas são levadas a volumes adequados com éter de petróleo. Finalmente, determina-se as leituras das absorbâncias no nosso caso usando-se um espectrofotômetro UV/VIS Perkin Elmer, modelo Lambda 6.

Os cálculos das concentrações foram feitos usando as seguintes equações:

$$\alpha\text{-caroteno } (\mu\text{g/g}) = \frac{A \cdot V \cdot 10^4}{2800 \cdot m}$$

$$\beta\text{-caroteno } (\mu\text{g/g}) = \frac{A \cdot V \cdot 10^4}{2592 \cdot m}$$

Onde:

A: absorvância.

V: volume (ml) da solução que contém o carotenóide.

m: massa (g) da amostra.

2.800: coeficiente de absorção em éter de petróleo do α -caroteno.

2.592: coeficiente de absorção em éter de petróleo do β -caroteno.

Os cálculos de vitamina A, expressos em RE, foram feitos a partir da atividade provitaminica de cada carotenóide precursor (BAUERFEIND, 1972; TEE, 1992).

j) Medida objetiva da cor

A avaliação da cor, através dos parâmetros L^* (luminosidade), a^* (componente vermelho) e b^* (componente amarelo); foi feita em um colorímetro Hunter-Lab, modelo D25D2. Os padrões usados foram; $L^* = 94,9$; $a^* = -1,0$ e $b^* = 1,9$.

3.2.4. Controles microbiológicos

As análises microbiológicas realizadas foram:

- Contagem total (PCA, 32°C, 48h)
- Coliformes (Meio lauryl sulfato, 37°C, 24h)
- Bactérias Lácticas (APT, 32°C, 5 dias)
- Fungos e leveduras (PDA, 21°C, 5 dias)

As técnicas aplicadas pertencem à APHA (1980) e foram praticadas nos meses 0, 1 e 6 do estudo.

3.2.5. Avaliação sensorial

O sabor e a cor dos dois néctares estudados, foram avaliados nos meses 0, 1, 3 e 6 por equipes de provadores de 30 membros, geralmente estudantes de 20 – 30 anos de idade, com boa acuidade sensorial.

Foi aplicado o teste da escala hedônica de 9 pontos, na qual 1 corresponde a “desgostei muitíssimo”; 5, “nem gostei nem desgostei” ou “indiferente”; e 9, “gostei muitíssimo” (EWAIDAH, 1992; MORAES, 1993).

Antes de serem servidos, os néctares foram colocados em refrigerador até atingir 6 – 8°C de temperatura. As amostras foram colocadas em copos plásticos descartáveis, identificados por números de três dígitos, e servidas aleatoriamente.

As avaliações foram feitas em cabines individuais, à temperatura ambiente, entre 10 – 12 hs e 14 – 17 hs, usando luz branca. Cada provador experimentou os dois néctares.

A ficha usada aparece no Anexo 2.

3.2.6. Análises estatísticas

Fizeram-se análises estatísticas para determinar a influência do tempo de armazenamento nas concentrações de ácido ascórbico e carotenóides nos dois néctares, sob as condições já descritas. Foram usados os critérios assinalados por EWAIDAH (1992) no que respeita às regressões.

Por outro lado, os dados das outras determinações laboratoriais bem como das avaliações sensoriais, foram submetidos a análises de variância e as diferenças significativas foram determinadas pelo teste de Tukey, usando um pacote computacional (SAS).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. O suco de acerola

O suco de acerola usado no preparo dos néctares apresentou uma cor rosa, sabor ácido e aroma característico.

O rendimento médio das extrações foi de 70,2%, próximo ao valor relatado por ITOO et alii (1990) para a acerola japonesa da região de Naze (74,1%).

Após as extrações foram feitas algumas determinações físico-químicas e químicas. Os resultados aparecem na Tabela 21 e são médias de duas análises.

Tabela 21: Características do suco de acerola

Determinação	Valor
pH	3,1
Sólidos solúveis (°Brix)	8,3
Ácido ascórbico (mg/100g)	1.197
α -caroteno(μ g/g)	0,2
β -caroteno (μ g/g)	4,4
Vitamina A (RE/100g)	74,3

Ao analisar os dados da Tabela 21, pode-se afirmar que os valores da pH e °Brix são compatíveis com os relatados por ITOO et alii (1990). O conteúdo de ácido ascórbico está próximo ao encontrado por MUTHUKRISHNAN & PALANISWAMY (1972) e ITOO et alii (1990). Considerando que a acerola foi conservada sob congelação, por umas semanas, é muito provável que uma parte do ácido ascórbico tenha sido oxidado.

Quanto ao valor de vitamina A (74,3 RE/100g), expresso em RE/100g, existe boa concordância com respectivo valor encontrado por GODOY (1993) que foi de 64 RE/100g.

4.2. O purê e o suco de cenoura

Na tentativa de obter suco de cenoura de alta qualidade, com um bom rendimento, fizeram-se vários ensaios, com diferentes pre-tratamentos. Na realidade, em alguns casos, foram produzidos purês com boas características, que poderiam ter sido úteis no preparo de néctares.

4.2.1. Rendimentos e características dos purês de cenoura

Na Tabela 22 estão apresentados os rendimentos de purê de cenoura, a partir da hortaliça branqueada em ácido acético 0,05N e logo desintegrada.

Para este experimento usou-se um lote de cenouras frescas do cultivar Imperador. A análise destas cenouras resultou em um teor de β -caroteno de 51,07 $\mu\text{g/g}$ e de α -caroteno 13,4 $\mu\text{g/g}$; somando um valor de vitamina A de 963 RE/100g.

GODOY (1993) havia encontrado valores de vitamina A de 798 e 899 RE/100g para as cenouras Imperador e Nantes, respectivamente. Por tanto, o valor achado no nosso estudo, concorda com esses dados, embora esteja bastante longe dos valores típicos apresentados nas Tabelas 6 e 7, e também relativamente longe da faixa 1200-2300 RE/100g relatado por HEINONEN (1990).

Pode-se notar que o purê obtido em moinho coloidal é, certamente, muito bom em termos de rendimento e riqueza de carotenóides, bem como de qualidade organoléptica. No entanto, seu elevado custo o faz inviável a nível comercial. Já o despulpador nas condições deste trabalho, não foi adequado para seu emprego na obtenção do purê de cenoura.

Tabela 22: Rendimentos de purê e conteúdo de carotenóides

Equipamento usado	β -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	α -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	Vitamina A (RE/100g)	Rendimento de purê (%)
Despolpador (peneira 0,08mm)	42,0	10,5	788	35
Moinho coloidal	51,0	13,1	959	100

*Média de duas determinações

Observou-se que os purês de cenoura tem que ser processados em equipamentos de aço inoxidável, de preferência o mais rapidamente possível. Caso isto não aconteça, o produto torna-se escuro pela oxidação química ou ação enzimática.

4.2.2. Rendimento e características dos sucos de cenoura

Os sucos de cenoura foram obtidos por prensagem das cenouras pretratadas com e sem acidificação. As suas características são exibidas na Tabela 23. Esses dados correspondem a uma experiência feita com um lote de cenouras (cv. Imperador) para determinar o efeito da acidificação nas características e no rendimento dos sucos. Deve-se lembrar que a acidificação promove a isomerização dos carotenos *trans*, causando diminuição da atividade vitamínica, mas, teria um efeito microbicida sobre a flora da cenoura e, segundo STEPHENS et alii (1971), estabiliza o suco.

Pelo exame dos dados apresentados na Tabela 23, pode-se constatar que houve diferença estatística significativa ao nível de 5%, entre os sucos de cenoura produzidos a partir de cenouras branqueadas em água e em solução acética, no que diz respeito ao β -caroteno e, conseqüentemente de vitamina A. Isto demonstraria que a acidificação durante o branqueamento, é recomendável.

Tabela 23: Características dos sucos de cenoura obtidos por prensagem

Parâmetro	Suco de cenoura branqueada	Suco de cenoura branqueada em ácido acético 0,05N
pH	5,2 ± 0,0 (a)	5,2 ± 0,0 (a)
Sólidos solúveis (°Brix)	8,6 ± 0,0 (a)	8,6 ± 0,0 (a)
β-caroteno (µg/g)	4,9 ± 0,6 (a)	7,5 ± 0,9 (b)
α-caroteno(µg/g)	2,4 ± 0,8 (a)	2,6 ± 1,5 (a)
Vitamina A (RE/100g)	101 ± 17 (a)	147 ± 27 (b)
Rendimento de suco	54,6 ± 0,2 (a)	57,8 ± 0,3 (a)

Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa ($P \leq 0,05$)

Por outra parte, na Tabela 24 estão refletidas as percentagens de β-caroteno e α-caroteno extraídos com o suco, em relação à cenoura crua.

Tabela 24: Percentagens de β-caroteno e α-caroteno extraídos nos sucos de cenoura a partir de cenoura branqueada em água e em ácido acético 0,05N

Amostra	β-caroteno (%)	α-caroteno (%)	Vitamina A (%)
Cenoura crua	100	100	100
Suco obtido de cenoura branqueada em água fervente	19,7	15,1	18,6
Suco obtido de cenoura branqueada em ácido acético 0,05N	30,3	16,7	27,1

Observando os dados da Tabela 24, nota-se que é extraído uma maior percentagem de β -caroteno do que α -caroteno nos sucos obtidos por prensagem, independentemente do pré-tratamento seguido. SIMS et alii (1993) haviam encontrado que o suco de cenoura continha 20,5% do β -caroteno potencial, e cerca de 3% do α -caroteno.

4.2.3. Suco de cenoura obtido com tratamentos enzimáticos

O emprego de enzimas na produção dos sucos foi altamente favorável no rendimento (Tabela 25). Houve diferença significativa ao nível de 5%, quanto ao uso de pectinases e celulases em face a celulases isoladamente. Isto era previsível em função da composição das paredes celulares na cenoura que, apresentam polissacarídeos do tipo das pectinas bem como de celulose e hemicelulose. WISEMAN (1985) indica que as pectinases são as enzimas mais comumente empregadas no tratamento dos vegetais destinados à produção de sucos.

Tabela 25: Rendimentos de suco de cenoura com tratamento enzimático

Enzima	Concentração de enzima (ml/Kg)	Temperatura (°C)	pH	Rendimento (%)
FT 93/03*	1	45	3,5	75,7 ± 0,3 (a)
FT 93/02*	1	45	3,5	73,3 ± 0,4 (a)
Celulase LA	1	45	3,5	59,0 ± 0,7 (b)
Controle	—	45	3,5	54,5 ± 0,5 (c)

*Misturas de enzimas (pectinases e celulases)

Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ($P \leq 0,05$)

As características de cor e sabor foram aparentemente iguais nos sucos obtidos por meios enzimáticos em relação aos sucos produzidos apenas por prensagem.

Em se tratando do aproveitamento dos carotenóides, fica evidente que os purês de cenoura são mais vantajosos do que os sucos de cenoura, pois contém elevados teores de β -caroteno. No entanto, os purês de cenoura apresentam uma textura pouco adequada pelas fibras. Portanto, os sucos de cenoura resultam de fato, opções mais aceitas pelos consumidores; porém, seu uso a nível comercial, precisaria da industrialização do sub-produto (a torta) para alimentação animal.

4.3. Características dos néctares acerola-cenoura

4.3.1. Análises físico-químicas gerais

Foram realizadas análises físico-químicas e químicas dos néctares após o preparo para caracterizá-los (Tabela 26). Além disso, algumas análises foram repetidas em três estágios do período de armazenamento, como controle da vida de prateleira (Tabela 27). As análises dos carotenóides e ácido ascórbico ao longo da estocagem estão apresentadas em 4.3.3. e 4.3.4..

No que diz respeito aos parâmetros reproduzidos na Tabela 27, pode-se constatar que não houve nenhuma modificação significativa ao longo da estocagem. Poderia ter-se registrado uma queda dos açúcares não redutores, sacarose basicamente, porém, isto não aconteceu. FIGUEIREDO et alii (1986) haviam achado 45% de hidrólise dos açúcares não-redutores no caso do néctar de jenipapo, pasteurizado e armazenado a altas temperaturas por seis meses.

Tabela 26: Características dos néctares acerola-cenoura após o preparo

	Néctar I	Néctar II
pH	3,8 ± 0,0	4,0 ± 0,0
Sólidos solúveis (°Brix)	12,2 ± 0,0	14,0 ± 0,0
Acidez (% de ác. cítrico)	0,3 ± 0,0	0,2 ± 0,0
Cinzas (%)	0,4 ± 0,0	0,4 ± 0,0
Sólidos totais (%)	12,5 ± 0,1	14,3 ± 0,0
Açúcares redutores (%)	2,7 ± 0,0	2,5 ± 0,0
Açúcares não-redutores (%)	8,1 ± 0,0	8,9 ± 0,1
Açúcares totais (%)	11,2 ± 0,0	11,9 ± 0,1
Ácido ascórbico (mg/100g)	203,2 ± 3,4	166,8 ± 3,1
β-caroteno (μg/g)	4,9 ± 0,2	5,3 ± 0,2
α-caroteno (μg/g)	1,7 ± 0,1	1,8 ± 0,1
Vitamina A (RE/100g)	95,8 ± 4,2	103,3 ± 4,2

Néctar I: 30% suco de acerola, 30% suco de cenoura e 40% xarope 20 °Brix

Néctar II: 25% suco de acerola, 35% suco de cenoura e 40% xarope 22 °Brix

Tabela 27: Controle de algumas características dos néctares acerola-cenoura durante o armazenamento em condições ambientais

	Mês 0	Mês 1	Mês 3
<u>Néctar I</u>			
pH	3,8 ± 0,0 (a)	3,9 ± 0,0 (a)	3,9 ± 0,0 (a)
Sólidos solúveis (°Brix)	12,2 ± 0,0 (a)	12,1 ± 0,0 (a)	12,2 ± 0,0 (a)
Acidez titulável (% ác.cítrico)	0,3 ± 0,0 (a)	0,3 ± 0,0 (a)	0,3 ± 0,0 (a)
Açúcares redutores (%)	2,7 ± 0,0 (a)	2,7 ± 0,0 (a)	2,6 ± 0,1 (a)
Açúcares não-redutores (%)	8,1 ± 0,0 (a)	8,2 ± 0,1 (a)	8,2 ± 0,0 (a)
Açúcares totais (%)	11,2 ± 0,0 (a)	11,3 ± 0,1 (a)	11,2 ± 0,1 (a)
<u>Néctar II</u>			
pH	4,0 ± 0,0 (a)	4,0 ± 0,0 (a)	4,0 ± 0,0 (a)
Sólidos solúveis (°Brix)	14,0 ± 0,0 (a)	14,0 ± 0,0 (a)	14,0 ± 0,0 (a)
Acidez titulável (% ác.cítrico)	0,2 ± 0,0 (a)	0,2 ± 0,0 (a)	0,2 ± 0,0 (a)
Açúcares redutores (%)	2,5 ± 0,0 (a)	2,5 ± 0,1 (a)	2,7 ± 0,1 (a)
Açúcares não-redutores (%)	8,9 ± 0,1 (a)	8,8 ± 0,0 (a)	8,7 ± 0,1 (a)
Açúcares totais (%)	11,9 ± 0,1 (a)	11,8 ± 0,1 (a)	11,9 ± 0,2 (a)

Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa ($P \leq 0,05$)

4.3.2. Análise de minerais

Na Tabela 28 estão mostrados os conteúdos médios dos minerais mais significantes nos néctares. Os teores dos elementos Zn, Cu e Fe estão dentro dos limites fixados pelas normas internacionais vigentes (Anexo 1). Em termos nutricionais, os dois néctares possuem teores expressivos de potássio, cálcio e magnésio. Segundo a National Academy of Sciences, as necessidades desses elementos são 1.400 – 2.000, 400 – 1.200 e 40 – 350 mg, respectivamente, segundo o peso e a idade (WILLIAMS & ROBERTS, 1992).

Tabela 28: Concentração de minerais comuns nos néctares acerola-cenoura (ppm)

Elemento	Néctar I	Néctar II
Cobre	0,5	0,5
Manganês	1,8	2,3
Ferro	2,6	2,9
Sódio	70	86
Zinco	3,3	2,5
Magnésio	79	86
Cálcio	111	97
Potássio	1.612	1.873

4.3.3. Mudanças na concentração de β -caroteno e α -caroteno durante o armazenamento dos néctares

As Tabelas 29 e 30 demonstram as mudanças do β -caroteno, do α -caroteno e do valor de vitamina A durante o armazenamento, para o néctar I e II, respectivamente. Esses mesmos dados estão graficados nas Fig. 13 e 14.

As mudanças nos dois casos tiveram algumas diferenças. O β -caroteno diminui 39% no néctar I, estatisticamente relevante. Já no caso do néctar II, o β - caroteno teve uma queda de 25%, que estatisticamente é significativo ($P \leq 0,05$). PADULA & RODRIGUEZ-AMAYA (1987) tinham constatado uma diminuição insignificante de β -caroteno em suco de goiaba engarrafado enquanto que, GODOY & RODRIGUEZ-AMAYA (1987) acharam 25% de queda em purê de manga engarrafada. Nos dois casos, o tempo de armazenamento foi de 6 meses. Um fato interessante é que as perdas acontecem depois do primeiro mês, de maneira mais acentuada.

As perdas de α -caroteno foram de 48% e 39% nos néctares I e II, respectivamente e ocorreram principalmente entre o segundo e terceiro mês de armazenamento. Apesar dessas perdas, os dois néctares ainda podiam cobrir boa parte das necessidades de vitamina A: O néctar I, 78 % e o néctar II, 100 %, depois dos seis meses de estocagem. Em cada caso, se considera 100 g de produto.

Acredita-se que a composição diferente, o pH, a acidez titulável e o oxigênio dissolvido tenham afetado no comportamento relativamente diferente do β -caroteno nos néctares I e II. No entanto, é possível admitir que a degradação oxidativa dos carotenos ocorre pela via dos radicais livres. O papel do ácido ascórbico como antioxidante dos carotenos parece não ter acontecido pela baixa concentração de cobre, que age como catalizador e pela elevada atividade de água dos néctares.

Por outra parte, nas Fig. 15 e 16 estão mostrados os espectros de absorção em éter de petróleo do β -caroteno e do α -caroteno, tal como foram obtidos nas diferentes análises de carotenos. Esses espectros são típicos de cada carotenóide e variam de acordo com o solvente; constituindo uma propriedade físico-química e inclusive um meio de análise qualitativa.

Tabela 29: Concentração de β -caroteno e α -caroteno no néctar I durante o armazenamento

Mês	β -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	α -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	Vitamina A (RE/100g)
0	4,9 \pm 0,2 (a)	1,7 \pm 0,1 (a)	95,8 \pm 4,2 (a)
1	4,7 \pm 0,3 (a)	1,9 \pm 0,0 (a)	94,2 \pm 5,0 (a)
2	3,4 \pm 0,1 (b)	1,5 \pm 0,0 (a)	69,2 \pm 1,7 (b)
3	3,3 \pm 0,3 (b)	0,9 \pm 0,1 (b)	62,5 \pm 5,8 (b)
4	2,9 \pm 0,2 (b)	1,0 \pm 0,0 (b)	56,6 \pm 3,3 (b)
5	3,1 \pm 0,5 (b)	1,0 \pm 0,1 (b)	60,0 \pm 7,5 (b)
6	3,0 \pm 0,2 (b)	0,9 \pm 0,1 (b)	57,5 \pm 4,2 (b)

Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ($P \leq 0,05$).

Tabela 30: Concentração de β -caroteno e α -caroteno no néctar II durante o armazenamento

Mês	β -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	α -caroteno ($\mu\text{g/g}$)	Vitamina A (RE/100g)
0	5,3 \pm 0,2 (a)	1,8 \pm 0,1 (a)	103,3 \pm 4,2 (a)
1	5,3 \pm 0,1 (a)	1,8 \pm 0,0 (a)	103,3 \pm 1,7 (a)
2	4,6 \pm 0,1 (b)	1,7 \pm 0,0 (a)	90,8 \pm 1,7 (b)
3	4,1 \pm 0,1 (b)	1,3 \pm 0,1 (b)	79,2 \pm 2,5 (b)
4	4,2 \pm 0,2 (b)	1,0 \pm 0,1 (b)	78,3 \pm 4,2 (b)
5	4,1 \pm 0,6 (b)	1,0 \pm 0,1 (b)	76,7 \pm 10,8 (b)
6	4,0 \pm 0,2 (b)	1,1 \pm 0,1 (b)	75,8 \pm 4,2 (b)

Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ($P \leq 0,05$).

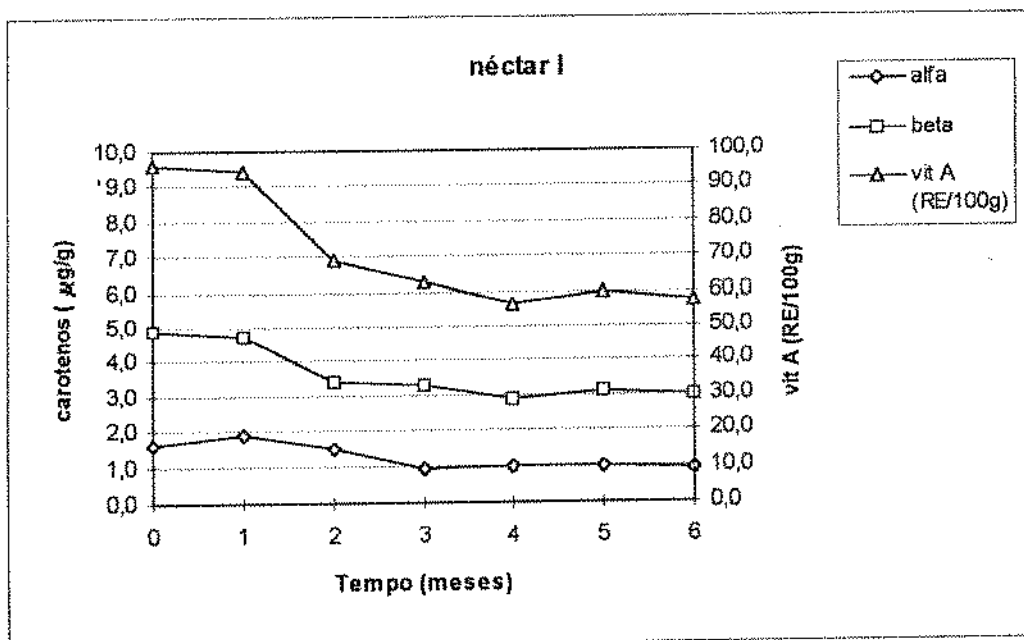


Figura 13: Mudanças nas concentrações do β -caroteno, α -caroteno e valor de vitamina A no néctar I, durante o armazenamento

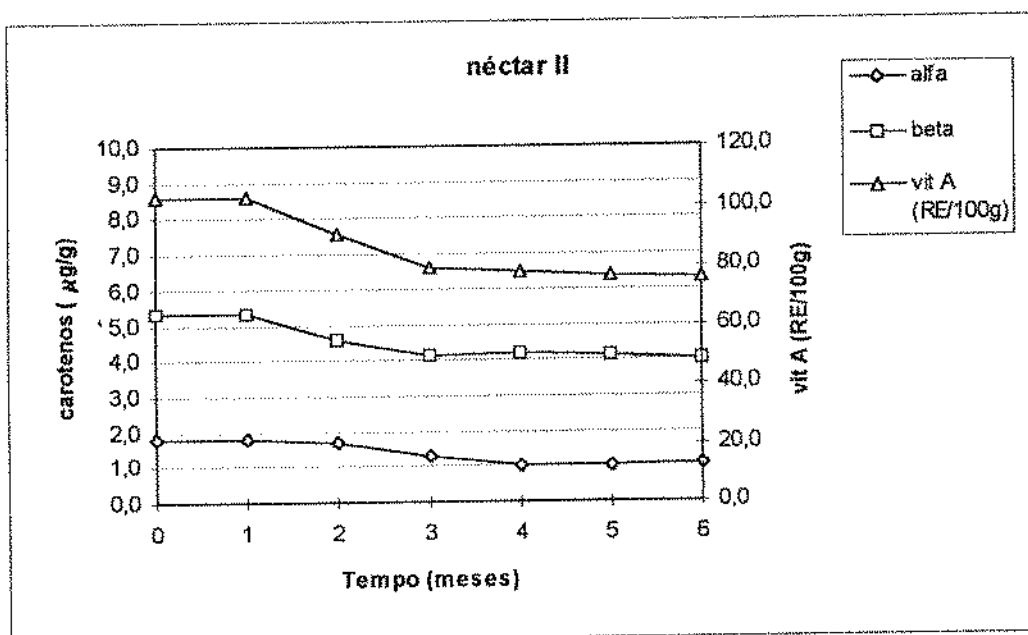


Figura 14: Mudanças nas concentrações do β -caroteno, α -caroteno e valor de vitamina A no néctar II, durante o armazenamento

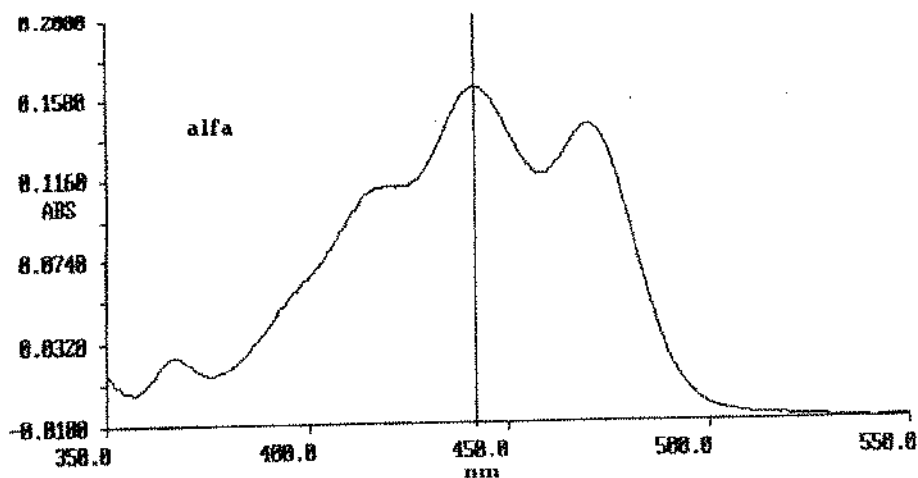


Figura 15: Espectro de absorção do α -caroteno em éter de petróleo

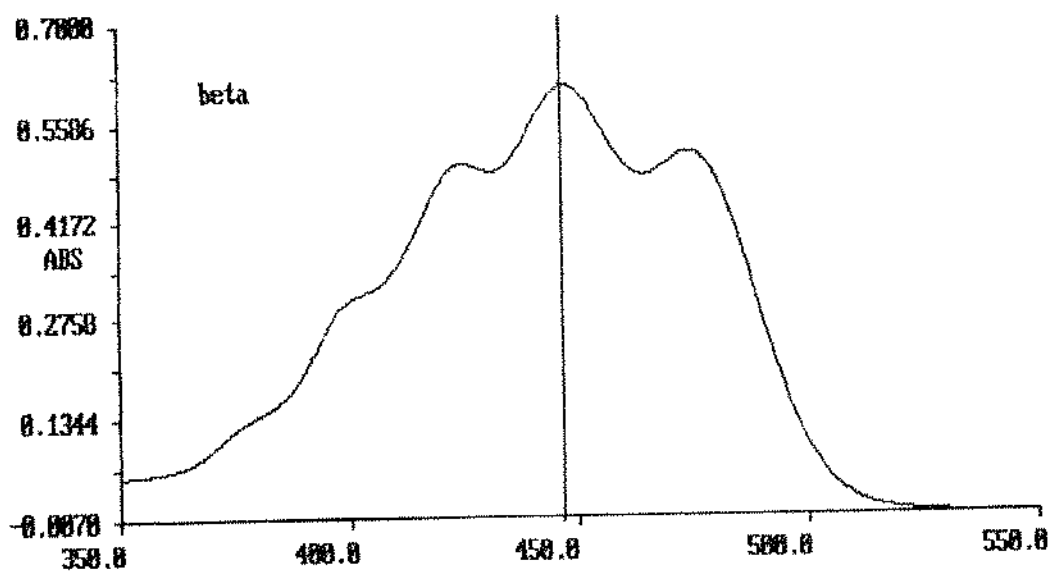


Figura 16: Espectro de absorção do β -caroteno em éter de petróleo

4.3.4. Mudanças na concentração de ácido ascórbico nos néctares acerola-cenoura durante o armazenamento

A degradação do ácido ascórbico nos néctares teve duas etapas. Na primeira, até três meses depois do preparo, houve uma queda maior; cerca de 12% no néctar I e quase 20% no néctar II. Muito provavelmente, estas degradações tenham ocorrido basicamente pelo mecanismo aeróbico.

Entre os meses de 3 e 6, se pode registrar outra etapa, onde as perdas de ácido ascórbico nos dois casos, foram consideravelmente menores. Nesta segunda etapa, o mecanismo de degradação principal teria sido o anaeróbico, uma vez que a concentração de oxigênio dissolvido tenha alcançado o equilíbrio.

O comportamento descrito está de acordo com o assinalado por KENNEDY et alii (1992).

Nos seis meses de armazenamento, o néctar I reteve 82,1% do ácido ascórbico e o néctar II, 78,1%. Pela análise estatística de regressão, encontrou-se que as velocidades das perdas mensais foram 6,55 mg/100g (néctar I) e 6,06 mg/100g (néctar II).

Em todo o período de armazenamento, inclusive depois dos seis meses, os dois néctares ultrapassam as necessidades de vitamina C. Desta forma 100g do néctar I podiam aportar 280% das necessidades de um adulto, enquanto que uma quantia similar do néctar II fornecia 217%.

A Tabela 31 reproduz as concentrações do ácido ascórbico ao longo do tempo, enquanto que, a Fig. 17 apresenta esses dados graficados.

Tabela 31: Concentrações de ácido ascórbico nos néctares acerola-cenoura durante o armazenamento (mg/100g)

Mês	Néctar I	Néctar II
0	203,3 ± 3,9 (a)	166,8 ± 3,1 (a)
1	203,2 ± 0,4 (a)	154,9 ± 0,0 (b)
2	187,3 ± 0,4 (b)	144,8 ± 1,0 (c)
3	178,6 ± 0,0 (c)	133,7 ± 0,0 (d)
4	176,7 ± 0,0 (c)	133,3 ± 0,0 (d)
5	171,0 ± 0,0 (cd)	130,3 ± 1,1 (d)
6	167,0 ± 0,2 (d)	130,3 ± 2,1 (d)

Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ($P \leq 0,05$).

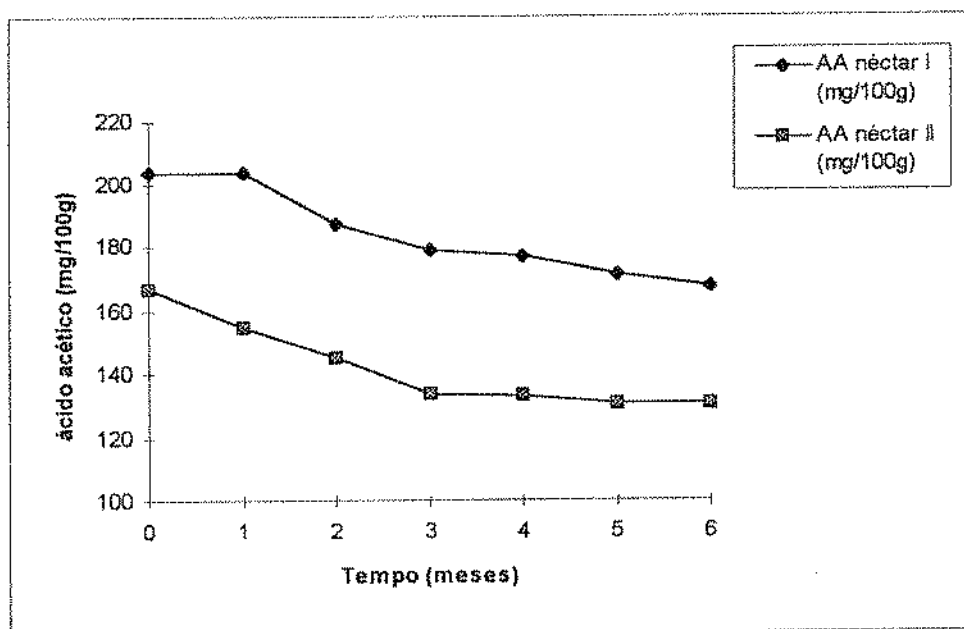


Figura 17: Concentração de ácido ascórbico durante o armazenamento nos néctares acerola-cenoura

4.3.5. Controles microbiológicos

Não foi evidenciado crescimento microbiano nas análises microbiológicas feitas após 0,1 e 6 meses (contagem total, bolores e leveduras, coliformes, bactérias lácticas). Desta forma, verificou-se que o tratamento térmico praticado (15 min, 97,5°C) foi suficiente para atingir a esterilidade comercial.

4.3.6. Avaliação objetiva da cor

A avaliação objetiva da cor dos néctares foi feita no início e no final do período de armazenamento. Na Tabela 32 estão registrados os valores dos parâmetros L*(luminosidade) a*(vermelho) e b*(amarelo) obtidos.

Tabela 32: Avaliação objetiva da cor dos néctares acerola-cenoura

	Mês 0	Mês 6
<u>Néctar I</u>		
L*(luminosidade)	40,3 ± 3,9 (a)	36,7 ± 0,7 (a)
a*(componente vermelho)	12,0 ± 1,8 (a)	10,2 ± 1,0 (a)
b*(componente amarelo)	21,8 ± 1,3 (a)	19,6 ± 0,2 (a)
<u>Néctar II</u>		
L*(luminosidade)	36,9 ± 2,0 (a)	33,8 ± 0,5 (a)
a*(componente vermelho)	12,6 ± 0,7 (a)	12,0 ± 0,4 (a)
b*(componente amarelo)	19,6 ± 0,3 (a)	18,2 ± 0,2 (a)

Letras iguais na mesma coluna indicam que não há diferença significativa ($P \leq 0,05$).

Embora estatisticamente não existam diferenças significativas ($P \leq 0,05$) pode-se notar que existe uma queda dos três parâmetros, o que reflete a diminuição da concentração dos carotenos. MUNSCH & SIMARD (1983) frisaram o fato de que a concentração dos carotenos e principalmente do β -caroteno, no suco de cenoura, afeta os três valores. Essa correlação também poderia existir nos néctares estudados.

O decréscimo dos valores L^* , a^* , b^* implicaria um escurecimento dos néctares que, além das perdas dos carotenos, pode ser devido a degradação (aeróbica e anaeróbica) do ácido ascórbico que produz pigmentos escuros (LEE, 1983). Na realidade, esse escurecimento não foi perceptível visualmente, mesmo depois dos 6 meses de armazenamento.

4.3.7. Avaliação sensorial

A Tabela 33 permite observar os resultados conseguidos nas avaliações sensoriais. Os dois néctares foram julgados pelos provadores como aceitáveis, nas diferentes degustações. As qualificações foram geralmente “gostei ligeiramente” e “gostei moderadamente” tanto para o sabor quanto para a cor.

Tabela 33: Avaliação sensorial dos néctares acerola-cenoura

	Meses			
	0	1	3	6
<u>Néctar I</u>				
Sabor	6,4 ± 1,8 (a)	6,1 ± 1,8 (a)	6,6 ± 1,6 (a)	6,2 ± 1,7 (a)
Cor	6,4 ± 1,7 (a)	6,1 ± 1,5 (a)	6,4 ± 1,9 (a)	5,9 ± 1,3 (a)
<u>Néctar II</u>				
Sabor	6,4 ± 1,6 (a)	6,2 ± 1,4 (a)	6,6 ± 1,6 (a)	6,4 ± 1,6 (a)
Cor	6,1 ± 1,6 (a)	6,1 ± 1,4 (a)	6,8 ± 1,8 (a)	6,5 ± 1,5 (a)

Letras iguais na mesma linha indicam que não há diferença significativa ($P \leq 0,05$).

Não se observaram diferenças significativas ao nível de 5%, entre as aceitabilidades dos dois néctares em nenhum dos testes. Considerando o fator tempo, também não houve diferença significativas em nenhum dos néctares, tanto no sabor quanto na cor.

No que diz respeito à cor dos néctares, a formulação II obteve valores correspondentes a “gostei ligeiramente” (6,3 e 6,1) nas duas primeiras avaliações, atingindo nas outras duas, notas correspondentes a “gostei moderadamente” (6,8 e 6,5).

Em relação à cor do néctar I, constatou-se que no último mês, a nota atingida (5,9) foi “indiferente”. Este fato poderia estar ligado a uma certa perda da cor inicial, causada pela perdas de carotenos e a degradação do ácido ascórbico.

No geral, os néctares acerola-cenoura receberam bons comentários em relação à cor, sabor e aroma. Algumas críticas foram feitas no caso do néctar II, “sabor a cozido” e “muito doce”.

As Fig. 18 e 19 demonstram as distribuições das aceitabilidades dos provadores no terceiro mês, no qual os néctares atingiram uma estabilidade evidente.

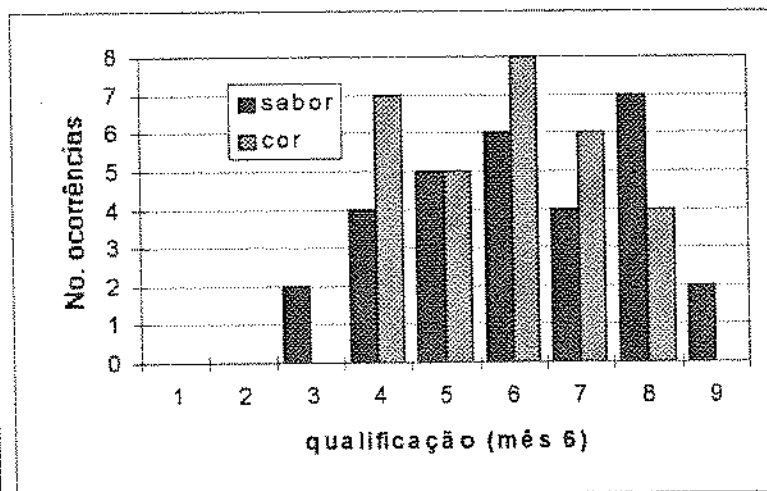
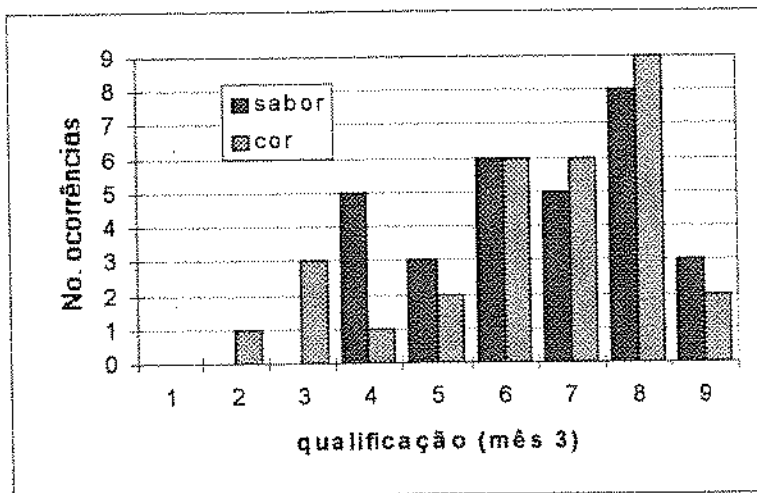
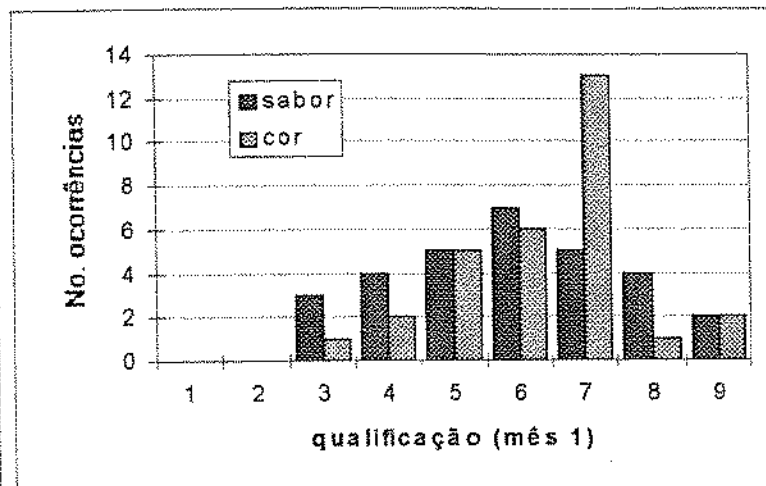
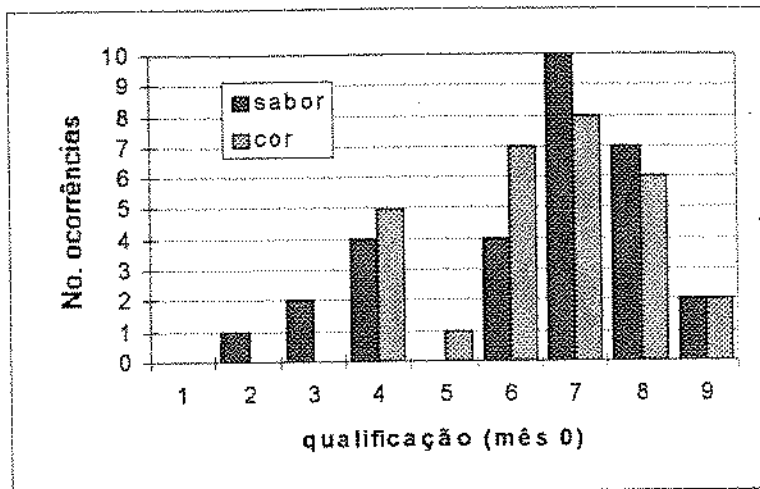


Figura 18: Distribuição das aceitabilidades do néctar I (meses 0, 1, 3 e 6)

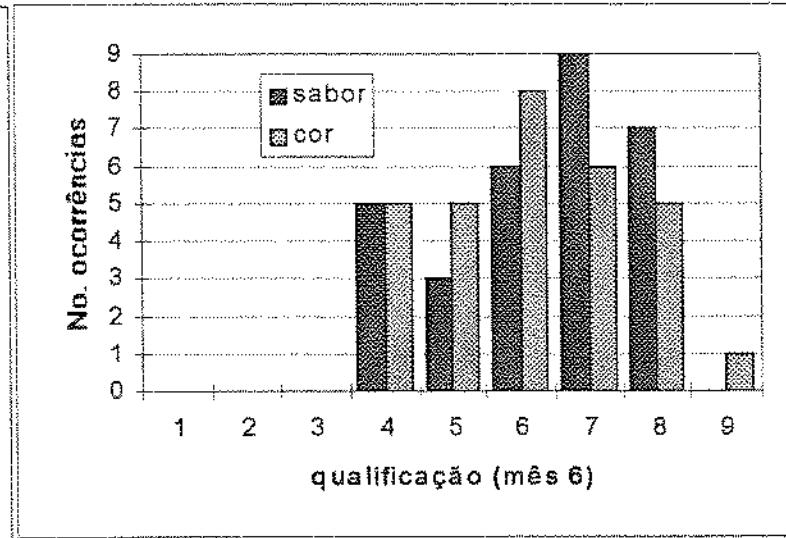
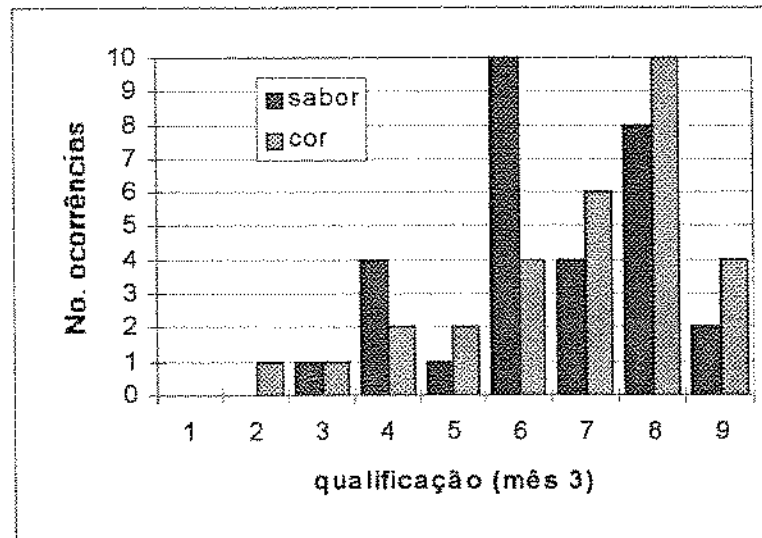
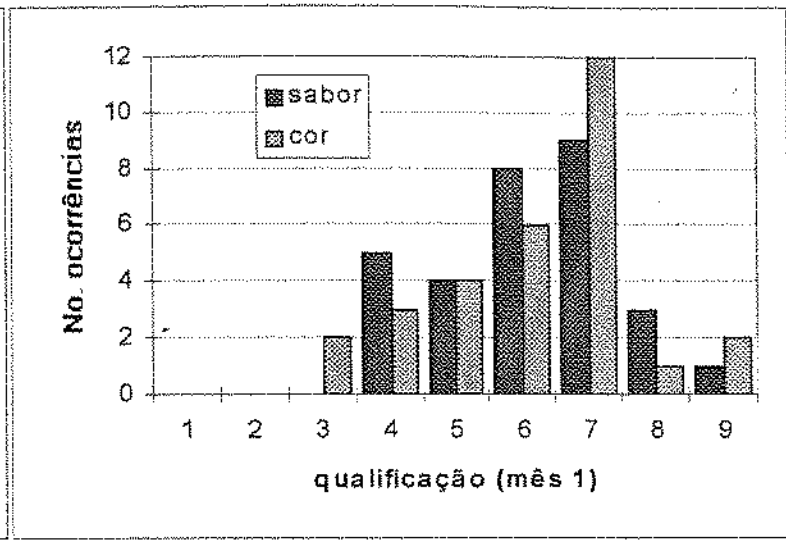
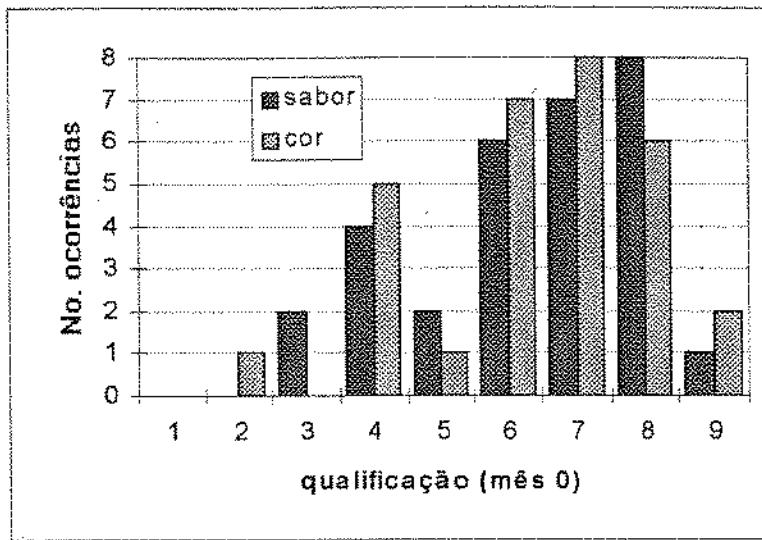


Figura 19: Distribuição das aceitabilidades do néctar II (meses 0, 1, 3 e 6)

5. CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, pode-se concluir que:

1. A vida-de-prateleira dos dois néctares de acerola-cenoura estudados, é de pelo menos seis meses, já que nesse período, as características sensoriais, físico-químicas, microbiológicas e nutricionais demonstraram uma boa estabilidade.
2. As perdas relativas de α -caroteno nos dois néctares foram maiores do que as perdas de β -caroteno; 39 – 48% e 25 – 39%, respectivamente, durante a estocagem. Em ambos os casos, a velocidade de degradação foi maior nos três primeiros meses. Apesar do diferente grau das perdas, pode-se dizer que o comportamento dos carotenos nos dois néctares foi semelhante.
3. As perdas de ácido ascórbico, nas condições do estudo, foram relativamente baixas, 18% no néctar I e 22% no néctar II, nos seis meses de armazenamento. Nos primeiros três meses as perdas aconteceram com maior velocidade, possivelmente pelo mecanismo aeróbico. Depois, o mecanismo teria se tornado anaeróbico. O ácido ascórbico evidenciou mudanças semelhantes nos dois néctares estudados.
4. Depois do período de armazenamento de seis meses, 100g do néctar I podiam apontar 280% e 78% das necessidades diárias de vitamina C e vitamina A, respectivamente. Enquanto isso, 100g do néctar II podiam cobrir 217% e 100% das necessidades diárias de vitamina C e vitamina A, respectivamente.
5. As duas formulações dos néctares não apresentaram diferença significativa quanto á aceitabilidade, ao nível de 5%, sendo que ambos foram julgados como aceitáveis em todas as avaliações às que foram submetidas, nos seis meses de estocagem.

6. As garrafas de vidro constituíram-se em embalagens razoavelmente adequadas para os dois néctares acerola-cenoura estudados, apesar da fotosensibilidade dos carotenos e do ácido ascórbico.

7. Pelos estudos realizados, fica difícil estabelecer qual dos dois néctares seria mais recomendável para ser produzido comercialmente. No entanto, segundo os comentários feitos pelos degustadores durante as avaliações sensoriais, o néctar I aparece com uma ligeira vantagem.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. ANASTASAKIS, M.; LINDAMOOD, J.B.; CHISM, G.W.; HANSEN, P.M.T. Enzymatic hydrolysis of carrot for extraction of a cloud-stable juice. **Food Hydrocolloids** 1(3): 247-261, 1987.
2. ANDERSON, R. & THERON, A.J. Physiological potential of ascorbate, β -carotens and α -tocopherol individually and in combination in the prevention of tissue damage, carcinogenesis and immune dysfunction mediated phagocyte-derived reactive oxidants. In: Bourne, G. N. (ed) **Aspects of some vitamins, minerals and enzymes in health and disease**. Ed. Basel Karger, 62: 27-58, 1990.
3. AOAC. Official Methods of Analysis, 14th ed. Association of Analytical Chemists, Arlington, VA, USA, 1984.
4. APHA. Compendium of methods for the microbiological examination of foods. Speck, M. (editor). American Public Health Association, 1980.
5. ARIMA, H.K. & RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Carotenoid composition and vitamin A value of commercial brazilian squashes and pumpkins. **J. Micronutrient Anal.**, 4(3): 177-191, 1988.
6. ASENJO, C.F. Nutrient composition, flavor qualities and other characteristics of the West Indian cherry (WIC). **Am. Chem. Soc. abst. of papers.** 176, AGFD 49, 1978.
7. BALL, G.F.M. **Fat-soluble vitamin assays in food analysis-A comprehensive review.** Elsevier Appl. Sci., 1988, 326 p.
8. BAUERFEIND, J.C. Vitamina A- utilización y tecnología **Alimentación y nutrición**, 6(1): 11-23, 1980.

9. BAWA, A.S. & SAINI, S.P.S. Effect of method of preservation on the storage quality of carrot juice. **Indian Food Packer**, 41(1): 42-46, 1987 (abstract).
10. BAYLEY, H.L. & BAYLEY, E.Z. Hortus Third, a concise dictionary of plants cultivated in the United States and Canada. Macmillan Publ. Co. Inc., N.Y., 1976, 1290 p.
11. BENDICH, A. Non-provitamin A activity of carotenoids: immunoenhancement. **Trends in Food Sci. and Technol.**, Elsevier Sci. Publ. Ltd., 127-130, 1991.
12. BENSIMON, C. Ojo al kiwi, llega la *Malpighia puniceifolia*. **Ceres-Revista de la FAO**, 132: 9-10, 1991.
13. BERRY, R.E.; WAGNER, C.J.; SHAW, P.E. Promising products from tropical fruits. **Food Product Development**, 11(4): 109-112, 1977.
14. BIELIG, H.J. & WOLF, J. Fermentation von möhrenmaische zur ent saftung durch dekanter. **Flüssiges Obst**, 40(10): 413-415, 1973.
15. BRADLEY, D.G. & MIN, D.B. Singlet oxygen oxidation of foods. **Critical Reviews in Food Sci. and Nutr.**, 31(3): 211-236, 1992.
16. BUSTOS, A.; MATAALLANA, M.C.; ORZAEZ, M.T.; DIAZ, A. Incidencia de la acción del frío sobre el contenido en β -caroteno en vegetales. **Alimentaria**, 238:35-39, 1992.
17. CARBALLIDO, A. & FUENTES, M.E. Vitamina C en vegetales congelados. **Anal. Bromatol.**, 30(2): 99-106, 1978.
18. CARDONA, A.; CASTELO, M.; SANJUAN, E.; MILLAN, R.; GOMEZ, R. Zumos de fruta. Principios generales de elaboración y estabilidad. **Alimentaria**, 232: 53-56, 1992.

- 19.CEANE. Determinação dos níveis máximos de ingestão de cada nutriente, Centro de Estudos de Alimentação e Nutrição no Esporte. **Alimentação e Nutrição**, 57: 34-38, 1993.
- 20.CHAN, H.T. & CAVALETTO, C.G. Aseptically packaged papaya and guava purée: changes in chemical and sensory quality during processing and storage. **J. Food Sci.**, 47: 1164-1174, 1982.
- 21.CID, C.; ASTIASARAN, I.; BELLO, J. Modificaciones en el contenido de vitamina C en zumos naturales desde su elaboración hasta su posible consumo. **Alimentaria**, 224: 41-35, 1991.
- 22.EWAIDAH, E.H. Studies on commercially canned juices produced locally un Saudi Arabia: Part 3-Phisicochemical, organoleptic and microbiological assesment, **Food Chem.**, 44: 103-111, 1992.
- 23.FIGUEIREDO, R.W.; MAIA, G.A.; FROTA, L.F.; MONTEIRA, J.C. Processamento e estabilidade de néctares de Jenipapo submetidos a diferentes métodos de conservação. **Pesq. agropec. bras.**, 21(10): 1077-1084, 1986.
- 24.FLORA, L.F. Optimum quality parameters of muscadine grape juices, beverages and blends. **J. of Food Quality**, 2(3): 219-229, 1979.
- 25.FRANCO, G. **Tabela de Composição química dos alimentos**. 9a ed., Atheneu, SP, 1992, 307 p.
- 26.FRUXEX,, Apostila do Ministério de Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária, 1994, 4p.
- 27.GAVA, A. Processamento asséptico de sucos de frutas. **Alimentação**, 76: 32-44, 1985.

28. GERALDINI, A.M.; DELAZARI, I.; LEITÃO, M.F.; OLIVEIRA, C.M.; UBOLDI EIROA, M.N. Caracterização de bactérias lácticas em alimentos. I. Avaliação de meios sólidos para contagens de culturas puras. **Boletim do ITAL**, 16(1): 53-64, 1979.
29. GODOY, H.T. Estudo de carotenóides e pró-vitamina A em alimentos - Tese Doutorado, Universidade Estadual de Campinas, 1993, 185 p.
30. GODOY, H.T. & RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids on processing and storage of mango (*Mangifera indica*) slices and purée. **Ind. J. Food Sci. Technol.**, 22: 451-460, 1987.
31. GODOY, H.T. & RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Comportamento dos carotenóides de purê de mamão (*Carica papaya*) sob processamento e estocagem. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, 11(2): 210-220, 1991.
32. GOLDONI, J.S.; CEREDA, M.P.; CEREDA, E.; CAGLIARI, A.M. Variação do teor de ácido ascórbico em suco integral durante armazenamento pelo frio. I. Morango (*Fragaria* sp). **ABIA**, 55: 24-30, 1981.
33. GREGORY, J.F. Chemical changes of vitamins. In: Richardson, T. & Finlay, J.W. eds. **Chemical changes in food during processing**. AVI Publ. Co., 1985. p. 373-408.
34. HEINONEN, M.I. Carotenoids and provitamin A activity of carrots (*Daucus carota* L.) cultivars. **J. Agr. Food Chem.** 38(3): 609-612, 1990.
35. HOARE, M.; JONES, S.; LINDSAY, J. Total vitamin C analysis of orange juice. **Food Australia**, 45(7): 341-345, 1993.
36. HOMNAVA, A.; PAYNE, J.; KOEHLER, P.; EITENMILLER, R. Provitamin A (α -carotene, β -carotene and β -cryptoxanthin) and ascorbic acid content of japanese and american persimmons. **J. Food Quality**, 13: 85-95, 1990.

- 37.ICONTEC. **Normas Colombianas N° 659, 1978, 5P.**
- 38.IMERL, A.G. & KNORR, D. Effects of chitosan on yield and compositional data of carrot and apple juice. **J. Food Sci.**, 53(6): 1707-1709, 1988.
- 39.ITOO, S.; AIBA, M.; ISHIHATA, K. Comparison of ascorbic acid content in acerola fruit from different production region depend on degree of maturity and its stability by processing. **Nippon Shokuhin Kagyo Gakkaishi**, 37(9): 726-729, 1990.
- 40.KALRA, S.K. & TANDON, D.K. Guava nectars from sulphited pulp and their blends with mango nectar. **Indian Food Packer**, 38(1): 74-77, 1984.
- 41.KANNER, J. & BUDOWSKI, P. Carotenes in typical and dark orange carrots. **J. Agric. Food Chem.**, 35(6): 1017-1022, 1987.
- 42.KANNER, J. & MENDEL, H. Carotene oxidizing factors en red pepper fruits (*Capsicum annuum L.*). Ascorbic acid. **J. Food Sci.**, 41: 1830-1835, 1976.
- 43.KENNEDY, J.F.; RIVERA, Z.S.; LLOYD, L.L.; WARNER, F.P.; JUMEL, K. L-ascorbic acid stability en aseptically processed orange juice in Tetra-brik cartons and the effect of the oxygen. **Food Chem.**, 45: 327-33, 1992.
- 44.KHURDIYA, D.S. Composition and quality of nectar prepared from blended pulps of Amrapali and Totapuri Mangoes. **J. Food Sci. Technol.**, 30(2): 139-140, 1993.
- 45.KIM, W.S. & KIM S.Y. Effects of blanching condition, acid and alkali treatment on the qualities of carrot juice. **Reports of Agr. Sci. Technol.**, 10(1): 135-145, 1983.
- 46.KRINSKY, N.I. Carotenoid protection against oxidation. **Pure Appl. Chem.**, 51: 649-660, 1979.
- 47.LEE, F.A. **Basic Food Chemistry.** The Avi Publ. Co. Inc., 1983, 564 p.

48. LEITÃO, M.F. Microbiologia de sucos e produtos ácidos. **Boletim do ITAL**, 33: 9-42, 1973.
49. LEITÃO, M.F.; DELAZARI, I.; EIROA, M.N.; ARIMA, H.K. Avaliação de sucos, refrigerantes, refrescos, néctares e xaropes em face dos padrões microbiológicos brasileiros. **Boletim do ITAL**, 49, 750-91, 1977.
50. LEME, J.; FONSECA, H.; NOGUEIRA, J.N. Variação do teor de ácido ascórbico e β -caroteno em cereja das Antilhas (*Malpighia puniceifolia* L.) liofilizada. **Arch. Latinoam. de Nutrición**, 23(2): 207-215, 1973.
51. LEVINE, M. & MORITA, K. Ascorbic Acid. In: McCormick, D.B. (ed.) **Vitamins and hormones**. Academic Press Inc., 1985, 372 p.
52. LOMBRAÑA, J.I. & DIAS, J.M. Rheological and chemical changes in stored carrot juice. **Can. Inst. Food Sci. Technol. J.**, 18(3): 213-219, 1985
53. LUH, B.S. & EL-TINAY, A.H. Nectars, pulpy juices and fruit juice blends. In: Nagy, S.; Shu, C.; Shaw, P.E. (eds.) **Fruit juice processing technology**. Agscience Inc., Fla. USA, 1993, 713 p.
54. MALAYSIAN-STANDARD, MS 1027, 1986, 8 P.
55. MANGELS, A.R.; BLOCK, G.; FREY, C.M.; PATTERSON, B.N.; TAYLOR, P.R.; NORKUS, E.P.; LEXANDER, D.A. The bioavailability to humans of ascorbic acid from oranges, orange juice and cooked broccoli is similar to that of synthetic ascorbic acid. **J. Nutr.**, 123: 1054-1061, 1993.
56. MARK, H.F.; OTHMER, D.F.; OVERBERGER, C.G. **Encyclopedia of Chemical Technology Kirk-Othmer**. J.Wiley & Sons, 1984, Vol. 24, 917 p.

- 57.MASSIOT, P.; BARON; A. DRILLEAU, J.F. Enzymatic hydrolysis of carrot cell-wall polysaccharides, in situ or after isolation as alcohol insoluble residue. **Acta Alimentaria**, 21(3-4): 253-260, 1992.
- 58.MASSIOT, P.; GUILLER, I.; BARON, A.; DRILLEAU, J.F. Cell wall polysaccharides modifications during heat treatment and enzymatic degradation of carrot tissues. **Lebensm. Wiss. U.-Technol.**, 25(6): 559-563, 1992.
- 59.MASSIOT, P.; ROUAU, X.; THIBAUT, J.F. Characterization of cell-wall polysaccharides of carrot. **Food Hydrocolloids**, 1(5/6): 541-544, 1987.
- 60.MAUR, I. & MAUR, P. Effect of variety and processing procedure on contents of important nutrients in semi-manufactures carrot products. **Prumyst Potravin**, 30(6): 317-328, 1979 (abstract).
- 61.MAZZA, G. Carrots. In: Eskin, N.A.M. **Quality and preservation of vegetables**. CRC Press, 1989, 313 p., 75-119.
- 62.MILLER, C.D.; WENKAM, N.S.; FITTING, K.O. Acerola nutritive value and home use. **Hawaii Agr. Exp. Sta.**, Circ. N° 59, 1961.
- 63.MITJAVILA, S. Sustancias naturales nocivas en los alimentos. In: Derach, R. (Coord.). **Toxicologia y seguridad de los alimentos**. Omega-Barcelona, 1990, 491 p. p.109-132.
- 64.MONTES, L.A. **Bromatologia**, Ed. Universitaria de Buenos Aires, Vol II, 315-318, 1981.
- 65.MONZINI, A.; NANI, R.; RIZZOLO, A. Studies of fruit nectars: characteristics considerations. **Industrie-delle-Bevande**, 18(99): 1-7, 1989.
- 66.MORALES, J.C. Frutas tropicales: características y propiedades físico-químicas. **Tecnol. Aliment. (Mex)**, 11:205-223, 1976.

- 67.MOSER, U. & BENDICH, A. Vitamin C In: Machlin, L. J., ed. **Handbook of vitamins**. Marcel Dekker, Ins., 1991, p. 195-227.
- 68.MUNSCH, M.H.; SIMARD, R.E.; GIRARD, J.M. Blanchiment, broyage et macération enzymatique dans la fabrication du jus de carottes. 1. Effets sur le rendement et quelques caractéristiques physico-chimiques. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, 19: 229-239, 1986a.
- 69.MUNSCH, M.H.; SIMARD, R.E.; GIRARD, J.M. Blanchiment, broyage et macération enzymatique dans la fabrication du jus de carottes. 2. Effets sur l'extraction des minéraux et de l'azote. **Lebensm.-Wiss. u.-Technol.**, 19: 240-248, 1986b.
- 70.MUNSCH, M. H.; SIMARD, R.E.; GIRARD, J.M. Relationships on colour and carotene content of carrot juices. **Can. Inst. Food Sci. Technol J.**, 16(3): 173-178, 1983.
- 71.MUTHUKRISHNAN, C.R. & PALANISWAMY, K.P. A a study on the West Indian cherry products. **Indian Food Packer**, 26(4): 34-37, 1972.
- 72.NAGY, S.; SHU, C.; SHAW, P.E. (eds). **Fruit juice processing technology**. Agscience Inc. Fla, USA, 1993, 713 p.
- 73.NAKASONE, H.V.; MIYASHITA, R.K.; YAMANE, G.M. Factors affecting ascorbic acid content of the acerola (*Malpighia glabra L.*) **Proceedings of the Am. Soc. Horticultural Sci.**, 89: 161-166, 1966.
- 74.NAVARRO, F. & COSTA, F. Evaluación del color del pimentón por colorimetria de triestimulos. **Rev. Española de Ciencia y Tecn. de Alim.**, 33(4): 427-434, 1993.
- 75.PADULA, M. & RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Changes in individual carotenoids and vitamin C on processing and storage of guava juice. **Acta Alimentaria**, 16(3): 209-216, 1987.

76. PENNACCHIOTTI, I. El ácido ascórbico en la nutrición y en la tecnología de los alimentos. **Alimentos**, 14(2): 37-40, 1988.
77. PLAT, D.; BEN-SHALOM, N.; LEVI, A.; REID, D.; GOLDSCHMIDT, E.E. Degradation of pectic substances in carrots by heat treatment. **J. Agric. Food Chem.**, 36: 362-365, 1988.
78. POLESELLO, A. & RIZZOLO, A. Applications of HPLC to the determination of water soluble vitamins in foods (a Review 1981-1985) **J. Micronutrient Analysis**, 2(3): 152-188, 1986.
79. RAHMAN, A.R.; HENNING, W.L.; WESTCOTT, D.E. Histological and physical changes in carrots as affected by blanching, cooking, freezing and compression. **J. Food Sci.**, 36: 500-502, 1971.
80. RAMOS, M.; GONZALEZ, J.; REUVERS, T.; RUIZ, E. Contenido de vitaminas A, C y E en diferentes tipos de alimentos del mercado español. **Alimentaria**, 208: 51-59, 1989.
81. RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Critical review of provitamin A determination in plant foods. **J. Micronutrient Anal.**, 5: 191-225, 1989.
82. ROSS, A.C. & TERNUS, M.E. Vitamin A as a hormone: recent advances in understanding the actions of retinol, retinoic acid and β -carotene. **J. Am. Diet. Ass.**, 93: 1285-1290, 1993.
83. ROY, S.K.; SINGH, R.N.; SINGH, R. Studies on evaluation some of mango varieties of north India for processing as nectars. **Indian Food Packer**, 26(5): 5-8, 1972.
84. SAENZ, H. Jugos de maracuyá. **Alimentos**, 14(2): 37-40, 1989.
85. SALDANA, G.; MEYER, R.D.; LIME, B.J. Carrot-passion fruit drinks. **J. Rio Grande Valley Hort. Soc.**, 33:37-41 (1979).

- 86.SALDANA, G.; STEPHENS, T.S.; LIME, B.J. Carrot beverages. **J. Food Sci.**, 41: 1243-1244, 1976.
- 87.SALOMON, E.A.; KATO, K.; DE MARTIN, Z.J.; DA SILVA, S.D.; MORI, E.E. Estudo das composições (blending) do néctar de mamão-maracujá. **Boletim do ITAL**, 51: 165-179, 1977.
- 88.SCHMITT, R. How to put a raw carrot through the neck of a bottle liquefaction of fruits and vegetables by enzyme treatment. **Fluessiges Obst**, 48(8): 239-240, 1981.
- 89.SEMBA, R.D. Vitamin A, Immunity and Infection, **Clin. Infectious Dis.**, 19:489-499, 1994.
- 90.SIMON, P.W. & WOLFF, X.Y. Carotenes in typical and dark orange carrots. **J. Agric. Food Chem.**, 35(6): 1017-1022, 1987.
- 91.SIMPSON, K.L. Chemical changes in natural food pigments. In: Richardson, T. & Finlay, J.W. eds. **Chemical changes in food during processing**. AVI Publ. Co., 1985. p. 409-441.
- 92.SIMS, C.A.; BALABAN, M.O.; MATTHEWS, R.F. Optimization of carrot juice color and cloud stability. **J. Food Sci.**, 58(5): 1129-1131.
- 93.SOOD, D.R.; RAM, T.; DHINDSA, K.S.; PARTAP, P.S. Carbohydrates and pigment assays in forty one genotypes of carrot (*Daucus carota L.*) **J. Food Sci. Technol.**, 30(2): 145-147, 1993.
- 94.SPLITTSTOESSER, W.E. **Vegetable growing handbook**. AVI Publ. Co. Inc., 1979, 298 p.
- 95.SREENATH, H.K.; FREY, M.D.; RADOLA, B.J.; SCHERZ, H. Degradation of a washed carrot preparation by cellulases and pectinases. **Biotechnol. & Bioeng.**, 26: 788-796, 1984.

96. STEPHENS, T.S.; SALDANA, G.; BROWN, H.E.; GRIFITHS, F.P. Stabilization of carrot juice by dilute acid treatment. **J. Food Sci.**, 36: 36-38, 1971.
97. STEPHENS, T.S.; SALDANA, G.; BROWN, H.E.; LIME, B.J. Neutralized Juice of acid-treated carrots. **J. Food Sci.**, 41: 1245-1246, 1976.
98. TEE, E.S. Carotenoids and retinoids in human nutrition. **Critical Reviews un Food Sci. and Nutric.**, 31(1/2): 103-163, 1992.
99. TEE, E.S. & LIM, C.L. Carotenoid composition and content of Malasyan vegetables and fruits by the AOAC and HPLC methods. **Food Chem.**, 41:309-339, 1991.
100. THE MERCK INDEX - **An Encyclopedia of chemicals, drugs and biologicals**, Merck & Co. Inc. Rahway, N.J., USA, 1983.
101. TRAVERSI, D.; TAFURO, C. ; LEO, P. Enzymatic liquefaction of vegetable tissues. **Rivista della societá Italiana di Scienza dell' Alimentazione**, 17(4): 249-254, 1988.
102. VALADON, L.R.G. & MUMMERY, R.S. Effect of carring and storage on carotenoids (vitamin A activity) and vitamin C in spanish and turkish oranges. **J. Sci Food Agr.**, 32: 737-743, 1981.
103. WATT, B.K. & MERRIL, A.L. Nutritive value of fruits and vegetables em. **Agriculture Handbook N° 8**, U.S. Dept. of Agriculture, 1963, 190 p.
104. WILDMAN, T. & LUH, B.S. Effect of sweetener types on quality and composition of canned kiwi nectars. **J. Food Sci.**, 46(2): 387-390, 1985.
105. WILLIAMS, S.R. & ROBERTS, B.J.W. **Nutrition throughout the life cycle**. Mosby Year book, 1992, 498 p.

106. WISEMAN, A. (Ed.) **Handbook of enzyme biotechnology**. John Wiley & Sons, 1985.
107. YAMAGUCHI, M. **World Vegetables. Principles, production and nutritive values**. Ed. Ellis Horwood Ltda., 1983, 415 p.
108. ZENNIE, T.M.; & OGZEWALLA, D. Ascorbic acid and vitamin A content of edible wild plants of Ohio and Kentucky. **Economic Botany**, 31(1): 76-79, 1977.
109. ZETELAKI, H.K. & GATAI, K. Desintegration of vegetable tissues by endo-polygalacturonase. **Acta Alimentaria**, 6(3): 227-239, 1977.
110. ZETELAKI, H.K. & GATAI, K. Use of endo-polygalacturonase to increase the dissolved protein content of vegetable juices. **Acta Alimentaria**, 8(2): 117-130, 1979.

Anexo 1: Especificações para néctares de fruta

	Néctar de maracujá enlatado	Néctares de fruta (2)	Néctares de fruta (3)
	(1)	(2)	(3)
Conteúdo de polpa min.	15%	-	-
Sólidos solúveis	20%	14 - 20%	-
pH	-	2,7 - 4,0	3,0 4,5
Acidez titulável como ac. cítrico (max.)	-	1g/100cc	-
As (max.)	0,2 ppm	0,100 ppm	0,3 ppm
Pb (max.)	0,3 ppm	2,000 ppm	0,5 ppm
Cu (max.)	5,0 ppm	10,000 ppm	0,5 ppm
Zn (max.)	5,0 ppm	-	0,5 ppm
Fe (max.)	15,0 ppm	-	15,0 ppm
Sn (max.)	250,0 ppm	-	250,0 ppm
SO ₂ (max.)	10,0 ppm	00,025 ppm	-
Benzoato Sódico	-	0,100 %	-
Sorbato Sódico	-	0,125 %	-
Acidulantes/adoçantes	permitidos	permitidos	-
Corantes	não-permitido	não-permitido	-

1 Malaysian Standard; MS 1027 (1986)

2 Norma colombiana, ICONTEC 659 (1978)

3 Reglamentación Técnico Sanitária Española (CARDONA et alii ,1992)

Anexo 2: Ficha usada para avaliação sensorial

SABOR

NOME: _____ DATA: _____

Avalie cada amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou de cada uma.

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

Número da amostra

Valor

_____ - _____

_____ - _____

Razão da preferência: _____

COR

Avalie cada amostra usando a escala abaixo para descrever o quanto você gostou ou desgostou de cada uma.

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

Número da amostra

Valor

_____ - _____

_____ - _____

Razão da preferência: _____
