

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**REFRIGERANTES DE ACEROLA PRODUZIDOS A PARTIR DE SUCO
DESIDRATADO E EXTRATO SECO DA FRUTA: ANÁLISE QUÍMICA,
SENSORIAL E ECONÔMICA**

DANIELA BARNABÉ

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção de título de Mestre em Agronomia –Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU-SP
Janeiro – 2003

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS
CAMPUS DE BOTUCATU

**REFRIGERANTES DE ACEROLA PRODUZIDOS A PARTIR DE SUCO
DESIDRATADO E EXTRATO SECO DA FRUTA: ANÁLISE QUÍMICA,
SENSORIAL E ECONÔMICA**

DANIELA BARNABÉ

Orientador: Prof. Dr. Waldemar Gastoni Venturini Filho

Dissertação apresentada à Faculdade de Ciências Agronômicas da UNESP – Câmpus de Botucatu, para obtenção de título de Mestre em Agronomia –Área de Concentração em Energia na Agricultura.

BOTUCATU-SP
Janeiro – 2003

AGRADECIMENTOS

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram para a elaboração deste trabalho e de forma especial:

Ao Professor Waldemar Gastoni Venturini Filho, pela orientação, dedicação e amizade; A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, FAPESP, pelo auxílio concedido durante a realização deste trabalho;

A Anidro do Brasil que forneceu o suco desidratado e o extrato seco de acerola, em especial a Sra. Andréa Domingues da Cruz, pela confiança e atenção;

A Faculdade de Ciências Agronômicas – UNESP, Programa de Pós-Graduação em Energia na Agricultura;

A todos que participaram da análise sensorial desta pesquisa;

A toda a equipe do Laboratório de Bebidas, pelo apoio;

Aos funcionários dos departamentos de Produção Vegetal – Horticultura, Gestão e Tecnologia Agroindustrial, em especial ao Sr. Wilson Emílio;

A Sra. Maria Inês Andrade e Cruz, a Sra. Célia Regina Inoue e todos os demais funcionários da Biblioteca;

Aos meus pais e irmãos, ao Eduardo e a Josiane, por serem as pessoas mais importantes da minha vida;

A Fernanda R. Rizzi, amiga de todas as horas;

Ao Sr. Miguel, Sra. Neide, Juliana, João Cláudio e Viviane, minha família do coração.

“Toda glória deriva da ousadia para começar.”

Eugene F. Ware

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE QUADROS.....	IV
LISTA DE FIGURAS.....	IX
RESUMO.....	01
SUMMARY.....	03
1 INTRODUÇÃO.....	05
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	06
2.1 Refrigerante.....	06
2.1.1 Mercado.....	06
2.1.2 Legislação.....	09
2.1.3 Matérias-primas.....	10
2.1.4 Processamento.....	24
2.1.5 Vida de prateleira.....	29
2.2 Acerola.....	35
2.2.1 Mercado.....	36
2.2.2 Composição dos frutos.....	39
2.2.3 Desidratação da acerola.....	44
2.3 Refrigerante de acerola.....	45
3 MATERIAIS E MÉTODOS.....	46
3.1 Materiais.....	46
3.2 Métodos.....	47

3.2.1 Planejamento experimental.....	47
3.2.2 Protocolo de produção dos refrigerantes.....	49
3.2.3 Produção dos refrigerantes.....	50
3.2.4 Análises físico-químicas.....	50
3.2.5 Seleção de painel para análise sensorial.....	51
3.2.6 Análises sensoriais.....	52
3.2.7 Estabilidade dos refrigerantes.....	53
3.2.8 Avaliação energética.....	54
3.2.9 Avaliação econômica.....	56
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	62
4.1 Composição físico-química das matérias primas.....	62
4.2 Seleção de painel para análise sensorial.....	64
4.3 Composição físico-química dos refrigerantes.....	66
4.4 Análises sensoriais.....	68
4.4.1 Teste de escala hedônica.....	68
4.4.2 Teste triangular.....	69
4.5 Estabilidade dos refrigerantes.....	71
4.5.1 Estabilidade físico-química.....	71
4.5.2 Estabilidade sensorial.....	77
4.6 Avaliação energética.....	80
4.7 Avaliação econômica.....	82
5 CONCLUSÕES.....	88
6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	90

APÊNDICE I.....	100
APÊNDICE II.....	112
APÊNDICE III.....	128

LISTA DE QUADROS

Quadro	Página
1 Características físico-químicas de refrigerantes de acordo com Pollock, citado por Giese (1995).....	10
2 Características dos refrigerantes de acordo com Tocchini & Nisida (1995).....	10
3 Composição da acerola em 100g de polpa (Marino Netto, 1986; Gomez et al., 1999; Oliveira et al., 2000).....	40
4 Quantidades de matérias primas utilizadas na produção simulada do xarope simples.....	55
5 Quantidades de matérias primas utilizadas na produção simulada do xarope composto.....	55
6 Composição do suco desidratado e do extrato seco de acerola.....	62
7 Análise da água fornecida pela Sabesp.....	63
8 Composição físico-química do açúcar cristal.....	64
9 Primeira seleção de provadores para o painel de análise sensorial.....	64
10 Segunda seleção de provadores para o painel de análise sensorial.....	65
11 Terceira seleção de provadores para o painel de análise sensorial.....	65
12 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola.....	66
13 Teste de escala hedônica entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola.....	69
14 Resultado do teste triangular entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato	

seco de acerola com 10, 11 ou 12 °Brix.....	70
15 Teste de escala hedônica, aplicado simultaneamente ao teste triangular, para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola.....	70
16 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (10 °Brix) de 01 a 150 dias de armazenagem.....	71
17 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (11 °Brix) de 01 a 150 dias de armazenagem.....	72
18 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (12 °Brix) de 01 a 150 dias de armazenagem.....	72
19 Teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola, de 07 a 150 dias de armazenagem.....	78
20 Calor requerido para preparo simulado de xarope simples.....	80
21 Calor a ser retirado durante a refrigeração simulada.....	81
22 Consumo de energia elétrica para a produção do refrigerante (suco desidratado ou extrato seco).....	81
23 Consumo de energia elétrica para a produção do refrigerante (polpa congelada).....	82
24 Custo diário das matérias primas utilizadas na produção dos refrigerantes.....	83
25 Custo diário dos equipamentos e benfeitorias na produção dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola.....	84
26 Custo diário dos equipamentos e benfeitorias na produção dos refrigerantes de polpa congelada.....	85
27 Composição dos custos com mão-de-obra.....	86
28 Composição dos custos na produção dos refrigerantes.....	86

29 Níveis de carbonatação da água.....	102
30 Aceitabilidade do refrigerante de suco desidratado de acerola no pré-teste de aromatizante.....	105
31 Aceitabilidade do refrigerante de extrato seco de acerola de acerola no pré-teste de aromatizante.....	106
32 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola no pré-teste de aromatizante.....	106
33 Teste de escala hedônica para o refrigerante de suco desidratado de acerola no pré-teste de acidez.....	108
34 Teste de escala hedônica para o refrigerante de extrato seco de acerola no pré-teste de acidez.....	108
35 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola no pré-teste de acidez.....	109
36 Viscosidade e tempo para precipitação em refrigerantes de suco desidratado de acerola no pré-teste com estabilizante.....	110
37 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R ₁ , R ₂ e R ₃), um dia após a produção.....	112
38 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R ₁ , R ₂ e R ₃) aos 30 dias de armazenagem.....	113
39 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R ₁ , R ₂ e R ₃) aos 60 dias de armazenagem.....	114
40 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R ₁ , R ₂ e R ₃) aos 90 dias de armazenagem.....	115

41 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R_1 , R_2 e R_3) aos 120 dias de armazenagem.....	116
42 Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R_1 , R_2 e R_3) aos 150 dias de armazenagem.....	117
43 Notas atribuídas no teste de escala hedônica entre os refrigerantes de suco desidratado de acerola, aos 7 dias de armazenagem.....	118
44 Notas atribuídas no teste de escala hedônica entre os refrigerantes de extrato seco de acerola, aos 7 dias de armazenagem.....	118
45 Resultado do teste triangular entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola com 10 °Brix.....	119
46 Resultado do teste triangular entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola com 11 °Brix.....	120
47 Resultado do teste triangular entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola com 12 °Brix.....	121
48 Notas dos testes de escala hedônica, aplicados simultaneamente aos testes triangulares.....	122
49 Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola aos 30 dias de armazenagem.....	123
50 Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola aos 60 dias de armazenagem.....	123
51 Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola aos 90 dias de armazenagem.....	124
52 Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco	

desidratado e de extrato seco de acerola aos 120 dias de armazenagem.....	124
53 Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado aos 150 dias de armazenagem.....	125
54 Características dos equipamentos da simulação de custos.....	128
55 Orçamento para manutenção preventiva dos motores.....	128

LISTA DE FIGURAS

Figuras	Página
1 Divisão do mercado brasileiro de refrigerantes no ano de 2000, segundo Berto (2001).....	09
2 Organograma de operações unitárias com entrada de matérias-primas e coadjuvantes de produção e saídas de produtos.....	28
3 Oxidação do ácido ascórbico.....	42
4 Planta piloto para a produção de refrigerantes.....	48
5 Conteúdo de vitamina C no refrigerante suco desidratado de acerola durante o armazenamento.....	74
6 Conteúdo de vitamina C no refrigerante extrato seco de acerola durante o armazenamento.....	74
7 Diferentes colorações testadas para os refrigerantes.....	103

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi o desenvolvimento de refrigerante a base de suco desidratado e de extrato seco de acerola, com características químicas e sensoriais compatíveis com os refrigerantes tradicionais. O suco desidratado é produzido com acerolas maduras e o extrato seco a partir do suco concentrado ultraclarificado com alta porcentagem de frutos verdes. Os refrigerantes tiveram sua acidez fixada (0,15 %) e o teor de sólidos solúveis foi variável (10, 11 e 12 °Brix). A proporção de suco desidratado, extrato seco de acerola, aromatizante, corantes, acidulante e CO₂ foi determinada através de pré-testes. A produção dos refrigerantes foi realizada em planta piloto. O experimento foi conduzido com seis tratamentos e três repetições, o que resultou em 18 parcelas experimentais. Os resultados das análises físico-químicas das bebidas foram comparados através do teste de Tukey. A análise sensorial foi realizada através dos testes de escala hedônica e triangular. Foi realizada uma avaliação econômica através do cálculo do custo médio de produção dos refrigerantes. O teor médio de vitamina C foi igual a 12,40 mg de ácido ascórbico / 100 mL para os refrigerantes produzidos com suco desidratado e 112,58 mg de ácido ascórbico / 100 mL para

aqueles produzidos com extrato seco de acerola. Durante o período de armazenagem (150 dias), as bebidas apresentaram um aumento pronunciado no teor de acidez e mudanças na coloração. As perdas médias de vitamina C foram maiores para os refrigerantes de suco desidratado (15,17 %) em relação aos de extrato seco de acerola (9,30 %). Os testes de escala hedônica demonstraram que as bebidas com 12 °Brix apresentaram maior aceitabilidade, independentemente da fonte de acerola utilizada. Nos testes triangulares, os provadores foram capazes de diferenciar os refrigerantes produzidos com suco desidratado daqueles fabricados com extrato seco, embora o painel de provadores tenha atribuído notas semelhantes de preferência a esses produtos. Os refrigerantes foram aceitos sensorialmente até 120 dias após a produção. A utilização do suco desidratado e do extrato seco de acerola possibilitou menores gastos energéticos e menores custos de produção em relação ao uso de polpa congelada de acerola.

WEST INDIAN CHERRY SOFT DRINK PRODUCED FROM DEHYDRATED JUICE
AND DRY EXTRACT: CHEMICAL, SENSORY AND ECONOMIC ANALYSES.

Botucatu, 2003. 151 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia / Energia na Agricultura) –
Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista.

Author: Daniela Barnabé

Adviser: Waldemar Gastoni Venturini Filho

SUMMARY

The objective of this study was the development of a soft drink based on dehydrated West Indian cherry juice and dry extract, with chemical and sensory characteristics compatible with traditional soft drinks. Dehydrated juice is produced with mature fruit and dry extract using concentrated ultra clarified juice with a high percentage of green fruits. The soft drinks had their acidity fixed (0.15 %) and the soluble solids content was

variable (10, 11 and 12 °Brix). The proportions of dehydrated juice, West Indian cherry dry extract, flavoring, coloring, acidulant and CO₂ were determined from preliminary tests. The soft drink production was realized in a pilot plant. The experiment was conducted with six treatments and three repetitions, giving a total of 18 experimental trials. The results of the physical-chemical analysis of the drinks were compared using the Tukey test. The sensory analyses were carried out using a hedonic scale and triangular test. An economic evaluation of the average cost of the soft drink production was realized. The average vitamin C content was equal to 12.40 mg ascorbic acid / 100 mL for the soft drinks produced with dehydrated juice and 112.58 mg of ascorbic acid / 100 mL for those produced with the dry extract. During the storage period (150 days) the drinks presented a considerable increase in acidity and color changes. The average loss of vitamin C was higher for the dehydrated juice soft drinks (15.17 %) in relation to the acerola dry extract (9.30 %). The hedonic scale tests showed that the sensory panel awarded higher acceptance to the drinks with 12 °Brix, independent of the West Indian cherry source used. The judges were able to differentiate the soft drinks produced with dehydrated juice from those made with dry extract, in the triangular tests, although they gave similar scores for both products. The soft drinks were sensorially acceptable until 120 days after their production. The use of the dehydrated juice and dry extract for soft drink production allowed for a reduction in energy expenditure and costs in relation to the use of frozen pulp.

Keywords: beverage, vitamin C, *Malpighia* ssp.

1 INTRODUÇÃO

Com uma produção de 11,5 bilhões de litros, o Brasil está situado entre os três primeiros produtores mundiais de refrigerantes. De acordo com a literatura especializada, o setor de bebidas não alcoólicas deverá crescer nos próximos anos e essa tendência indica a preocupação dos consumidores na busca de alimentos mais saudáveis.

Dentro desse panorama, objetivou-se o desenvolvimento de refrigerante a partir de suco desidratado e extrato seco de acerola. Dessa forma, a colocação no mercado de produtos alternativos que contemplem aceitabilidade aliada à melhor qualidade, conferida por incrementos nas propriedades nutricionais dos produtos, constitui-se de estratégias que podem ser adotadas pelas empresas do setor.

Com a realização deste trabalho foi testada a seguinte hipótese: o suco desidratado e o extrato seco de acerola apresentam características físicas, químicas e sensoriais que os credenciam como matérias primas para a produção de refrigerantes.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Refrigerante

Refrigerantes são bebidas não-alcoólicas, obtidas pela dissolução em água potável de: açúcares, sucos de frutas, extratos de sementes e de outras partes de vegetais inócuos e de aditivos permitidos, sendo gaseificadas com gás carbônico. Os refrigerantes podem ser de frutas, de fantasia, de guaraná, de cola, de chá, de mate, de café, água gaseificada ou gasosa, soda limonada ou laranjada, água tônica (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

2.1.1 Mercado

O Brasil é o 3º maior mercado de refrigerantes do mundo, depois dos Estados Unidos (49 bilhões de litros) e México (14 bilhões de litros), de acordo com Berto (2001). Segundo dados da Associação Brasileira da Indústria de Refrigerantes (ABIR), o mercado nacional atingiu em 1999, o volume de 11,5 bilhões de litros, com crescimento de 0,2 % sobre 1998, índice modesto em relação ao ano anterior, mas muito significativo quando comparado aos 6,4 bilhões de litros consumidos em 1994 (MARTIN, 2000). Em 2000, o

mercado nacional movimentou 11,5 bilhões de litros com um faturamento médio de R\$ 12 bilhões. Para o ano de 2001 a previsão inicial era de um crescimento de 5 % mas, devido à crise energética e a instabilidade mundial esta meta caiu para 3 % (BERTO, 2001).

O mercado brasileiro de refrigerantes tem grande potencial para expansão, se considerarmos que o consumo per capita do Brasil é baixo (69 L / pessoa / ano), comparando-se com os índices de países cujas características geográficas e climáticas não são propícias ao consumo de refrigerantes o ano todo. O índice per capita do Brasil é aproximadamente 1/3 do verificado nos Estados Unidos (EXCESSIVA, 2000). O Brasil é o 25º país em consumo per capita de refrigerantes (BERTO, 2001).

Monteiro et al. (2000), analisaram a composição e adequação nutricional da dieta familiar praticada em áreas metropolitanas do Brasil. Com base em dados de pesquisas da Fundação IBGE, verificaram que a participação relativa dos refrigerantes na disponibilidade calórica total cresceu em todas as áreas metropolitanas. A participação relativa dos refrigerantes passou de 0,8 % em 1988, para 1,3 % em 1996.

Segundo Ballew et al. (2000), o consumo de leite entre crianças e adolescentes nos Estados Unidos diminuiu 30 % e o consumo de sucos cítricos declinou levemente entre 1977-78 e 1994-95, enquanto que o consumo de bebidas carbonatadas aumentou 41 % entre 1989-91 e 1994-95.

Um fator importante a ser considerado é que a venda de bebidas não alcoólicas cresce mais que as alcoólicas em todo o mundo. Em 1997, as vendas de cerveja cresceram 1,27 % enquanto que os refrigerantes aumentaram em 4 % suas vendas (PARRA, 1998).

A principal mudança verificada no mercado brasileiro de refrigerantes nos últimos anos foi o crescimento dos refrigerantes regionais que atualmente respondem por cerca de 30 % do mercado nacional de refrigerantes, como apresentado na Figura 1. Segundo a ABIR estão no mercado cerca de 700 empresas de refrigerantes e por volta de 3500 marcas sendo comercializadas (DE MARTINO, 1999a; BERTO, 2001).

O investimento em embalagens plásticas de dois litros é um dos fatores que explicam o crescimento das marcas regionais, que modificaram a estrutura de preços da indústria de refrigerantes e ajudaram no crescimento do mercado. Para fazer frente às concorrentes de pequeno porte, os grandes fabricantes reduziram seus preços. Segundo o instituto de pesquisa ACNielsen, o setor como um todo teve redução de preço de 5,1% de 1999 até 2001. Em 1999, as marcas pequenas custavam em média 59% a menos do que as líderes do mercado. Em 2001, a diferença de preços caiu para 46%. O preço médio do litro de refrigerante baixou de R\$ 1,17 para R\$ 1,11 no período (REFRIGERANTE, 2002).

As vendas no Brasil representam 23 % do total do refrigerante Coca-Cola comercializado no continente americano. O país é o terceiro maior mercado mundial explorado pela marca, atrás apenas dos EUA e do México. Em 2001 foram produzidos 5,9 bilhões de litros de refrigerante da marca e, a empresa teve receita de R\$ 5,2 bilhões. No triênio 1999 / 2002, a Coca-Cola investiu R\$ 2 bilhões no Brasil. (PORTUGAL, 2002).

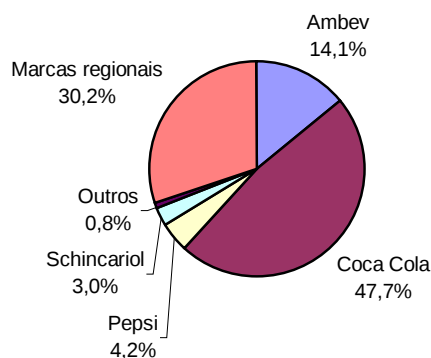


Figura 1: Divisão do mercado brasileiro de refrigerantes no ano de 2000, segundo Berto (2001).

Com o grande número de diferentes produtos acessíveis, o consumidor precisa aplicar critérios quando seleciona qual bebida comprar. Esses critérios são freqüentemente determinados por tendências atuais. A produção de bebidas é, atualmente, dirigida por tendências como saúde, prazer, conveniência, e o desejo por algo um pouco novo: como a adição de sabor ou cores diferentes a bebidas tradicionais; ou o desejo por algo muito novo: leite carbonatado, mistura de suco de fruta exótica e vegetal, ou bebidas feitas com ingredientes promotores de saúde (NATURAL, 1998; PSZCZOLA, 2001b).

2.1.2 Legislação

De acordo com a legislação vigente (BRASIL, 1997), refrigerante é a bebida gaseificada obtida pela dissolução em água potável, de suco ou extrato vegetal de sua origem, adicionada de açúcares. O refrigerante deverá ser obrigatoriamente saturado de dióxido de carbono, industrialmente puro. Não é permitida a associação de açúcares e

edulcorantes hipocalóricos e não calóricos na fabricação de refrigerantes. O uso de aditivos em refrigerantes é determinado pela resolução nº 389 (BRASIL, 1999).

2.1.3 Matérias – Primas

Segundo Castro (2000), os refrigerantes são produzidos atendendo especificações físico-químicas que lhes conferem as suas características básicas como °Brix (mais doce / menos doce), CO₂ (mais efervescência / menos efervescência) e acidez (mais ácido / menos ácido), como pode ser visto nos Quadros 1 e 2.

Quadro 1: Características físico-químicas de refrigerantes de acordo com Pollock citado por Giese (1995).

Tipo de produto	°Brix	pH	Ácido usado	Volume de CO ₂
Cola	11	2,6	fosfórico	3,6
Laranja ou fruta	13,5	3,0	cítrico	2,5 – 3,0
Lima-limão	10,5	2,8	cítrico	3,8
Gengibre	9,5	3,0	cítrico	4,0

Quadro 2: Características de refrigerantes de acordo com Tocchini e Nisida (1995).

Tipo de produto	°Brix	pH	Ácido usado	% ácido no refrigerante
Uva	13,0 – 14,0	3,0	tartárico	0,10
Pomelo	12,0	3,0	cítrico	0,18
Cola	10,0 – 10,5	2,3	fosfórico	0,05
Limão	11,0	2,7	cítrico	0,13
Laranja	13,0 – 14,0	3,5	cítrico	0,08
Abacaxi	11,0 – 12,0	3,3	cítrico	0,12

O nível de sólidos (°Brix), acidez e volume de dióxido de carbono tem um papel na percepção do sabor, impressão sensorial deixada na boca e qualidade do produto acabado, segundo Pollock citado por Giese (1995).

Água - A água é o principal ingrediente dos refrigerantes, compreendendo 90 % do total. A qualidade da água usada na produção tem implicações diretas com a qualidade do produto final (VARNAM; SUTHERLAND, 1994). A água participa do balanço químico entre os ingredientes dos refrigerantes, pois é o veículo da dissolução do açúcar, dos ácidos, das essências, dos corantes e do gás carbônico (ALMEIDA, 1992).

Os refrigerantes devem ser produzidos com água que obedeça aos padrões de potabilidade, embora alguns parâmetros apresentem maior rigor, devido às interferências de certos elementos que podem reagir com os constituintes da mistura composta, provocando alteração nas características organolépticas do produto. Matéria orgânica, ferro, cobre, alcalinidade, cor, turbidez e cloro são características da água que causam problemas para a bebida (ALMEIDA, 1992).

A água usada na fabricação de refrigerantes deve apresentar baixa alcalinidade. Usualmente, concentrações de 80 ppm de CaCO_3 são consideradas o limite máximo para uso em refrigerantes. As principais razões para a redução da alcalinidade da água utilizada em refrigerantes são: obtenção de melhor sabor e aroma, manutenção da acidez (evitando desenvolvimento de microrganismos deteriorantes), eliminação de sabores estranhos atribuídos a sais alcalinos, produção de refrigerantes uniformes em cor, sabor, aroma e qualidade (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

A água deve ser isenta de cloro ativo, pois este pode combinar-se com compostos fenólicos do refrigerante dando origem a clorofenóis que têm gosto de medicamento (TOCCHINI; NISIDA, 1995). A turbidez não deve ultrapassar 1 mg / L; acima

desse valor pode causar cor e sabor estranhos (VARNAM; SUTHERLAND, 1994; TOCCHINI; NISIDA, 1995).

È muito raro obter uma fonte de água que preencha todas as necessidades e critérios estabelecidos para a produção de bebidas. Assim, a água normalmente deve sofrer tratamentos que a tornem apropriada para a produção de refrigerantes (TOCCHINI; NISIDA, 1995). O tratamento da água para produção de refrigerantes compreende as seguintes etapas: a) supercloração; b) floculação; c) filtração por areia; d) filtração por carvão ativo (decloração); e) filtração de polimento (BRAHMA, 1991).

Açúcar - O açúcar representa 8 – 12 % do produto final, formando, junto com a água, a base do refrigerante. Assim, o refrigerante é basicamente um alimento que fornece calorias que são obtidas do açúcar utilizado, um refrigerante a 11 °Brix fornece aproximadamente 450 calorias.L⁻¹ (TOCCHINI; NISIDA, 1995). A utilização do açúcar tem por finalidade transmitir doçura e, junto com o acidulante, realçar o sabor e fornecer corpo ao refrigerante (BRAHMA, 1991).

Bemiller e Whistler, citados por Pedrão et al. (1999), descreveram as propriedades dos açúcares como umectantes, plasticizantes, texturizantes, conservantes e como agentes para retenção de aromas e sabores, além da propriedade adoçante.

O adoçante mais utilizado em refrigerantes é a sacarose na forma cristalizada, este açúcar é um carboidrato de fórmula molecular C₁₂H₂₂O₁₁, é um dissacarídeo produzido pela condensação da glicose e da frutose, obtido comercialmente a partir da cana-de-açúcar (UCKO, 1992). Outros produtos que vêm sendo usados de forma crescente na

fabricação de refrigerantes são o açúcar invertido (sacarose hidrolisada) e o açúcar líquido (xarope de sacarose).

O açúcar cristal para uso em refrigerantes deve apresentar polarização entre 99,5 e 100 %, com a polarização muito baixa pode ocorrer inversão do açúcar e o refrigerante chegar ao mercado mais doce. A cor deve respeitar o limite máximo de 60 unidades ICUMSA (FANTINEL, 2000). Além disso, quando é baixa a polarização do açúcar, as substâncias não açúcares podem abrigar microrganismos contaminantes que reduzem o prazo de validade do produto (informação verbal¹).

A sacarose é parcialmente ou totalmente degradada por ácidos, agentes oxidantes, álcalis e hidrogenação catalítica, originando compostos de peso molecular menor. Esses compostos podem ser ácidos, glicóis, polióis superiores e compostos cíclicos. Entre os ácidos provenientes da degradação da sacarose estão o ácido láctico e o ácido levulínico (KOLLONITSCH citado por VETTORAZZI; MACDONALD, 1989).

Sinki (1994) relata que há 20 anos havia uma preferência para refrigerantes de laranja com alto grau de doçura, acima de 17 % de sólidos solúveis, em alguns países tropicais. A pesquisa foi repetida em 1994, e a preferência de doçura diminuiu da faixa de 10 – 17 % para 10 – 13 % de sólidos solúveis.

Gás Carbônico - O gás carbônico utilizado na preparação de refrigerantes possui alta pureza, é um óxido ácido (anidrido carbônico) que reage com a água formando H_2CO_3 e provoca pequena diminuição do pH da água (ALMEIDA, 1993). Além de

¹ MARQUES, M. O. 2003. Departamento de Tecnologia, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jabotical – UNESP – Câmpus de Jaboticabal. (Informação verbal)

funcionar como preservativo inibindo o crescimento de microrganismos aeróbios, o gás carbônico proporciona vida à bebida e realça o seu sabor (BRAHMA, 1991).

As bebidas carbonatadas contêm ácido carbônico, formado do dióxido de carbono adicionado. O ácido carbônico confere à bebida uma impressão sensorial de gasoso, picante e sabor característico na boca do consumidor (GIESE, 1995). Em bebidas carbonatadas, o dióxido de carbono é armazenado na forma de ácido carbônico, H_2CO_3 (aq), e dióxido de carbono dissolvido, CO_2 (aq) (TALBOT; MACDONALD, 1998).

Suco de Frutas – O sabor de uma bebida, característico de uma fruta, é formado de diferentes compostos químicos, sendo os mais freqüentes: álcoois, ésteres, aldeídos, ácidos orgânicos, cetonas, e um número de compostos quimicamente mais complexos (KRASOVC; PRISLAN, 1997).

O sabor de refrigerantes preferido em todo o mundo é o sabor cola. As exceções são a China e Taiwan, onde a preferência é laranja e salsaparrilha, respectivamente. A segunda preferência de sabor na costa do Pacífico é para lima-limão, na Europa para laranja com poucas exceções e, na América Latina para uma variedade de sabores. No Brasil, as preferências são respectivamente: cola, guaraná, laranja, lima-limão e frutas (SINKI, 1994).

Os sabores tradicionais como limão, laranja, groselha negra, maçã e colas continuam dominando o mercado de bebidas no Reino Unido, mas nos anos recentes tem aumentado a viabilidade da “nova geração de alternativos” como pêssego, pomelo e frutas vermelhas. Viagens extensas e o crescimento da sensação de aventura estão aumentando a demanda dos consumidores europeus por sabores de frutas tropicais (BEAL, 1998).

Alguns pesquisadores produziram bebidas carbonatadas com frutas tropicais como manga, jaca e goiaba. Islam et al. (1990) desenvolveram uma bebida carbonatada contendo 7 % de polpa de manga, 13 % de sólidos solúveis totais e 0,15 % de acidez com boa aceitação sensorial.

John e Narasimham (1993), obtiveram um suco clarificado de porções não-comestíveis de jaca e o usaram na produção de uma bebida carbonatada com 12 % de suco clarificado de jaca, 15 °Brix e 0,3 % de acidez. A bebida apresentou alta aceitabilidade pelo painel sensorial.

Singh Khurdiya et al. (1996), desenvolveram refrigerantes de goiaba utilizando suco da fruta ou suco concentrado da fruta a 40 °Brix. O suco de goiaba foi utilizado em dois níveis: 10 e 16,7 % de suco no refrigerante. O suco concentrado foi utilizado em três níveis: 40, 50 e 60 mL por garrafa de 200 mL. O teor de acidez foi variável para a obtenção de bebidas com “ratio” igual a 30, 40, e 50. Os níveis de carbonatação foram de 80, 100 e 120 psi de dióxido de carbono. Todos os refrigerantes produzidos foram considerados aceitáveis pelo painel sensorial, sendo que as bebidas contendo 10 % de suco, 40 “ratio”, carbonatação de 80 psi e produzidas com 50 mL de suco concentrado obtiveram as maiores notas em relação ao sabor.

Aroma ou “flavor” – “aromatizante é a substância que confere e intensifica o aroma dos alimentos” e “flavorizante é a substância que confere ou intensifica o sabor e o aroma dos alimentos”. Entre as funções dos aromatizantes – flavorizantes destacam-se: criar um sabor inexistente nos produtos naturais, potencializar o sabor dos ingredientes básicos, repor os sabores naturais perdidos durante o processamento, substituir sabores

naturais de alto custo ou tecnologicamente inviáveis, mascarar sabores indesejáveis, não resultantes de deterioração (ANTUNES; CANHOS, s.d.).

O aroma de um refrigerante pode ser fornecido pela adição de: a) suco de fruta; b) suco de fruta mais essências ou extratos naturais da fruta; c) suco de fruta adicionado de essências artificiais que imitam a fruta; d) essência artificial imitando o aroma da fruta. Na maioria dos refrigerantes, o aroma é obtido por meio de essências artificiais que imitam o aroma da fruta que dá nome ao produto (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

Em bebidas produzidas com suco de frutas ou concentrados, grande ênfase é dada à aplicação de ingredientes naturais, apesar desses ingredientes serem caros, ocorrerem em quantidades limitadas e, freqüentemente serem menos atrativos que componentes idênticos ao natural, principalmente no que se refere ao sabor. Deve-se considerar, também, que os aromatizantes naturais são menos estáveis em bebidas quando comparados com os sintéticos (KRASOVC; PRISLAN, 1997).

Na fruta inteira, não processada, há enzimas e pré-componentes de sabor ou substâncias ativas de sabor ocorrendo separadamente. Imediatamente após a moagem da fruta, iniciam-se processos enzimáticos, normalmente na presença de oxigênio, causando alterações dos componentes de sabor já existentes (por exemplo, quebra de ésteres ou nova esterificação), e criando novas substâncias de sabor, as quais na fruta inteira não tinham ainda um caráter típico de impacto no sabor. Conseqüentemente, são notadas grandes diferenças entre o sabor da fruta original e o sabor do suco da fruta correspondente (KRASOVC; PRISLAN, 1997).

Existem dois tipos de sabores que podem ser distinguidos. O primeiro, que usualmente consiste de componentes altamente voláteis, é definido como odor e pode ser

detectado antes da ingestão da bebida. O segundo e o mais importante, é composto por componentes de baixa volatilidade, sendo identificado como sabor (KRASOVC; PRISLAN, 1997).

De acordo com Phillips e Woodroof (1974) as matérias primas usadas no preparo de “flavor” para refrigerantes são: óleos essenciais, sucos, resinas, extratos sólidos, etc.

Os principais aromas utilizados na indústria de refrigerantes são obtidos de extratos alcoólicos ou essências, soluções aquosas ou emulsões, soluções aromáticas em glicerol ou propilenoglicol e suco da fruta concentrado. Os sucos de frutas concentrados são utilizados em lugar do suco simples, pois na diluição com água carbonatada obtém-se maior autenticidade do aroma da fruta (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

Alguns critérios devem ser observados para o uso de aromas e essências em refrigerantes: solubilidade, fidelidade do aroma, resistência à acidez, não ser veículo de contaminação. Normalmente, é indesejada uma permanência muito longa do paladar deixado pelo aroma do produto, sendo considerada uma desvantagem para a bebida (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

Acidulantes - Os acidulantes têm considerável importância na determinação da qualidade sensorial dos refrigerantes, contudo é necessário cuidado durante a formulação para obter um correto balanço açúcar - ácido (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

Um acidulante quando adicionado a determinado tipo de alimento pode ter a função de controlar o valor do pH deste, bem como atuar como enaltecimento de sabor

e aroma, agir como seqüestrante de íons metálicos, ou ainda ter ação antimicrobiana (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

Os acidulantes alimentares, com exceção do ácido fosfórico, são ácidos orgânicos que ocorrem com grande frequência em frutas (ácido cítrico nas frutas cítricas, ácido málico em maçãs e ácido tartárico em uvas) ou em carnes (ácidos lático e fumárico). Dos acidulantes utilizados em alimentos, o ácido cítrico é o mais consumido, sendo produzido comercialmente por fermentação a partir do melaço da cana-de-açúcar através da ação do fungo *Aspergillus niger* (ANTUNES; CANHOS, s.d.; BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

O ácido cítrico é o principal ácido usado na indústria, por combinar-se melhor com os aromas e sabores de fruta dos refrigerantes. Apresenta-se como uma substância sólida, sem odor, cor, formando cristais translúcidos, grânulos ou pó branco; é bastante solúvel em água e possui a fórmula $(\text{COOH}-\text{CH}_2\text{C}(\text{OH})(\text{COOH})\text{CH}_2\text{COOH}.\text{H}_2\text{O})$, (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

Por outro lado, os refrigerantes do tipo cola utilizam o ácido fosfórico, que apresenta menor custo e maior poder de redução do pH (TOCCHINI; NISIDA, 1995). O uso dos acidulantes tem por finalidade reduzir os efeitos edulcorantes do açúcar, ressaltar o sabor, possuindo também propriedades conservantes por reduzir o pH da bebida (SOUZA, 1992).

Antioxidantes - “Antioxidante pode ser definido como uma substância que previne a reação de vários constituintes do alimento com o oxigênio”. Este efeito protetor

é desejável porque muitos alimentos tornam-se descoloridos ou deteriorados quando a oxidação ocorre (PSZCZOLA, 2001a).

A deterioração da qualidade organoléptica causada pela oxidação é freqüentemente acompanhada de compostos potencialmente tóxicos e de perda de valor nutritivo (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

Os antioxidantes melhoram a estabilidade dos aromas, aumentando assim, a vida de prateleira do produto final. O antioxidante mais utilizado na fabricação de refrigerantes é o ácido ascórbico (SOUZA, 1992).

Conservantes – “conservante é uma substância que impede ou retarda a alteração de alimentos por microrganismos ou enzimas” (ANTUNES; CANHOS, s.d.).

Os refrigerantes constituem um meio pouco propício ao crescimento microbiano, mas mesmo assim, o uso de conservantes é necessário para prevenir contaminações durante armazenamento prolongado à temperatura ambiente. Em bebidas carbonatadas, a elevada concentração de CO₂ dissolvido, resultando em uma sobre-pressão maior que 0,1 MPa, é um fator importante no controle do crescimento de microrganismos. A acidez é um importante fator de estresse para os microorganismos, variando de valor de pH relativamente alto para bebidas de frutas a valor de pH baixo para colas. O valor de pH interage com fatores de estresse como acidulantes e conservantes (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

As leveduras integram o mais importante grupo de microrganismos deterioradores de bebidas carbonatadas, por serem tolerantes à acidez e capazes de se multiplicar em condições anaeróbias. Mofos também são resistentes à acidez e podem crescer

somente quando há oxigênio dissolvido presente, como é o caso de certas bebidas não-carbonatadas (MASSA et al., 1998).

O ácido benzóico tornou-se um dos conservantes mais utilizados no mundo devido ao seu baixo custo, facilidade de incorporação nos produtos, ausência de cor e relativa baixa toxicidade (CHIPLEY citado por TFOUNI; TOLEDO, 2001). O ácido benzóico é naturalmente encontrado em ameixas, no cravo e na canela (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

O benzoato de sódio é mais solúvel (66 g / 100mL de água) em relação ao ácido benzóico (2,2 g / 100mL de água), sendo preferido para a produção de refrigerantes e outros produtos (GIESE, 1995). O ácido benzóico atua contra quase todas as espécies de microrganismos: bactérias, fungos e leveduras (SIMÃO, 1986; SOUZA, 1992).

O benzoato de sódio, grânulo branco ou pó cristalino, é apropriado para uso em alimentos e bebidas com pH abaixo de 4,5 (GIESE, 1995). Quando em solução, o sal se converte na forma ácida, que é a forma ativa (TOCCHINI; NISIDA, 1995). A redução do valor do pH da bebida provoca aumento proporcional das moléculas não dissociadas do ácido benzóico que possuem maior penetração nas membranas celulares dos microrganismos. Em pH 3 a porcentagem de moléculas não dissociadas é igual a 94 %, enquanto em pH 5 a porcentagem diminui para 13 % (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

Os benzoatos apresentam a peculiaridade de causarem um efeito adverso caracterizado pela queimação das mucosas bucais quando empregados em concentrações maiores que 0,3g/100g (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998). O ácido benzóico não se acumula no organismo, ele combina-se com a glicina e transforma-se em ácido

hipúrico, que é facilmente excretado por via renal, sendo este um dos motivos da ausência de efeitos tóxicos (FRÍAZ et al. citados por TFOUNI; TOLEDO, 2001).

Sorbatos são usados principalmente contra leveduras e mofos (SIMÃO, 1986). O emprego do ácido sórbico como conservador de alimentos é bastante amplo devido ao fato de não interferir no sabor e ser fisiologicamente inócuo. O ácido sórbico é metabolizado no organismo por β -oxidação, resultando em CO_2 , H_2O e energia (LÜCK citado por TFOUNI; TOLEDO, 2001).

A eficiência dos conservantes está relacionada com o pH do produto, assim como a população de microrganismos presentes. Os benzoatos e sorbatos são agentes bacteriostáticos, não eliminam os microrganismos, apenas não permitem que se proliferem. Desta forma, serão tão eficientes quanto menor for a contaminação inicial (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

Alguns conservantes, quando utilizados em baixas concentrações podem ser metabolizados pelos microrganismos que deveriam inibir. Portanto, o uso de conservantes não resolve o problema de más condições de higiene de ingredientes e equipamentos (ANTUNES; CANHOS, s.d.).

Corantes – considera-se corante a “substância ou mistura de substâncias que possuem a propriedade de conferir ou intensificar a coloração de alimentos e bebidas”. A adição de corantes em refrigerantes é feita como complementação à cor decorrente da adição do suco da fruta ou o corante é o total responsável pela cor do produto (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

De forma genérica, os corantes podem ser classificados como corantes naturais e corantes artificiais (ANTUNES; CANHOS, s.d.). Os corantes devem ter boa estabilidade na presença de luz, ácidos de frutas, compostos de aroma e conservantes. Os corantes artificiais, atualmente em uso, têm elevado poder tintório e as concentrações requeridas são muito baixas - 20 a 70 mg / L (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

Corantes naturais como beta-caroteno e antocianinas são pouco utilizados em refrigerantes, seja pela baixa solubilidade em água, dificuldade em obtenção ou ainda, a sua instabilidade à luz solar (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

A coloração não tem efeito direto nas propriedades sensoriais dos refrigerantes, e os corantes são utilizados para reforçar a percepção de “flavor” do consumidor. Em vários casos a cor é mais importante que o gosto residual devido à impressão que causa no consumidor: o vermelho está associado a aromas de groselha e framboesa, enquanto que alaranjado e amarelo lembram aromas cítricos (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

Alguns estudos constataram que o consumidor não aceita determinados produtos alimentícios se estes não se apresentarem com a cor esperada. A cor tanto do alimento quanto do recipiente onde este é colocado, contribuem significativamente para aumentar ou diminuir o apetite (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

Cerca de 70 a 80 % dos consumidores decidem comprar uma bebida pela sua aparência. Uma cor atrativa e natural, uma aparência agradável da bebida, transparência ou turbidez apropriadamente homogênea e, finalmente, uma embalagem atrativa, desempenham um papel decisivo na escolha do consumidor (KRASOVC; PRISLAN, 1997).

Stillman (1993), investigou a influência da cor sobre o sabor usando 310 voluntários não treinados. Bebidas com sabores artificiais de framboesa e laranja foram

deixadas incolor, ou coloridas de vermelho, laranja ou verde. A cor teve uma influência significativa sobre a identificação dos sabores. O desempenho foi diminuído quando as bebidas foram incolores e facilitado quando as bebidas foram coloridas apropriadamente.

Pangborn citado por Stillman (1993), relatou que néctares de pêra com concentrações equivalentes de doce foram julgados menos doce quando apresentaram a cor verde e mais doce quando incolor.

Espessantes / Estabilizantes – “Espessante é a substância capaz de aumentar a viscosidade de soluções, de emulsões e de suspensões. Estabilizante trata-se de substância que favorece e mantém as características físicas das emulsões e das suspensões”. Existem muitos espessantes com características e propriedades dos estabilizantes. Além disso, alguns estabilizantes, não contidos na listagem dos espessantes, possuem a capacidade de aumentar o grau de viscosidade dos alimentos (BARUFFALDI; OLIVEIRA, 1998).

Além do sabor, cor e aroma, a viscosidade e aparência física constituem-se em importantes fatores de qualidade de bebidas. A separação e sedimentação da polpa torna o aspecto do produto pouco atrativo, esse problema pode ser contornado através da clarificação total do suco ou estabilização física da suspensão pela adição de espessantes. A polpa dos frutos apresenta um conteúdo razoável de fibra alimentar, assim com sua retirada a bebida perderia muito de suas qualidades sensoriais e nutricionais (GARRUTI, 1989).

A goma arábica é única entre os hidrocolóides naturais por permitir soluções de concentração até 50 %. Devido a sua baixa viscosidade em baixas concentrações é utilizada juntamente com outras gomas como agente espessante e ligante (GARRUTI, 1989).

A goma xantana é um heteropolissacarídeo biossintético extracelular, obtido da cultura da bactéria *Xantomona campestris*. Uma das propriedades mais importantes da goma xantana é sua habilidade de suspender sólidos ou polpa em sucos ou bases para refrigerantes (GARRUTI, 1989).

Garruti (1989), testou o efeito de diversas gomas na estabilização do suco de maracujá integral. A goma xantana a 0,20 % apresentou excelente poder estabilizante, mantendo a polpa do suco suspensa por aproximadamente 6 meses.

2.1.4 Processamento

Produção do xarope simples - O xarope simples é obtido pela diluição do açúcar em água, resultando numa concentração de 60 °Brix. Diversos métodos podem ser utilizados para a produção do xarope simples, como:

- a) processo a frio: consiste na dissolução do açúcar em água a temperatura ambiente. A vantagem desse processo é que não se gasta energia de aquecimento e resfriamento, no entanto esse xarope é mais viscoso e não é pasteurizado, sendo que cuidados excepcionais devem ser tomados para evitar a contaminação do produto;
- b) processo a frio acidificado: é o produto obtido quando o ácido é adicionado ao xarope simples frio. O xarope acidificado está menos sujeito ao ataque de microrganismos;
- c) processo a quente: o processo a quente é preferido pelo fato de permitir a estocagem do xarope simples, a sua pasteurização, além de facilitar a filtração. Nesse processo, o aquecimento do xarope pode ser feito através de ebulição (por 1-2 minutos) ou pasteurização (85 °C / 5 minutos). A seguir efetua-se filtração do xarope quente em filtro de terra diatomácea

e, se necessário, usa-se também carvão ativo, para eliminação de odores estranhos provenientes do açúcar. Após a filtração o xarope simples é resfriado;

d) processo a quente acidificado: o xarope é preparado pela adição de ácido antes ou durante o aquecimento. Como resultado, obtém-se inversão total ou parcial do açúcar. Com a acidificação e inversão do açúcar, o xarope torna-se menos suscetível ao ataque de microrganismos;

e) xarope de alta densidade: as concentrações dos xaropes utilizados na indústria variam de 48 a 60 % de açúcar, no entanto, quando a estocagem é necessária e a adição de ácido é indispensável, o aumento na concentração do xarope é efetuado, obtendo-se xaropes com concentrações de no mínimo 67 % de açúcar (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

Preparo do Xarope Composto - O xarope composto é a mistura do xarope simples com os ingredientes específicos para a formulação do refrigerante. Deve ser obedecida a sequência de preparo, não se alterando a ordem de entrada dos ingredientes para evitar-se precipitações e turvações: xarope simples → benzoato de sódio → suco concentrado → ácido cítrico → ácido ascórbico → água declorada (BRAHMA, 1991).

Carbonatação - A carbonatação pode ser considerada como a saturação do líquido com gás carbônico. A água deve ser desaerada para facilitar a carbonatação e diminuir problemas com espuma durante o engarrafamento (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

A unidade adotada pelos produtores de bebidas e engarrafadoras para expressar o teor de CO₂ em refrigerantes é o Volume, que é definido como a quantidade de

CO₂ que um dado volume de água absorverá à pressão atmosférica (760 mm Hg) e a 15,5 °C de temperatura (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

O dióxido de carbono, como todo gás, apresenta solubilidade em água como função inversa à temperatura. Quanto mais baixa a temperatura, desde que acima de 0 °C, maior será a solubilidade do gás na água. Na pressão atmosférica, um volume de dióxido de carbono é solúvel em 0,6 volumes de água a 0 °C. A 25 °C são necessários 13 volumes de água para dissolver um volume de CO₂. A quantidade de CO₂ dissolvida em água a uma dada temperatura é proporcional à pressão do gás na água (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

Como o gás carbônico apresenta melhor solubilidade em água a baixas temperaturas, o uso de água resfriada possibilita um melhor controle da carbonatação, redução das perdas no enchimento, menor desgaste do equipamento e economia de CO₂, pois haverá menores perdas (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

De modo geral, pode-se dizer que existem dois métodos de carbonatação de refrigerantes. Em um deles, o “xarope” (que consiste na solução concentrada de adoçantes, acidulantes, corantes e aromatizantes) é dosado no frasco, seguindo-se da adição de água previamente carbonatada até completar o volume, e fechamento da garrafa. No segundo método, a mistura do concentrado com a água é efetuada anteriormente em um pré-misturador que dosa automaticamente as quantidades de água e concentrado na mistura, sendo a seguir, carbonatada a mistura final (TOCCHINI; NISIDA, 1995).

Os fatores determinantes para o grau de carbonatação são: pressão no sistema, temperatura no líquido, tempo de contato entre o líquido e o CO₂, área de interface entre o líquido e o CO₂, afinidade do líquido para o CO₂ (afinidade diminui conforme o

conteúdo de açúcar aumenta) e a presença de outros gases (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

O nível ótimo de carbonatação varia de acordo com o sabor e características da bebida, sendo que aquelas a base de frutas são pouco carbonatadas (1 volume de CO₂); já as colas são carbonatadas com 2-3 volumes de CO₂ por volume de refrigerante (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

John e Narasimham (1993), avaliaram a aceitabilidade de uma bebida produzida com suco de jaca em três níveis de carbonatação 1, 2 e 3 volumes de CO₂. A melhor aceitação, por parte do painel sensorial, foi para a bebida carbonatada com 1 volume de CO₂.

Pequenas imperfeições nas paredes de latas ou garrafas, combinadas com partículas disformes e ásperas, são a causa para o CO₂ ser liberado durante o processo de envase. Muitos sólidos suspensos em bebidas carbonatadas, que apresentam áreas de superfície irregular, causam a liberação de CO₂ por nucleação (TALBOT; MACDONALD, 1998).

Bebidas carbonatadas em um recipiente fechado estão numa condição de equilíbrio, onde o gás no espaço de cabeça fornece a pressão de equilíbrio necessária para manter o restante do gás em solução. A pressão de equilíbrio varia de acordo com a quantidade de CO₂ na solução e a temperatura do líquido (VARNAM; SUTHERLAND, 1994).

O processamento de refrigerantes é apresentado de forma resumida na Figura 2.

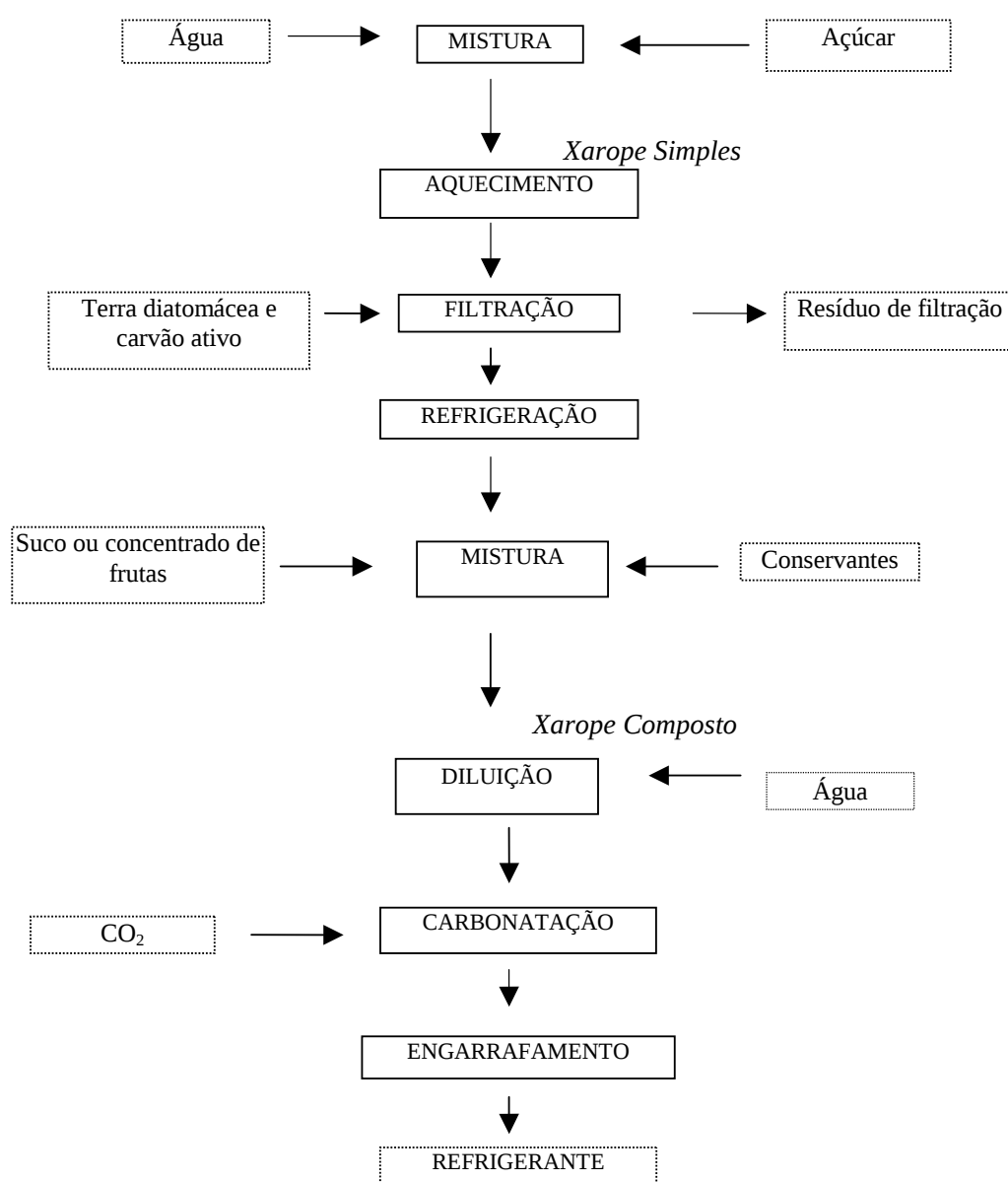


Figura 2: Fluxograma de operações unitárias com entrada de matérias-primas e coadjuvantes de produção e saída do produto.

Engarrafamento - O engarrafamento consiste em acondicionar a bebida em recipiente adequado. A alteração dos hábitos de consumo, as novas exigências de funcionalidade e as estratégias de marketing inovadoras vêm repercutindo nos produtos e em suas embalagens. Prova disso é o crescimento das embalagens em PET (CURTE, 2002).

Atualmente, as garrafas PET (polietileno tereftalato) são utilizadas em 80 % da produção de refrigerantes do país e, estão substituindo o vidro, com grandes vantagens: menor investimento do engarrafador com máquinas de lavar vasilhames, fim do frete de retorno de vasilhames, embalagem resistente a impactos. Para o consumidor significa o fim do inconveniente da troca de vasilhames (TOCCHINI; NISIDA, 1995; DE MARTINO, 1999b; RECICLAGEM, 2000; CURTE, 2002).

2.1.5 Vida de prateleira

Vida de prateleira pode ser definida como “o período de tempo que corresponde, em condições definidas, a uma tolerável diminuição da qualidade de um produto alimentício embalado.” A vida de prateleira de um produto alimentício não corresponde obrigatoriamente à vida real do produto porque a perda de algumas características, particularmente as organolépticas, corresponde ao final de sua comercialização (PIERGIOVANNI, 1998).

Deve-se considerar o fato de que a bebida é um produto natural e que no período de armazenagem certas mudanças ocorrem no produto devido a reações químicas, especialmente na presença de oxigênio. Por esta razão, é necessário testar o produto em seu período total de vida de prateleira, na embalagem prevista sob condições de armazenagem

pressupostas, baseadas em vários fatores como: temperatura, tempo, presença de oxigênio, tipo de embalagem, composição da bebida (KRASOVC; PRISLAN, 1997).

A vida de prateleira de uma bebida pode depender consideravelmente do tipo de embalagem utilizada. Garrafas de vidro transparente e garrafas PET permitem que raios ultravioletas penetrem na bebida afetando o aromatizante, o corante ou qualquer outro componente da bebida, causando sua desintegração bem como mudanças nas propriedades organolépticas (KRASOVC; PRISLAN, 1997).

No geral, refrigerantes são seguros do ponto de vista de higiene. Contudo, deve-se observar que uma mudança em qualquer componente do complexo método de preservação (pH, CO₂ e benzoato) pode resultar em um risco (MASSA et al., 1998).

Durante o período de armazenamento de bebidas produzidas com acerola, as principais alterações dizem respeito à perda de vitamina C e mudanças na coloração.

A estabilidade e suscetibilidade à degradação do ácido ascórbico, presente em produtos de frutas processados depende de vários fatores como tempo e temperatura de processamento e acondicionamento, concentração de açúcar, pH, oxigênio, enzimas, metais catalizadores, concentração inicial do ácido ascórbico (FENNEMA citado por OLIVA, 1995).

A oxidação do ácido ascórbico, além de perdas nutricionais, também produz compostos com radical carbonila que reagem com grupos amino e por polimerização produzem pigmentos escuros, os quais são responsáveis pelo escurecimento dos sucos (SHAW; MOSHONAS, 1991).

A presença do oxigênio dentro da embalagem é responsável pela rápida degradação inicial da vitamina C. Esta oxidação é verificada durante os primeiros dias do armazenamento, quando o O₂ está presente. Nos dias seguintes, a perda do ácido apresenta uma taxa de um décimo em relação àquela verificada nos primeiros dias (SHAW; MOSHONAS, 1991). Segundo Sizer et al., citados por Corrêa Neto e Faria (1999), 1mg de oxigênio vai decompor aproximadamente 10 mg de vitamina C.

O suco de acerola apresenta mudança na coloração, passando de vermelho brilhante para amarelo pálido após a pasteurização, e torna-se amarronzado e com produção de CO₂ após alguns meses de armazenamento à temperatura ambiente (MATSUURA, 1994).

Sanchez Nieva citado por Oliva (1995), mostrou que o suco de acerola enlatado e armazenado a 29,4 °C apresentou sinais de estufamento em menos de um mês. Análises microbiológicas mostraram ausência de microrganismos produtores de gases. Testes qualitativos mostraram ser o dióxido de carbono o gás predominante, provavelmente originado da degradação do ácido ascórbico.

Bisset e Berry, citados por Corrêa Neto e Faria (1999), estudaram a influência da embalagem do suco de laranja integral na retenção do ácido ascórbico. As embalagens utilizadas para o suco foram: frascos de vidro, frascos de polietileno rígidos e poliestireno de alto impacto e as cartonadas. Concluíram que nas embalagens de vidro houve retenção do ácido ascórbico muito superior às demais, vindo, a seguir, o polietileno, o poliestireno e a cartonada, que apresentaram menor retenção, em função de uma maior permeabilidade ao oxigênio desses materiais em relação ao vidro.

Rahman et al citados por Oliva (1995), estudaram o efeito da temperatura de armazenamento em néctar de goiaba e sucos de laranja, tomate e abacaxi, fortificados com diferentes concentrações de vitamina C. Os produtos foram tratados termicamente, enlatados e acondicionados em temperatura ambiente e a 38 °C, avaliando-se a perda de vitamina C durante 6 meses. Os resultados mostraram que houve maiores perdas no produto armazenado a 38 °C em todos os níveis de concentração, sendo que os produtos com menor concentração de vitamina C apresentaram maior velocidade de degradação da vitamina.

Segundo Carvalho e Guerra (1995a), o suco de acerola apresenta perdas no teor de ácido ascórbico durante o armazenamento; o suco pasteurizado (70 °C / 15 min.) e armazenado à temperatura ambiente apresentou perdas de ácido ascórbico de 26,9 % aos 30 dias de armazenamento e, 30,7 % e 33,8 % respectivamente aos 90 e 150 dias.

Nogueira et al. (1997) estudaram a estabilidade da polpa de acerola preservada por pasteurização (100 °C x 15 minutos) e congelamento (-18 °C) por um período de 90 dias. As variáveis pH e °Brix mantiveram-se estáveis ao longo do tempo. A vitamina C mostrou-se estável, em ambos os processos de conservação.

Oliva (1995), estudou o efeito de diferentes tratamentos térmicos (“hot fill” e “spin cooker”) e diferentes temperaturas de armazenamento (ambiente e 8 °C) em néctar de acerola. As amostras estocadas à temperatura ambiente apresentaram elevadas perdas de ácido ascórbico (em torno de 27,0 %) após 180 dias de armazenamento e alterações evidentes de cor, sabor e aspecto visual. As amostras armazenadas sob refrigeração apresentaram menores perdas de ácido ascórbico (entre 5,76 e 9,84 %). A degradação de ácido ascórbico nos primeiros 45 dias foi relativamente pequena para todos os processos e temperaturas de armazenamento (variando de 1,74 a 3,39 %).

Oliva (1995), relata que coincidentemente ao período de intensificação da degradação do ácido ascórbico em néctar de acerola, alterações de sabor foram identificadas pelos provadores. É provável que essa alteração de sabor ocorrida durante o armazenamento esteja relacionada com os produtos formados da degradação do ácido ascórbico.

Singh Khurdiya et al. (1996) produziram refrigerantes de goiaba e durante o período de armazenamento de 3 meses os autores não notaram alterações nos teores de sólidos solúveis. O pH apresentou um leve aumento de 2,95 para 3,5 e a acidez diminuiu de 0,34 para 0,29 %. A retenção do ácido ascórbico foi influenciada pela temperatura de armazenamento. As bebidas armazenadas refrigeradas (3-5 °C) apresentaram retenção de 61,5 % enquanto aquelas armazenadas a temperatura ambiente (23-41 °C) apresentaram retenção de 45,9 %.

Eleuterio (1998) estudou as variações do conteúdo de ácido ascórbico em suco de acerolas verdes e maduras armazenadas a – 18 °C por 12 meses. O ácido ascórbico apresentou boa estabilidade no suco congelado, com retenção de 81,42 % no suco de frutas maduras e 88,76 % no suco de frutas verdes.

Carvalho e Manica (1994) avaliaram as alterações das características físicas e químicas ocorridas em acerolas verdes, semimaduras e maduras, após o armazenamento a diversas temperaturas. As acerolas verdes mantiveram os maiores níveis de ácido ascórbico aos 20 dias de conservação refrigerada (5,5 a 8,0 °C) ou congelada (-19 a -21 °C).

Pimentel et al. (2001) avaliaram a eficiência de retenção da vitamina C no suco de acerola em relação a diferentes métodos de preservação: congelamento, tratamento

térmico e utilização de aditivos químicos (metabissulfito de sódio, 200 ppm, e benzoato de sódio, 0,08 %). Após o período de 180 dias, o congelamento apresentou 79,2 % de retenção do ácido ascórbico, o tratamento térmico 69,8 % e o tratamento com aditivos químicos 61 %. A perda de vitamina C no primeiro mês em relação ao tempo zero para o congelamento foi de 1,7 %. Para o tratamento térmico foi de 10,9 % e, para o tratamento químico foi de 13,0 %.

Fitting e Miller (1960), citados por Gomes et al. (2000), estudando a retenção do ácido ascórbico em suco de acerola congelado com e sem adição de açúcar, observaram que ao final de oito meses o suco com açúcar manteve 82 - 87 % do teor inicial de vitamina C, e o suco sem açúcar, 60 % de seu valor.

Pedraño et al. (1999), avaliaram o efeito da adição de sacarose e tempo de armazenamento nas propriedades físico-químicas e sensoriais de suco de limão Tahiti adoçado com 60 % de sacarose (p/p) e puro, congelados e armazenados por 60 dias. A concentração de sólidos solúveis, acidez titulável, ácido ascórbico, e pH do suco não foram afetados pelo tempo de armazenamento. O teor de ácido ascórbico, nos sucos armazenados variou entre 28,2 e 30,3 mg / 100mL, e os resultados não foram afetados pelo tratamento ou tempo de armazenamento; o suco fresco continha 34mg / 100 mL.

Gomes et al. (2000), verificaram que o suco de acerola congelado e armazenado por um período de 10 meses perdeu em média 17,86 % da quantidade de vitamina C. O pH apresentou correlação com o teor de vitamina C no processo de armazenamento do suco de acerola.

2.2 Acerola

A acerola (*Malpighia spp*) pertence à família das Malpighiaceas, é essencialmente americana, originária das Antilhas e América Central. Muito antes do desembarque de Cristovão Colombo, espalhou-se pelas ilhas da área até o Norte da América do Sul, levada pelos índios em suas migrações (PAIVA, 1996); existindo também espécies na África e Ásia (PITOMBO, CANTELMO, 2000). Também é conhecida como cereja de Barbados, de Porto Rico, das Antilhas ou cereja das Índias Ocidentais (CEREZAL-MEZQUITA; GARCIA-VIGOA, 2000).

A acerola foi introduzida no Brasil, especificamente no Estado de Pernambuco, pela Universidade Federal Rural de Pernambuco, em 1956, através de algumas sementes de Porto Rico, embora, segundo informações, há anos já havia sido introduzida no estado de São Paulo (COUCEIRO citado por PAIVA, 1996).

A aceroleira é uma planta rústica, de porte pequeno e com a copa proporcional à altura, que se desenvolve em clima tropical e subtropical; desenvolvendo-se melhor em temperaturas médias de 26 °C, com chuvas variando de 1200 a 1600 mm. Chuvas excessivas provocam a formação de frutos aquosos, menos ricos em açúcares e em vitamina C (KAWATI, 1995; ALVES; MENEZES, 1995).

A frutificação inicia-se, em média, a partir de 2 anos do plantio. Nas regiões mais quentes do Estado de São Paulo, o período de produção vai de outubro a maio (7 meses). Nas regiões de clima mais ameno, o período de colheita reduz-se para 4 a 6 meses (KAWATI, 1995).

O fruto da aceroleira é uma drupa subglobosa de superfície lisa ou sensivelmente trilobada, que se dispõe isolada ou em panículas de duas ou três, em axilas

foliares com pedúnculos curtos. Possui três sementes pequenas, cada uma inclusa em um caroço proeminente, reticulado e de textura apergaminhada. O tamanho pode variar de 1 a 2,5 cm, o diâmetro de 1 a 4 cm e o peso de 2 a 15 g (ALVES; MENEZES, 1995).

Há frutos arredondados, ovalados ou cônicos. Sua cor, quando maduros, pode ser vermelha, roxa e amarela. Esta característica é muito importante, pois a indústria de processamento prefere os frutos de coloração vermelha (SIMÃO, 1971).

O fator determinante do ponto de colheita é o destino que se pretende dar aos frutos. No caso de congelamento ou processamento na forma de suco ou polpa, os frutos devem ser colhidos ainda firmes para suportar manuseio. Os frutos podem ser colhidos no início da maturação (verde, verde-amarelado), quando se destinam à fabricação de produtos em pó, cápsulas, concentrados para enriquecimento de outros alimentos, onde o teor de vitamina C é a característica mais importante (GORGATTI NETTO et al., 1996).

2.2.1 Mercado

A acerola apesar de ser um fruto atraente devido à sua coloração vermelho púrpura, apenas começou a se destacar a partir de 1946, quando descobriram o elevado teor de ácido ascórbico e hidroascórbico do seu suco (CARVALHO; GUERRA, 1995b).

A demanda pela acerola e seus produtos está aumentando devido principalmente à presença de vitaminas como A e C e fibras. Esses elementos nutricionais estão associados com a prevenção de doenças coronárias e câncer (MACIEL et al., 1999).

A aceroleira é cultivada em Porto Rico, Cuba e nos Estados Unidos, sobretudo no Havaí e Flórida. Há produção também na Venezuela, Colômbia, algumas ilhas do Caribe e certos países asiáticos, como Filipinas e Vietnã (PAIVA, 1996).

Os primeiros plantios comerciais de acerola no Brasil foram instalados na década de 80, amparados pelo mercado japonês que absorvia a produção de polpas e frutos congelados (GAYET, 1995). No Japão, a acerola é utilizada em boa parte da linha de produtos alimentícios industrializados, tais como: iogurtes, bebidas enriquecidas, balas, gelatinas e sucos. Em 1988, foi lançado o primeiro “soft drink” de acerola (BLISKA; LEITE, 1995).

A acerola registra um índice ascendente de consumo no mercado interno. De acordo com Lucas (1993), o consumidor brasileiro tornou-se mais consciente da importância dos alimentos naturais para a saúde humana, o que tem contribuído para fortalecer e difundir o consumo da acerola.

A acerola disputa a faixa de mercado onde os consumidores preferem sucos naturais. Nesse nicho, aparentemente, ainda não existe um bom substituto, uma vez que seu teor de vitamina C é muito superior ao da maioria das frutas (CARDOSO et al. citados por PAIVA, 1996).

Por ser uma cultura relativamente recente e ainda de pouca expressão econômica no Brasil, as estatísticas sobre acerola não estão disponíveis. Algumas informações preliminares sobre a cultura no país foram fornecidas pelo Instituto Brasileiro de Fruticultura (IBRAF) em 1995. A produção brasileira de acerola no ano de 1995 foi de 23.000 toneladas de frutas frescas, numa área plantada de 2.804 ha, sendo que 85 % da produção destinou-se ao mercado interno e 15 % para o externo. A região nordeste do Brasil produz a maior quantidade

do país, com aproximadamente 1700 ha plantados (GAYET, 1995; PAIVA, 1996; MACIEL et al., 1999).

Cerezal-Mezquita e Garcia-Vigoa (2000), relatam que uma empresa americana decidiu investir na acerola, aproveitando a demanda por comprimidos de vitamina C. A empresa comprou uma fazenda de 1600 ha no Ceará e investirá US\$ 50 milhões nos próximos sete anos para desenvolver planos de cultivo e comercialização. A polpa da fruta será exportada para a matriz na Califórnia, onde será usada em mais de 30 tipos de vitaminas.

Os principais problemas no setor de acerola são a grande perecibilidade dos frutos após a colheita e durante o processo de comercialização; a necessidade da preservação das características organolépticas tanto da fruta “in natura” como de seus derivados durante o período de armazenamento; e a ausência de padronização de tais produtos (BLISKA; LEITE, 1995).

A comercialização da acerola “in natura” limita-se às imediações das regiões produtoras, em razão de sua alta perecibilidade. Atualmente, o fruto tem sido comercializado congelado ou na forma de produtos processados (ALVES et al., 1995). Devido seu sabor marcadamente ácido, o consumo fresco é visto pelo consumidor como um suplemento vitamínico. O uso doméstico é dirigido à obtenção de gelatinas, doces, licores, dentre outros. As aplicações industriais são: obtenção de sucos para utilização como fortificador de ácido ascórbico, elaboração de concentrados e nutracêuticos (CEREZAL-MEZQUITA; GARCIA-VIGOA, 2000).

2.2.2 Composição dos frutos

A composição dos frutos e de seus produtos depende de fatores como: condições climáticas, cultivar, tratos culturais, estágio de maturação, sendo também modificados pelo processamento e armazenamento, que atingem principalmente o teor de ácido ascórbico (CARVALHO; GUERRA, 1995b).

Os sólidos solúveis têm sido utilizados como índice de maturidade para alguns frutos. Para a acerola, nas nossas condições, podem-se encontrar valores de 5 até um máximo de 12 °Brix, sendo a média em torno de 7-8 °Brix (GORGATTI NETTO et al., 1996).

Os ácidos orgânicos são produtos intermediários do metabolismo respiratório dos frutos e são muito importantes do ponto de vista do sabor e odor (OLIVEIRA et al., 1999).

Ansejo, citado por Matsuura (1994), verificou que a acidez do suco de acerola varia proporcionalmente ao conteúdo de vitamina C. Porém, essa variação não é linear, o que indica a presença de outros ácidos.

O ácido ascórbico é o principal ácido presente na acerola, seguido do ácido málico e do tartárico. Encontram-se também pequenas quantidades de ácido cítrico na acerola verde, e quantidades ainda menores no suco da acerola madura (RIGHETTO; NETTO, 2000).

Oliveira et al. (1999) analisaram amostras de polpa congelada de acerola provenientes dos estados da Paraíba e Pernambuco. A acidez, em ácido cítrico, variou entre 0,47 e 1,56 % com média de 1,04 %. O pH médio das polpas foi de 3,07. O teor médio de sólidos solúveis foi igual a 6,5 °Brix. Os açúcares redutores variaram de 2,05 a 4,95 % com

média de 3,20 %. No Quadro 3 está relacionada a composição físico-química dos frutos de acerola.

Quadro 3: Composição da acerola em 100 g de polpa (Fonte: MARINO NETTO, 1986; GOMEZ et al., 1999; OLIVEIRA et al., 2000).

Composição (g / 100g de polpa)	
Umidade	74 - 96
Proteína	0.68
Extrato Etérico	0.19
Fibras	0.60
Cinzas	0.31 - 0.45
Açúcares redutores	2.33 - 5.5
Sólidos solúveis (°Brix)	4.0 - 8.0
pH	3.1 - 3.6
Minerais (mg / 100g de polpa)	
Cálcio	5.8 - 35.0
Fósforo	9.0 - 38.0
Potássio	46.0 - 122.0
Magnésio	7.6
Ferro	0.38 - 1.0
Zinco	0.09
Vitaminas (mg / 100g de polpa)	
Ácido ascórbico	1000 - 3000
Pró-vitamina A	0.408 - 0.420
Tiamina	0.028
Riboflavina	0.079
Niacina	0.034

De acordo com Matsuura (1994), a viscosidade do suco integral de acerola (7,5 °Brix) a 25 °C é igual a 49,25 cP. Já a viscosidade do suco integral concentrado de acerola (16,5 °Brix), na mesma temperatura, é igual a 337,24 cP. Esses dados são superiores aos encontrados por Rocha, citado por Matsuura (1994), para suco de acerola pasteurizado (4,608 cP) e não pasteurizado (4,599 cP).

A acerola é poderosa fonte nutricional e medicinal, capaz de suplementar as necessidades diárias de vitamina C de um adulto, com apenas 3 frutos / dia (BLISKA; LEITE, 1995), sendo rica em vitamina C, vitaminas do complexo B, beta-caroteno e minerais (AGUIAR et al., 2000).

Miller et al., citados por Cerezal-Mezquita & Garcia-Vigoa (2000), afirmaram que adicionando uma parte de suco de acerola puro a 10 partes de outro suco de fruta, o produto resultante pode conter de 80 a 100 mg de ácido ascórbico por 100 mL. Um suco de laranja de boa qualidade apresenta ao redor de 50 mg de ácido ascórbico por 100 mL.

O ácido ascórbico é hidrossolúvel e juntamente com o ácido dehidroascórbico tem a função de vitamina C. O ácido ascórbico é rapidamente destruído pelo calor (na presença de oxigênio) e pela oxidação (PITOMBO; CANTELMO, 2000).

Segundo Nakasone et al., citados por Gorgatti Netto et al. (1996), diversos são os fatores que afetam a síntese e retenção da vitamina C em acerola. Durante o desenvolvimento do fruto, a concentração desta vitamina atinge o pico entre o 16º e o 18º dia após a abertura das flores. Os frutos de plantas propagadas sexualmente apresentam teores de vitamina C um pouco menores que os de plantas obtidas por via assexuada. O sombreamento reduz significativamente a produção da vitamina, e a exposição direta dos frutos aos raios solares por mais de 4 horas, após a colheita, causa perdas significativas.

O teor de vitamina C é influenciado pelo estágio de maturação dos frutos. Os frutos maduros apresentam elevado teor de açúcar, baixa acidez e menor teor de vitamina C, embora ainda superem cerca de 20-30 vezes o teor dos frutos cítricos (ALVES et al. 1995).

Através da comparação das características físico-químicas de suco de acerola extraído de frutos verdes e de frutos maduros, Righetto e Netto (2000) verificaram que o suco extraído de frutos verdes apresentou teor de ácido ascórbico entre 1,7-1,83 g / 100g, enquanto para o suco de frutos maduros houve uma redução no teor de ácido ascórbico de aproximadamente 43 %, variando de 0,94 - 1,10 g / 100g. Esta característica pode ser explicada pelo fato de que as reações de oxidação do ácido ascórbico são catalisadas pela enzima ácido ascórbico oxidase, que demonstra uma ação mais intensa nas acerolas maduras que nas acerolas verdes (ANSEJO, 1980).

A vitamina C está presente nos tecidos vegetais, principalmente na forma de ácido ascórbico reduzido (AA). Esse composto pode ser oxidado, de modo reversível, a ácido dehidroascórbico (DHA) que quando convertido irreversivelmente em ácido 2,3 – dicetogulônico (DCG) perde sua atividade biológica (WATADA, 1987), conforme Figura 3.



Figura 3: Oxidação do ácido ascórbico. Fonte: Cooke e Moxon in: Eleuterio (1998).

Del Campillo e Asenjo, citados por Gorgatti Netto et al (1996), verificaram a distribuição dos ácidos: ascórbico, dehidroascórbico e dicetogulônico em cinco estágios de desenvolvimento do fruto de acerola. Em todos os estágios estudados, o ácido

ascórbico nunca foi encontrado em proporção menor que 90 % do total da soma dos três e os pequenos teores dos ácidos dehidroascórbico e dicetogulônico, especialmente o segundo, são produtos mais da síntese do que da catálise. No fruto maduro, observou-se uma diminuição significativa do teor de ácido ascórbico.

A vitamina C pode ser degradada por via aeróbia e por via anaeróbia. A degradação por via aeróbia ocorre na presença de oxigênio (PITOMBO; CANTELMO, 2000). A temperatura é o principal fator para a degradação anaeróbia, nessa condição o ácido ascórbico é descarboxilado e perde água produzindo furfural (LIAO; SEIB, citados por PITOMBO; CANTELMO, 2000).

A vitamina C tem a estabilidade influenciada pelo pH e conteúdo de ferro e cobre presentes no alimento, fatores que determinam a velocidade nas decomposições. Na presença de agente oxidante, dois átomos de hidrogênio são removidos do ácido ascórbico dando origem ao ácido dehidroascórbico. Este é um composto relativamente instável, sendo rapidamente hidrolisado em soluções aquosas, dando origem ao ácido dicetogulônico. Acima de pH 4,0 e em presença de ar, oxida-se rapidamente a ácido treônico, em soluções alcalinas sofre completa degradação, dando formação ao CO₂ (ANTUNES; CANHOS, s.d.).

A acerola é um fruto climatério, após a colheita continua sofrendo reações metabólicas e mantém os processos fisiológicos, passando por uma série de alterações: degradação de clorofila paralelamente ao aparecimento de carotenóides, decréscimo na acidez, aumento nos açúcares redutores e acentuada perda de vitamina C (ALVES, 1992).

2.2.3 Desidratação da acerola

A desidratação, além de ser utilizada como um método de conservação, impedindo a deterioração e perda do valor comercial, objetiva também o refinamento do alimento, tendo-se como consequência a oferta de um novo produto no mercado, com benefícios monetários que derivam da transformação do produto (UNIFEM citado por SOARES et al., 2001).

Uma alternativa para a preservação da acerola é a sua desidratação pelo processo de atomização (“spray drying”) que permite a obtenção de polpa de acerola desidratada com elevado teor de vitamina C, a qual poderá ser utilizada na elaboração de suco, ou como componente de formulações para o desenvolvimento de produtos na área alimentícia e farmacêutica (NOGUEIRA; SILVA, 1995).

A desidratação é um recurso tecnológico, que consiste basicamente na remoção da maior parte da água do vegetal, propiciando considerável prolongamento da vida útil desses alimentos, além de facilitar o manuseio, o transporte, a estocagem e o preparo pelo consumidor final (AGUIRRE; GASPARINO, 2000).

O suco de acerola é desidratado a menos de 1 % de umidade e, o pó obtido contém entre 10 e 30 % de vitamina C, sendo bastante higroscópico. O pó de acerola deve ser armazenado em atmosfera seca (5 a 10 % de umidade relativa), podendo ser armazenado por 12 meses à temperatura ambiente com perdas de vitamina C inferiores a 5 % (GOMEZ et al. 1999).

De acordo com Aguirre et al (2000), o produto acondicionado em embalagem aluminizada e estocado sob condições ambientes, apresentou boa estabilidade

quanto à cor e ao teor de vitamina C; após seis meses as perdas verificadas, para ambas as características, foram da ordem de 10 %.

Pitombo e Cantelmo (2000), estudaram os efeitos de armazenamento em diferentes umidades relativas e temperaturas sobre os compostos voláteis e vitamina C, no suco de acerola liofilizado. O conteúdo de vitamina C diminuiu com o aumento da temperatura e da atividade de água. Para atividade de água a partir de 0,7 a perda de vitamina C é mais acentuada. O aumento da umidade relativa foi mais determinante do que o aumento da temperatura para a perda de compostos voláteis.

Soares et al. (2001), observaram que logo após a desidratação da polpa de acerola pelo processo “foam-mat”, o valor de vitamina C inicial era de 16,34 %. Após 3 meses de estocagem, em sacos metalizados a temperatura ambiente, este valor decresceu para 11,32 %.

2.3 Refrigerante de Acerola

Não foi encontrado qualquer trabalho sobre esse assunto nas bases de dados especializadas (CAB, FSTA, AGRIS, AGRÍCOLA, BIOLOGICAL, PROBE, SCIELO). Apenas duas referências sobre o assunto foram encontradas em trabalhos de Bliska e Leite (1995); Paiva (1996).

Bliska e Leite (1995), relatam o lançamento do primeiro “soft drink” de acerola, em 1988, no Japão. Paiva (1996), cita que a acerola é utilizada no Japão para a elaboração de mais de doze produtos, entre os quais refrigerantes.

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Materiais

3.1.1 Suco desidratado e extrato seco de acerola

O suco desidratado e o extrato seco de acerola, produzidos pela empresa Anidro do Brasil, apresentam-se na forma de pó fino, solúvel em água e de coloração alaranjada. O suco desidratado é produzido com suco de acerolas maduras e o extrato seco é feito a partir do suco concentrado ultraclarificado, produzido a partir de alta porcentagem de frutos verdes. Esses produtos são obtidos através da secagem do suco da fruta por atomização, na presença de maltodextrina como agente de encapsulação.

3.1.2 Água

A água usada na produção do refrigerante foi água da rede pública, filtrada em filtro duplo de carvão ativo para retirada do cloro.

3.1.3 Açúcar Foi utilizado açúcar cristal, comprado no comércio da cidade de Botucatu / SP.

3.1.4 Gás Carbônico

Foi utilizado gás carbônico de grau alimentício.

3.1.5 Aromatizante

Utilizou-se aroma artificial de acerola fornecido pela empresa Duas Rodas Industrial Ltda.

3.1.6 Conservante

O conservante utilizado foi o benzoato de sódio PA.

3.1.7 Corantes

Foram utilizados os corantes artificiais: amarelo crepúsculo e vermelho Bordeuax S, fornecidos pela empresa Duas Rodas Industrial Ltda.

3.1.8 Acidulante

Como acidulante, utilizou-se ácido cítrico PA.

3.2 Métodos

3.2.1 Planejamento experimental

A produção dos refrigerantes foi realizada em planta piloto de 50 litros, conforme Figura 4, e foram usadas duas fontes de acerola: a) suco desidratado e b) extrato seco. Os refrigerantes tiveram sua acidez fixada, ao mesmo tempo que o teor sólidos solúveis foi variável (10, 11 e 12 °Brix). Dessa forma, houve seis tratamentos. O número de

repetições foi igual a três, o que resultou em 18 parcelas experimentais. Os tratamentos foram: S10 - suco desidratado 10 °Brix, E10 - extrato seco 10 °Brix, S11 - suco desidratado 11 °Brix, E11 - extrato seco 11 °Brix, S12 - suco desidratado 12 °Brix e E12 - extrato seco 12 °Brix.



Figura 4: Planta piloto para produção de refrigerantes, à esquerda tanque de preparo e resfriamento do xarope composto, no centro tanque de produção de xarope simples e à direita tanque de carbonatação e cilindro de CO₂.

Os resultados das análises físico-químicas dos refrigerantes foram comparados através do teste de Tukey (PIMENTEL GOMES, 2000). Os refrigerantes produzidos com a mesma matéria prima (suco desidratado ou extrato seco de acerola) e com diferentes concentrações de sólidos solúveis (10, 11 e 12 °Brix) foram comparados sensorialmente pelo teste de escala hedônica (MORAES, 1993). Os refrigerantes produzidos com matérias primas diferentes e com o mesmo teor de sólidos solúveis foram comparados pelo teste triangular e teste de escala hedônica (MORAES, 1993).

3.2.2 Protocolo de produção dos refrigerantes

- a) Preparo do xarope simples a 60 °Brix: aquecimento da água até 30 °C, em seguida, adição do açúcar cristal lentamente para facilitar sua dissolução. Aquecimento da mistura até 85 °C por 5 minutos;
- b) Resfriamento do xarope simples para 10 °C em *freezer*;
- c) Adição do conservante: dissolução prévia de benzoato de sódio em 100 mL de água, adição ao xarope simples e homogeneização (0,542 g / L de refrigerante);
- d) Preparo do xarope composto: adição do suco desidratado (14,35 g / L) ou extrato seco (14,13 g / L), aromatizante (0,5 mL / L) e corantes (30 mg / L de amarelo crepúsculo e 4,88 mg / L vermelho Bordeaux S) ao xarope simples, seguida de homogeneização. Adição do ácido cítrico (1,24 g / L para o suco desidratado e 1,06 g / L para o extrato seco). As quantidades de suco desidratado e extrato seco correspondem a 20 % de suco de acerola no refrigerante;
- e) Formulação do refrigerante: mistura do xarope composto e água deionizada, até atingir o °Brix desejado;
- f) Resfriamento da formulação final até 0 °C;
- g) Carbonatação: saturação do refrigerante com gás carbônico, o primeiro minuto de carbonatação deve ser realizado com a válvula de saída de gás aberta para eliminação do ar contido no tanque. Fechamento da válvula e, saturação com gás carbônico a vazão de 3,0 L / min até a pressão de 2,4 kgf / cm². Em seguida, realiza-se a despressurização do tanque: abertura da válvula de saída de gás, lentamente, para retirada da pressão;
- h) Engarrafamento: envase do refrigerante em garrafas de vidro de cor âmbar, com capacidade para 660 mL.

i) Armazenamento: acondicionamento das garrafas em caixas plásticas e armazenamento a temperatura ambiente.

3.2.3 Produção dos refrigerantes

Os refrigerantes foram produzidos entre abril e maio de 2002. Foi estabelecida a seguinte ordem de produção dos refrigerantes da primeira repetição (R_1): suco 10 °Brix, extrato 10 °Brix, suco 11 °Brix, extrato 11 °Brix, suco 12 °Brix, extrato 12 °Brix. A mesma ordem foi obedecida para a produção das repetições 2 (R_2) e 3 (R_3).

Foram produzidos 10 L de refrigerante para cada parcela experimental. Em todas as produções, no momento do engarrafamento, foi retirada e descartada a quantidade inicial de 1L de refrigerante, sendo em seguida engarrafados 7,26 L de refrigerante (11 garrafas de 660 mL). A quantidade de refrigerante restante, aproximadamente 1,74 L, também foi descartada. Essa prática teve como objetivo minimizar possíveis alterações da carbonatação, que pudessem ocorrer entre os volumes inicial e final de refrigerante no tanque de carbonatação.

3.2.4 Análises físico-químicas

No suco desidratado e extrato seco de acerola foram analisados sólidos insolúveis (ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION, 1974), lipídeos (CECCHI, 1999), vitamina C (MÉTODOS..., 2001), sólidos totais, sólidos solúveis, umidade, pH, acidez titulável, cinzas, proteínas (INSTITUTO ADOLFO LUTZ, 1985), açúcares redutores (AR) e açúcares redutores totais (ART) (COPERSUCAR, 1980).

A água filtrada em carvão ativo, utilizada para a produção dos refrigerantes, foi analisada para pH, alcalinidade, dureza, ferro, cloro residual e turbidez, pelo órgão responsável pelo abastecimento público, SABESP.

A composição físico-química do açúcar (sólidos totais, umidade, Pol, sacarose, açúcares redutores, cinzas condutimétricas, cor) foi fornecida pela empresa produtora (Usina da Barra SA Açúcar e Álcool). As análises de °Brix, pureza, pH e degustação foram realizadas segundo métodos descritos pela Copersucar (1980).

No gás carbônico realizou-se teste de degustação, através de carbonatação da água.

Nos refrigerantes foram analisados: pH e acidez titulável de acordo com Instituto Adolfo Lutz (1985), vitamina C, gás carbônico (MÉTODOS..., 2001), AR e ART (COPERSUCAR, 1980), teor de sólidos solúveis (SS) em densímetro digital Mettler, modelo DA-310, “ratio” (relação SS / acidez titulável) e cor.

Para a análise de cor, os refrigerantes descarbonatados foram centrifugados a 1413 x g / 5 minutos, em centrífuga Fanem Excelsa Baby II, modelo 206-R. A leitura de absorbância, a 480 nm, foi realizada com o sobrenadante em espectrofotômetro Micronal, modelo B382. A escolha do comprimento de onda foi feita através de leituras entre 355 nm até 627 nm, variando de 5 em 5 nm, até observar-se um pico na leitura.

3.2.5 Seleção de painel para análise sensorial

Foram realizadas três seleções de provadores para compor o painel de análise sensorial de refrigerantes. A primeira seleção ocorreu em julho / 2001, e não foi

suficiente para selecionar um número adequado de provadores. A segunda seleção ocorreu em agosto / 2001 e a terceira seleção ocorreu em fevereiro / 2002.

As seleções foram realizadas através de testes triangulares com o uso de refrigerantes comerciais nos sabores guaraná, laranja e limão. Em cada teste foram servidas três amostras do mesmo sabor, sendo duas da mesma marca e uma de marca diferente. Os provadores deveriam apontar a amostra diferente.

O número de acertos de cada provador foi comparado com tabela específica para o teste triangular (MORAES, 1993).

3.2.6 Análises sensoriais

As análises sensoriais dos refrigerantes foram realizadas através dos testes triangular (diferença) e de escala hedônica (preferência), de acordo com Moraes (1993), em cabines individuais de análise sensorial, no Laboratório de Bebidas.

O teste triangular foi aplicado simultaneamente ao teste de escala hedônica, para os refrigerantes produzidos com matérias primas diferentes e com o mesmo °Brix. Essas análises foram realizadas com luz vermelha, para que possíveis variações de coloração não afetassem o resultado.

A significância estatística do teste triangular foi obtida através de tabela específica (MORAES, 1993), enquanto que os resultados do teste de escala hedônica foram analisados pelo teste de Tukey, sendo consideradas apenas as notas atribuídas pelos provadores que apresentaram respostas corretas no teste triangular.

O teste de escala hedônica, isoladamente, foi aplicado para os refrigerantes produzidos com a mesma matéria prima (suco desidratado ou extrato seco de

acerola) e com diferentes concentrações SS (10, 11 e 12 °Brix). Foi utilizada uma planilha com notas variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente). Estes testes foram realizados com luz branca.

Todos os testes foram realizados entre as 14:00 e 17:00 h, com refrigerantes na temperatura de 10 °C. Foram servidas amostras de aproximadamente 50 mL de refrigerante, em copos plásticos de 200 mL. As amostras foram codificadas ao acaso com três dígitos, e servidas em ordens diferentes para cada teste realizado. O painel sensorial foi composto, em média, por 10 provadores em cada teste.

As planilhas utilizadas nas análises sensoriais encontram-se no Apêndice.

3.2.7 Estabilidade dos refrigerantes

Uma característica marcante dos produtos de acerola é a perda gradativa de vitamina C durante o armazenamento. Com o objetivo de verificar o comportamento da vitamina C nos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola, e as alterações organolépticas durante o armazenamento decidiu-se pela realização de análises periódicas dos refrigerantes.

Os refrigerantes, armazenados à temperatura ambiente (17 °C - 21 °C: média de temperatura no período, entre os anos de 1977 a 1998), foram analisados a cada 30 dias (contados a partir da data de produção) até o prazo máximo de 180 dias após a produção (prazo de validade dos refrigerantes tradicionais em garrafas de vidro). As análises foram realizadas mensalmente enquanto houve aceitação dos refrigerantes por parte do painel sensorial. Foram realizadas análises físico-químicas para determinação das seguintes

características: vitamina C, pH, acidez titulável, “ratio”, °Brix, cor, açúcares redutores e açúcares redutores totais.

A aceitação dos refrigerantes foi determinada através de teste de escala hedônica, para os refrigerantes produzidos com a mesma matéria-prima e diferentes °Brix, como descrito anteriormente. A cada trinta dias foi realizado o teste sensorial para refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco, com uma das repetições escolhida ao acaso. Os resultados foram comparados pelo teste de Tukey.

3.2.8 Avaliação energética

A avaliação energética foi realizada através de simulação com o objetivo de se determinar a quantidade de energia requerida para a produção dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola em comparação com refrigerante de polpa congelada. A produção de refrigerante com polpa congelada de acerola não foi objeto de estudo deste trabalho, sendo adotada apenas na avaliação energética e econômica para fins de comparação com aqueles produzidos com os produtos desidratados de acerola. Na simulação, admitiu-se a produção diária de 18.000 L de refrigerante com 12 °Brix.

As quantidades de suco desidratado, extrato seco de acerola e polpa congelada foram calculadas como equivalentes a 20 % de polpa da fruta no refrigerante. As quantidades de matérias primas utilizadas na produção dos xaropes simples e composto encontram-se nos Quadros 4 e 5. A quantidade total de água resfriada para a diluição dos xaropes foi igual a 15.121 kg para os produtos desidratados e 11.620 kg para a polpa congelada.

Quadro 4: Quantidades de matérias primas utilizadas na produção simulada do xarope simples.

Matérias primas (Kg)	Suco desidratado	Extrato seco	Polpa congelada
Água	1.350	1.350	1.350
Açúcar	2.024	2.024	2.024
Total	3.374	3.374	3.374

Quadro 5: Quantidades de matérias primas utilizadas na produção simulada do xarope composto.

Matérias primas (Kg)	Suco desidratado	Extrato seco	Polpa congelada
Xarope simples	3.374	3.374	3.374
Fonte de Acerola	257,4	257,4	3.758,4
Aromatizante	9	9	9
Corante amarelo	0,54	0,54	0,54
Corante vermelho	0,09	0,09	0,09
Conservante	9,8	9,8	9,8
Acidulante	20,65	20,65	20,65
Total	3.671	3.671	7.172

A energia consumida no processo foi a somatória da energia elétrica (associadas aos motores elétricos) com a energia térmica (aquecimento do xarope simples).

Admitiu-se para fins de cálculos, que durante o preparo do xarope simples não houve perda de massa na forma de vapor d'água e de calor através das paredes do tanque.

Os valores de calor específico foram obtidos de tabela apresentada por Pancoast e Junk (1980). O calor específico para o xarope simples e o xarope composto foi relativo a uma solução de 60 °Brix. O calor sensível requerido para o aquecimento do xarope simples e para a refrigeração do xarope composto foi calculado pela fórmula:

$$Q = m * c * \Delta T$$

Onde: Q = quantidade de calor sensível requerida, kcal

m = massa de xarope, kg

c = calor específico da solução de sacarose a 60 °Brix, kcal / kg .°C

Δt = temperatura final - inicial, °C

O consumo de energia elétrica foi calculado através da equação:

$$C = P * t$$

Onde: C = consumo de energia elétrica, kWh

P = potência do motor, kW

t = tempo de funcionamento do motor, h

3.2.9 Avaliação econômica

A avaliação econômica foi realizada através do cálculo do custo médio de produção (HOFFMANN et al, 1981) dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola com 12 °Brix (que apresentaram a tendência de receberem as maiores notas de aceitação) comparados com refrigerante de polpa congelada de acerola com características semelhantes aos primeiros. Os cálculos foram baseados em uma indústria hipotética com produção de 18000 litros de refrigerante por dia.

Os custos de produção foram calculados a partir das despesas específicas (HOFFMANN et al, 1981), ou seja, aquelas diretamente relacionadas com a produção. As despesas gerais, isto é, aquelas que se referem à empresa como um todo, não foram consideradas.

As despesas específicas foram calculadas tomando por base um dia de produção. Foram constituídas por:

- a - Matéria-prima: água, açúcar, suco desidratado ou extrato seco de acerola ou polpa congelada, gás carbônico, corantes, aromatizante, acidulante, conservante, carvão ativo, terra diatomácea, garrafas e tampas plásticas;
- b - Mão-de-obra: constituída de trabalhadores autônomos (descarga do açúcar) e assalariados;
- c - Equipamentos: calha dissolvedora de açúcar, tanque de xarope simples, tanques de xarope composto (3), filtro para xarope, bombas centrífugas (2), filtro decolorador de água, filtro polidor de água, misturador / carbonatador automático, rinser, enchedora de garrafas, roscador, caldeira e câmara fria (no caso da polpa congelada).

Os preços das matérias-primas foram levantados com fornecedores desses produtos (conforme Apêndice 3). O custo total de cada matéria prima foi calculado pela soma do preço com o custo financeiro de estocagem.

O custo financeiro de estocagem foi baseado nos juros que incidem sobre as matérias primas armazenadas (VENTURINI FILHO, 1993). Sendo calculado através da seguinte expressão:

$$J = \frac{M * t * P * T}{n}$$

Onde: J = valor do juro sobre a matéria prima armazenada, R\$ / dia

M = massa de matéria prima utilizada por dia de produção, kg

t = tempo de armazenamento da matéria prima, dias (30)

P = preço da matéria prima, R\$ / kg

T = taxa de juro real por ano, % / 100 (6 %)

n = número de dias úteis em um ano, dias (264)

Os preços referentes à remuneração da mão-de-obra foram fornecidos pelo Sindicato dos Trabalhadores das Indústrias de Alimentos de São Manuel (SP). Os custos da mão de obra assalariada foram calculados através do salário base dos trabalhadores e 100 % de encargos sociais.

$$R = \frac{SM * 2}{22}$$

Onde: R = remuneração diária dos trabalhadores assalariados, R\$ / dia

SM = salário mensal vigente em novembro / 2002, R\$

2 = encargo social de 100 %

22 = número de dias úteis em um mês, dias

Os cálculos referentes à remuneração da mão-de-obra autônoma foram baseados nas informações de Venturini Filho (1993), de que cinco trabalhadores braçais autônomos (saqueiros) descarregam de um caminhão 600 sacos de 50 kg de açúcar e empilham essa sacaria no período de duas horas. Assim, um saqueiro descarrega e empilha 60 sacos de 50 kg em uma hora. A remuneração dos trabalhadores autônomos foi calculada de acordo com a quantidade de dias.homem necessária em um dia de trabalho multiplicada pela preço da diária do trabalhador.

$$Dias.hom em = \frac{(Ma / 50) * N}{60 * 8}$$

Onde: Ma = massa de açúcar utilizada por produção, kg / dia

50 = massa de um saco de açúcar, kg

N = número de produções por dia

60 = nº de sacos descarregados e empilhados por saqueiros em 1 hora de trabalho, h⁻¹

8 = número de horas da jornada diária de trabalho, h

Os custos dos equipamentos foram obtidos através da somatória dos componentes de energia (elétrica e térmica), depreciação, juros e manutenção associada a utilização de cada equipamento.

O custo da energia elétrica foi calculado tomando por base o consumo (kWh) do motor associado a cada equipamento. O preço do kWh foi fornecido pela Companhia Paulista de Força e Luz (CPFL), sendo referente ao mês de novembro de 2002 e se aplica para o consumidor que utiliza a Tarifa Verde, grupo A4. O custo da energia elétrica associada a cada motor foi calculado como:

$$E = P * t * n * p$$

Onde: E = custo da energia elétrica consumida pelo equipamento em um dia de trabalho, R\$ / dia

P = potência do motor, kW

t = tempo de funcionamento do motor por batelada, h

n = número de bateladas por dia, dia⁻¹

p = preço do quilowatt.hora, R\$ / kWh

O custo do óleo combustível foi calculado convertendo-se o requerimento de calor no preparo do xarope simples em quantidade de vapor e esta em quantidade de óleo combustível, de acordo com Venturini Filho (1993).

$$OC = \frac{CR * n * p}{CL * 0,9 * 13}$$

Onde: OC = custo do óleo combustível em um dia de operação, R\$ / dia

CR = calor requerido por produção, kcal

n = número de produções por dia

p = preço do óleo combustível, R\$ / kg

CL = calor latente do vapor a 10 kgf / cm² = 482 kcal / kg

0,9 = qualidade do vapor com 10 % de umidade

13 = kg de vapor produzido por kg de óleo combustível queimado

Os custos de manutenção preventiva anual dos equipamentos foram fornecidos pela empresa Lutemar Rodrigues (Botucatu / SP). Os custos fornecidos pela empresa foram divididos pelo número de dias úteis no ano, para a obtenção dos custos diários de manutenção. A manutenção preventiva anual da caldeira foi calculada como sendo equivalente a 5 % do investimento inicial do equipamento dividido pelo número de dias úteis no ano.

A depreciação dos equipamentos foi calculada pelo método linear, de acordo com Hoffmann et al (1981):

$$D = \frac{C_i - C_f}{n} * \frac{1}{264}$$

Onde: D = depreciação, R\$ / dia

C_i = custo inicial do equipamento, R\$

C_f = custo final do equipamento, R\$

n = vida útil do equipamento, anos.

264 = número de dias úteis em um ano, dias / ano

Os juros foram calculados sobre o valor médio do capital (equipamento) empregado, de acordo com Hoffman et al. (1981).

$$J = \frac{Ci + Cf}{2} * \frac{0,1}{264}$$

Onde: J = juros sobre o capital empregado, R\$ / dia

C_i = custo inicial do equipamento, R\$

C_f = custo final do equipamento, R\$

0,1 = taxa de juro real de 10 % ao ano praticado pelo Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) para projetos agroindustriais

264 = número de dias úteis em um ano, dias / ano

Embora as benfeitorias não sejam equipamentos, foram consideradas nesse item a fim de facilitar a confecção e entendimento das tabelas de custos. Esse procedimento também se justificou, pelo fato do método de cálculo do custo das benfeitorias ser o mesmo em relação aos equipamentos. De acordo com informações de Venturini Filho (1993), a manutenção das benfeitorias foi calculada através do custo da pintura a cada 5 anos. O custo da pintura foi orçado em 5 % do valor do barracão novo.

$$M = \frac{C * P}{5 * 264}$$

Onde: M = custo de manutenção da benfeitoria, R\$ / dia

C = relação entre o preço da pintura e o preço da benfeitoria (0,05)

P = preço da benfeitoria, R\$

5 = intervalo de tempo entre as pinturas, anos

264 = dias úteis em um ano, dias

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Composição físico-química das matérias primas

A composição físico-química do suco desidratado e do extrato seco de acerola encontra-se no Quadro 6.

Quadro 6: Composição do suco desidratado e do extrato seco de acerola.

Variáveis	Suco desidratado	Extrato seco
Sólidos totais %	95,34	94,49
Umidade %	4,66	5,51
Sólidos insolúveis %	3,77	1,67
Sólidos solúveis %	91,57	92,82
Cinzas %	0,89	1,81
Proteínas %	2,10	1,60
Lipídeos %	0,51	0,45
Açúcares redutores totais %	92,54	87,64
Açúcares redutores %	33,21	30,98
pH	3,45	3,87
Acidez (g ácido cítrico/100g amostra)	1,69	2,71
Vitamina C %	1,46	8,07

O suco desidratado e o extrato seco de acerola apresentaram variações principalmente em relação à acidez e teor de vitamina C. Estas diferenças estão relacionadas

com as matérias primas utilizadas para obtenção destes produtos e estão de acordo com Alves et al. (1995), os quais verificaram que o teor de vitamina C é influenciado pelo estágio de maturação dos frutos, os frutos maduros apresentam baixa acidez e menor teor de vitamina C em relação aos frutos verdes.

Notou-se também que o extrato seco apresentou pH e teor de cinzas mais elevados que o suco desidratado e menor teor de sólidos insolúveis.

Os dados da análise da água filtrada em carvão ativo, utilizada na fabricação dos refrigerantes foram fornecidos pela SABESP. De acordo com os resultados apresentados no Quadro 7, é possível verificar-se que a água utilizada na fabricação dos refrigerantes está dentro das especificações publicadas por Tocchini e Nisida (1995).

Quadro 7: Análise da água fornecida pela SABESP

Alcalinidade total (mg CaCO_3 / L)	20
Dureza total (mg CaCO_3 / L)	40
pH	8,7
Ferro (mg / L)	0,04
Cloro residual (mg / L)	0,0
Turbidez (NTU)	0,93

O gás carbônico, analisado sensorialmente, através da carbonatação da água, apresentou sabor característico.

A composição físico-química do açúcar cristal é apresentada no Quadro 8. A cor do açúcar ultrapassou o limite máximo de 60 unidades ICUMSA para uso em refrigerantes, conforme apresentado por Fantinel (2000). Esse fato poderia ser um problema na produção de refrigerantes de limão (que devem ser incolores), mas não prejudicou a coloração dos refrigerantes produzidos uma vez que o incremento de cor conferido pelo açúcar cristal

numa solução (ou refrigerante) a 10-12 °Brix pode ser considerado negligenciável em bebidas coloridas.

Quadro 8: Composição físico-química do açúcar cristal

Sólidos totais %	99,93
Umidade %	0,07
°Brix	100,00
Sacarose %	99,70
Açúcares redutores %	0,03
Pol	99,70
Pureza %	99,70
Cinzas condutimétricas%	0,07
Cor ICUMSA (UI)	200
pH	6,11
Degustação	sabor característico

4.2 Seleção de painel para análise sensorial

Os resultados das seleções de provadores para o painel sensorial de refrigerantes podem ser vistos nos Quadros 9, 10 e 11.

Quadro 9: Primeira seleção de provadores para o painel de análise sensorial

Provador	Acertos	Erros	Faltas	Significância estatística
1	2	4	3	ns
2	5	1	0	0,05
3	4	4	1	ns
4	0	6	1	ns
5	6	3	0	0,05
6	6	3	0	0,05
7	5	4	0	ns
8	5	3	1	ns
9	6	3	0	0,05
10	5	1	0	0,05
11	3	5	1	ns
12	5	1	0	0,05

* ns = não significativo; 0,05= significativo ao nível de 5% de probabilidade.

Quadro 10: Segunda seleção de provadores para o painel de análise sensorial

Provador	Acertos	Erros	Faltas	Significância estatística
1	5	1	0	0,05
2	4	1	0	0,05
3	5	0	0	0,01
4	7	1	0	0,01
5	5	2	0	0,05

*0,05= significativo ao nível de 5% de probabilidade; 0,01= significativo ao nível de 1% de probabilidade

Quadro 11: Terceira seleção de provadores para o painel de análise sensorial

Provador	Acertos	Erros	Faltas	Significância estatística
1	5	3	0	ns
2	5	0	0	0,01
3	6	2	0	0,05
4	4	1	1	0,05
5	5	2	1	0,05
6	2	3	2	ns
7	5	3	0	ns
8	5	0	0	0,01
9	4	4	0	ns
10	5	0	0	0,01
11	5	1	0	0,05

* ns = não significativo; 0,05= significativo ao nível de 5% de probabilidade; 0,01= significativo ao nível de 1% de probabilidade

O painel de análise sensorial para refrigerantes, contou com 18 (dezoito) provadores selecionados, sendo 12 homens e 06 mulheres. Pelo fato dos provadores serem funcionários da faculdade ou alunos de graduação e pós-graduação, e apresentarem outros afazeres além da participação no painel sensorial, o número de faltas a cada teste sensorial foi considerável. Normalmente o número médio de provadores a cada teste foi igual a 10.

4.3 Composição físico-química dos refrigerantes

A composição físico-química dos refrigerantes foi determinada um dia após a produção dos mesmos e as médias analisadas pelo teste de Tukey (Quadro 12).

Quadro 12: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola.

Variáveis	Tratamentos						Sig. Est.
	S10	E10	S11	E11	S12	E12	
SS (°Brix)	10,3 c	10,3 c	11,3 b	11,2 b	12,3 a	12,3 a	**
AR %	0,41 a	0,42 a	0,47 a	0,41 a	0,43 a	0,44 a	ns
ART %	9,09 c	9,12 c	10,21 b	10,43 b	11,46 a	11,00 ab	**
pH	3,20 b	3,43 a	3,16 b	3,41 a	3,17 b	3,40 a	**
Acidez (g.ác.cítrico/100mL)	0,147 a	0,152 a	0,149 a	0,152 a	0,147 a	0,156 a	ns
Vitamina C (mg.ác.ascórbico/100mL)	12,06 b	111,19 a	12,11 b	113,83 a	13,02 b	112,72 a	**
<i>Ratio</i>	70 bc	68 c	76 abc	74 abc	84 a	79 ab	**
Cor (A=480 nm)	1,331 a	1,467 a	1,387 a	1,537 a	1,414 a	1,530 a	ns
Volume CO ₂	2,0 a	1,9 a	1,8 a	2,0 a	1,9 a	1,9 a	ns

Valores nas linhas seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de probabilidade 5%.

Sendo: ns - não significativo e ** significativo a 1%.

Analisando-se o Quadro 12, nota-se que os valores de °Brix e acidez titulável encontram-se próximos aos valores inicialmente calculados para os refrigerantes (10, 11 e 12 °Brix e 0,15 g de ácido cítrico / 100 mL), sendo que essas diferenças podem ser consideradas como variações (ao acaso) ocorridas no momento da pesagem das matérias-primas e formulação dos refrigerantes. Os valores de “ratio” aumentaram em função do aumento do °Brix de cada refrigerante, ficando próximo aos “ratios” dos refrigerantes de limão (85) e de abacaxi (90-100) e inferior aos de laranja (165-175) e de uva (130-140), conforme proposto por Tocchini e Nisida (1995).

Apesar da acidez dos refrigerantes ter sido corrigida para 0,15 %, observou-se que aqueles fabricados com extrato seco de acerola apresentaram maior pH em relação aos produzidos com suco desidratado, demonstrando que os primeiros apresentaram maior poder tamponante. É provável que essa diferença seja proveniente da maior riqueza de cinzas do extrato seco de acerola usado na formulação dos refrigerantes.

Observa-se, também, que os refrigerantes produzidos com extrato seco de acerola apresentaram dez vezes mais vitamina C, em virtude dessa matéria prima ser mais rica em ácido ascórbico (8,07 %), quando comparados com a bebida feita com suco desidratado de acerola (1,46 %). A quantidade média de vitamina C encontrada nos refrigerantes de extrato seco de acerola (112,58 mg / 100 mL) é aproximadamente duas vezes superior à quantidade dessa vitamina em suco de laranja (50 mg / 100 mL) relatada por Miller et al. citados por Cerezal-Mezquita e Garcia-Vigoa (2000).

A quantidade de vitamina C nos refrigerantes de extrato seco de acerola é ainda mais expressiva quando comparada com refrigerantes de goiaba que apresentaram teor de vitamina C igual a 9,4 mg de ácido ascórbico / 100 mL (SINGH KHURDIYA et al, 1996). O teor de vitamina C dos refrigerantes de extrato seco também supera a quantidade de ácido ascórbico presente em suco de limão Tahiti: 34mg / 100 mL (PEDRÃO et al., 1999).

Os refrigerantes de suco desidratado de acerola, embora tenham apresentado um teor de vitamina C (12,40 mg / 100 mL) inferior aos refrigerantes de extrato seco, superaram as quantidades da vitamina encontradas em refrigerantes de goiaba.

Eleuterio (1998) citando o Recommended Dietary Allowances (RDA), afirmou que a quantidade mínima necessária de vitamina C para um adulto é de 60 mg por dia.

Pode-se afirmar então, que a ingestão de 100 mL do refrigerante produzido com extrato seco de acerola é capaz de suprir as necessidades diárias em vitamina C de um adulto.

Os valores de ART dos refrigerantes estão relacionados com os de °Brix, que variaram em função dos tratamentos utilizados (10, 11 e 12 °Brix). As concentrações de AR (aproximadamente 0,43 %) não diferiram estatisticamente entre os tratamentos. Os baixos valores de AR, em relação ao ART, ocorreram devido ao fato dos refrigerantes terem sido analisados um dia após sua fabricação, podendo-se observar o início do processo de hidrólise da sacarose. Em função do ambiente ácido, a sacarose foi progressivamente hidrolizada durante o período de armazenamento.

As pequenas variações na intensidade de cor entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola podem ser atribuídas a essas matérias primas, mas não foram significativas estatisticamente e tampouco detectadas visualmente.

Os refrigerantes apresentaram nível de carbonatação ao redor de 2 volumes de CO₂. Embora esse valor esteja acima de 1,0 volume de CO₂, como proposto por Varnam e Sutherland (1994) para refrigerante de frutas, encontra-se abaixo do nível de carbonatação dos refrigerantes comerciais brasileiros (aproximadamente 3,0 volumes de CO₂).

4.4 Análises sensoriais

4.4.1 Teste de escala hedônica

As notas atribuídas pelos provadores nos testes de escala hedônica (Apêndice, Quadros 43 e 44), apresentaram variações na preferência dos refrigerantes entre os provadores, uma vez que, para os mesmos refrigerantes observou-se notas variando entre os extremos da escala utilizada.

A aplicação do teste de Tukey (Quadro 13) permite nos inferir que não houve diferenças significativas na preferência dos refrigerantes com diferentes °Brix, tanto para os refrigerantes de suco desidratado quanto para os refrigerantes de extrato seco de acerola. Contudo, notou-se que houve uma tendência dos provadores em demonstrar melhor aceitação pelos refrigerantes com maior °Brix, isto é, mais doces.

Na opinião da maioria dos provadores, os refrigerantes com 10 °Brix, apresentaram-se aguados, em comparação aos demais. Para os refrigerantes de extrato seco de acerola, dois provadores notaram a presença de “sabor de cozido”.

Quadro 13: Teste de escala hedônica entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola.

	Notas	
	Suco desidratado	Extrato seco
10 °Brix	5,7 a	6,7 a
11 °Brix	6,7 a	6,3 a
12 °Brix	7,3 a	7,3 a

*valores, nas colunas, seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de probabilidade 5%.

4.4.2 Teste triangular

Os testes triangulares entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola com 10, 11 e 12 °Brix foram realizados com as três repetições de cada refrigerante. O Quadro 14 mostra que o painel de provadores notou diferença de sabor entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola, independentemente do teor de SS da bebida (10, 11 e 12 °Brix). A significância estatística de 0,1 %, em todos os testes, evidenciou a facilidade com que os provadores diferenciaram as amostras das bebidas.

Quadro 14: Resultado do teste triangular entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola com 10, 11 ou 12 °Brix.

°Brix	Julgamentos	Acertos	Erros
10	25	19	6
11	29	24	5
12	29	23	6

* todos os testes foram significativos ao nível de 0,1% de probabilidade.

Nas observações apontadas pelos provadores, as opiniões mais freqüentes foram de que os refrigerantes de suco desidratado apresentaram sabor mais suave e os refrigerantes de extrato seco apresentaram sabor e odor mais fortes. Porém, alguns painelistas notaram a presença de sabor residual (amargo e cozido) no refrigerante de extrato seco.

As notas dos testes de preferência, aplicados simultaneamente aos testes triangulares, encontram-se no Apêndice (Quadro 48). Foram consideradas apenas as notas referentes aos julgamentos corretos dos testes triangulares.

Apesar do fato dos painelistas diferenciarem com facilidade os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola, as notas de preferência atribuídas para as bebidas, em todos os níveis de °Brix, foram muito parecidas não apresentando diferença estatística, como pode ser visto no Quadro 15.

Quadro 15: Teste de escala hedônica, aplicado simultaneamente ao teste triangular, para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola.

	Média das notas de preferência dos refrigerantes		
	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix
Suco desidratado	6,95 a	6,88 a	6,70 a
Extrato seco	6,42 a	6,67 a	6,74 a

*valores, nas colunas, seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de probabilidade 5%.

4.5 Estabilidade dos refrigerantes

4.5.1 Estabilidade físico-química

Os refrigerantes de todos os tratamentos apresentaram alterações durante o período de armazenagem à temperatura ambiente. As alterações mais notadas foram o aumento da acidez titulável e dos açúcares redutores e a queda do pH e do “ratio” (Quadros 16, 17 e 18).

Quadro 16: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (10 °Brix) de 01 a 150 dias de armazenagem.

Dias de armazenagem	SS °Brix	pH	Acidez g.ac.cítrico/ 100 mL	Vitamina C mg ac.ascórbico/ 100 mL	Ratio	Cor Absorbância 480 nm	AR %	ART %
S10								
01	10,3	3,20	0,147	12,06	70	1,331	0,41	9,09
30	10,3	3,12	0,175	11,10	59	1,234	1,29	9,94
60	10,2	2,94	0,254	11,19	40	0,937	2,26	9,35
90	10,3	2,88	0,274	10,49	38	0,703	3,18	9,37
120	10,4	2,93	0,281	10,38	38	0,671	4,72	9,73
150	10,4	2,90	0,286	10,40	36	0,657	5,43	9,12
E10								
01	10,3	3,43	0,152	111,19	68	1,467	0,42	9,12
30	10,3	3,28	0,198	110,92	52	1,240	0,92	9,93
60	10,2	3,16	0,237	107,59	43	0,919	1,65	9,74
90	10,3	3,14	0,239	100,99	43	0,788	2,28	8,64
120	10,4	3,16	0,247	104,12	42	0,719	3,19	9,68
150	10,3	3,15	0,239	102,46	43	0,629	3,66	9,37

Quadro 17: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (11 °Brix) de 01 a 150 dias de armazenagem.

Dias de armazenagem	SS °Brix	pH	Acidez g.ac.cítrico/ 100 mL	Vitamina C mg ac.ascórbico/ 100 mL	Ratio	Cor Absorbância 480 nm	AR %	ART %
S11								
01	11,3	3,16	0,149	12,11	76	1,387	0,47	10,21
30	11,3	3,10	0,193	11,40	58	1,154	1,41	10,70
60	11,2	2,93	0,268	10,93	42	0,821	2,64	10,65
90	11,3	2,91	0,282	10,51	40	0,676	3,63	9,28
120	11,4	2,93	0,281	10,06	40	0,689	5,05	10,55
150	11,4	2,93	0,281	10,73	41	0,658	5,89	10,30
E11								
01	11,2	3,41	0,152	113,83	74	1,537	0,41	10,43
30	11,2	3,28	0,197	110,68	57	1,269	0,99	10,75
60	11,2	3,13	0,236	106,04	48	0,930	1,79	10,55
90	11,2	3,13	0,246	104,56	46	0,756	2,49	10,32
120	11,3	3,14	0,243	104,86	46	0,713	3,47	10,61
150	11,2	3,09	0,243	101,32	46	0,632	4,22	9,94

Quadro 18: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (12 °Brix) de 01 a 150 dias de armazenagem.

Dias de armazenagem	SS °Brix	pH	Acidez g.ac.cítrico/ 100 mL	Vitamina C mg ac.ascórbico/ 100 mL	Ratio	Cor Absorbância 480 nm	AR %	ART %
S12								
01	12,3	3,17	0,147	13,02	83	1,414	0,43	11,46
30	12,3	3,10	0,185	11,02	66	1,221	1,55	12,14
60	12,3	2,93	0,258	10,85	48	0,931	2,64	11,48
90	12,4	2,93	0,275	10,75	45	0,772	3,95	11,32
120	12,4	2,93	0,279	10,69	44	0,714	5,29	11,90
150	12,5	2,88	0,279	10,37	45	0,664	6,76	11,15
E12								
01	12,3	3,40	0,156	112,72	79	1,530	0,44	11,00
30	12,3	3,48	0,195	109,35	63	1,287	1,03	11,73
60	12,3	3,13	0,239	105,34	51	0,929	1,82	11,66
90	12,3	3,15	0,241	102,03	51	0,790	2,71	10,38
120	12,4	3,14	0,245	106,04	51	0,718	3,85	11,96
150	12,3	3,10	0,235	102,53	53	0,639	4,78	11,22

O aumento de acidez e a conseqüente queda de pH e do “ratio” podem sugerir crescimento microbiano nos refrigerantes, mas a análise sensorial não indicou a presença de odor ou sabor de fermentado nessas bebidas. Outra indicação que não deve ter

ocorrido alteração microbiana nos refrigerantes é o fato de que não houve mudança nos valores de °Brix durante a armazenagem. Uma possível explicação para o aumento da acidez seria a alteração química que pode ocorrer no refrigerante durante a armazenagem; há relatos na literatura especializada (ANTUNES; CANHOS, s.d) de que o ácido ascórbico se degrada formando outros ácidos (ácido dehidroascórbico, que em soluções aquosas é rapidamente hidrolisado a ácido dicetogulônico).

A hidrólise da sacarose é outra hipótese para explicar as alterações de acidez e pH. De acordo com Kollonitsch citado por Vettorazzi e Macdonald (1989), a sacarose pode ser atacada por ácidos formando compostos de menor peso molecular como o ácido láctico e o ácido levulínico. Para os refrigerantes de suco desidratado o aumento da acidez foi mais pronunciado, coincidentemente, a degradação do ácido ascórbico e a formação de AR foi maior nesses refrigerantes, fato que pode ter contribuído para a elevação da acidez.

O comportamento das variáveis pH e vitamina C, verificado neste trabalho diferiu do observado por Nogueira et al. (1997) em polpa de acerola preservada por pasteurização e congelamento por um período de 90 dias. Segundo o autor, as variáveis pH, e vitamina C mantiveram-se estáveis ao longo do tempo, independentemente do processo de conservação.

As perdas médias de vitamina C para os refrigerantes de suco desidratado de acerola foram de 15,17 % aos 150 dias de armazenamento (Figura 5). Para os refrigerantes de extrato seco de acerola as perdas médias foram de 9,30 % para o mesmo período (Figura 6). As perdas de vitamina C foram maiores nos refrigerantes de suco desidratado que possuem menor teor desta vitamina. Este comportamento foi semelhante ao

verificado por Rahman et al., citados por Oliva (1995), em néctar de goiaba e sucos de laranja, tomate e abacaxi fortificados com diferentes concentrações de vitamina C.

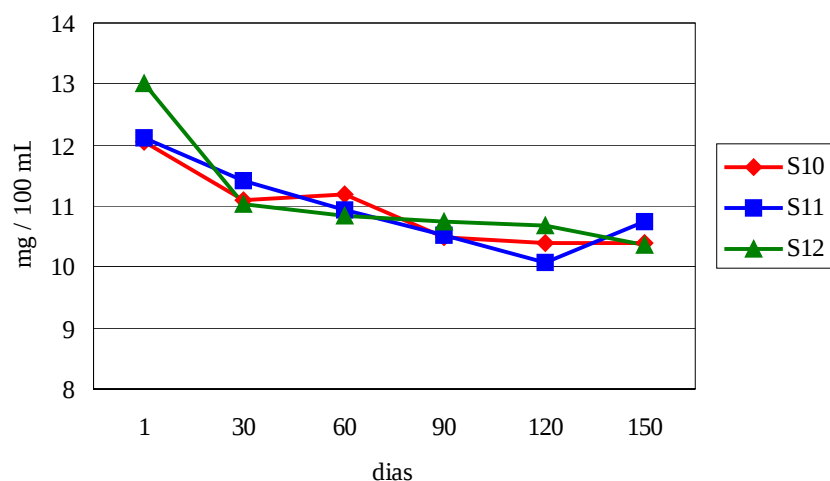


Figura 5: Conteúdo de vitamina C no refrigerante suco desidratado de acerola durante o armazenamento.

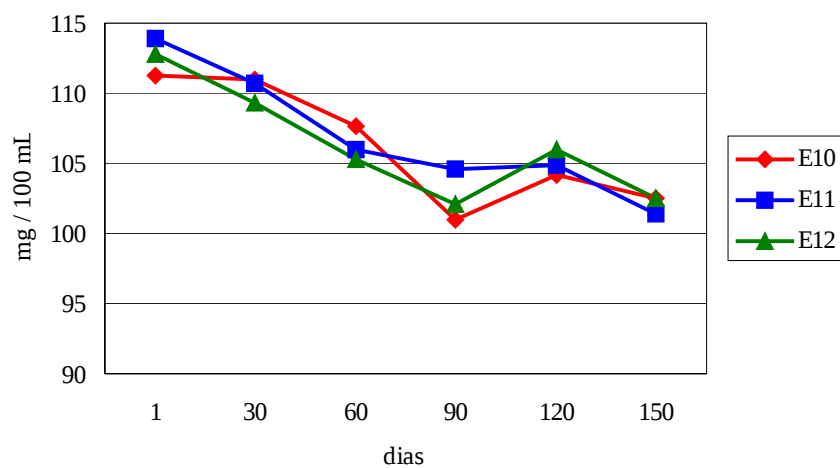


Figura 6: Conteúdo de vitamina C no refrigerante extrato seco de acerola durante o armazenamento.

De forma semelhante Eleuterio (1998), relatou que o ácido ascórbico apresentou boa estabilidade em sucos de acerola congelados, com retenção de 81,42 % no suco de frutas maduras e 88,76 % no suco de frutas verdes. Também Carvalho e Manica (1994), relataram que acerolas verdes mantiveram maiores níveis de ácido ascórbico em relação às frutas maduras e semi-maduras, aos 20 dias de conservação refrigerada (5,5 a 8,0 °C) ou congelada (-19 a -21 °C).

Ansejo (1980), descreveu que as reações de oxidação do ácido ascórbico são catalisadas pela enzima ácido ascórbico oxidase, que demonstra uma ação mais intensa nas acerolas maduras que nas acerolas verdes. Tal fato pode explicar os resultados encontrados por Carvalho e Manica (1994) e Eleuterio (1998) que trabalharam diretamente com a fruta ou com a polpa da fruta. No caso da produção dos refrigerantes, o suco desidratado e o extrato seco de acerola passaram por tratamento térmico, que provavelmente inativou essa enzima.

Fitting e Miller (1960), citados por Gomes et al. (2000), estudando a retenção do ácido ascórbico em suco de acerola congelado com e sem adição de açúcar, observaram que ao final de oito meses, o suco com açúcar manteve 82 - 87 % do teor inicial de vitamina C, e o suco sem açúcar, 60 % de seu valor. Para os refrigerantes de acerola, não foram notadas relações entre as perdas de vitamina C e o teor de açúcar dos diferentes tratamentos (10, 11 e 12 °Brix).

O decréscimo nos teores de vitamina C dos refrigerantes produzidos ficou abaixo das perdas de vitamina C verificadas por diversos autores para produtos de acerola. Carvalho e Guerra (1995a), verificaram que o suco de acerola pasteurizado e armazenado por 150 dias em temperatura ambiente apresentou perdas de vitamina C da ordem

de 33,8 %. Oliva (1995), verificou perdas de 27,0 % de ácido ascórbico em néctar de acerola, durante 180 dias de armazenagem a temperatura ambiente, além de alterações de cor e sabor.

Os valores de perda de vitamina C dos refrigerantes estão mais próximos aos encontrados por Gomes et al. (2000), em suco de acerola congelado e armazenado por um período de 10 meses, que apresentaram perda média 17,86 % da quantidade de vitamina C.

As perdas de vitamina C dos refrigerantes de acerola foram bem menores que a observada em refrigerantes de goiaba. Singh Khurdiya et al. (1996) verificaram uma perda de 54,10 % da vitamina C presente nos refrigerantes de goiaba, armazenados a temperatura ambiente (23-41 °C) por 90 dias.

O ambiente de anaerobiose causado pela carbonatação dos refrigerantes contribuiu para a baixa perda de vitamina C verificada no período de armazenamento. Sendo que as perdas ocorridas podem ter sido causadas pelo oxigênio presente no espaço livre das garrafas. De acordo com Shaw e Moshonas (1991), a presença do oxigênio dentro da embalagem é responsável pela rápida degradação inicial da vitamina C. Segundo Sizer et al., citados por Corrêa Neto e Faria (1999), 1mg de oxigênio vai decompor aproximadamente 10mg de vitamina C.

Os teores de sólidos solúveis dos refrigerantes de acerola permaneceram estáveis durante o armazenamento. Comportamento semelhante foi notado por Singh Khurdiya et al. (1996), em refrigerantes de goiaba. Os autores não notaram alterações nos teores de sólidos solúveis durante o período de armazenamento de 3 meses. O comportamento do pH e acidez foi o oposto do verificado nos refrigerantes de acerola.

O aumento do teor de açúcares redutores (glicose e frutose) foi causado pelo processo de hidrólise da sacarose (não redutora) em virtude da acidez presente nos refrigerantes. Os refrigerantes de suco desidratado apresentaram, ao longo do período, os maiores valores de AR, provavelmente devido à acidez mais elevada verificada nestes produtos durante o armazenamento em relação aos produzidos com extrato seco.

A coloração dos refrigerantes apresentou alterações durante o período de armazenagem. A bebida que apresentava, inicialmente, coloração alaranjada, resultante da adição de corantes vermelho (Bordeaux S) e amarelo (crepúsculo), passou a apresentar perda da tonalidade vermelha, indicando uma possível degradação do pigmento vermelho. Além disso, houve redução da intensidade de cor notada visualmente e através das leituras de absorbância (480 nm) em espectrofotômetro.

Os refrigerantes produzidos apresentaram a formação de depósito de sólidos insolúveis no fundo das garrafas, semelhante a uma névoa. A formação do depósito ocorreu aproximadamente 12 horas após o engarrafamento e não pôde ser solucionada através dos pré-testes com estabilizantes (Apêndice) realizados durante este estudo.

4.5.2 Estabilidade sensorial

Os resultados das análises sensoriais realizadas durante o período de armazenagem dos refrigerantes encontram-se no Quadro 19.

Os refrigerantes de suco desidratado de acerola apresentaram aceitabilidade praticamente estável até os 60 dias de armazenagem (médias semelhantes aquelas atribuídas aos 07 e 30 dias de armazenagem). As alterações nos teores de acidez até esse período não interferiram na aceitabilidade das bebidas. Durante todo o período de análise

(150 dias) ficou evidenciada a tendência dos provadores em atribuírem maiores notas para os refrigerantes com 12 °Brix, principalmente aos 60 dias quando ocorreu diferença significativa entre a aceitabilidade para os diferentes °Brix.

Quadro 19: Teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola, de 30 a 150 dias de armazenagem.

		Notas	
		Suco desidratado	Extrato seco
30 dias			
	10 °Brix	5,9 a	5,6 a
	11 °Brix	7,2 a	6,8 a
	12 °Brix	7,1 a	7,2 a
60 dias			
	10 °Brix	5,7 b	5,7 a
	11 °Brix	6,7 ab	6,5 a
	12 °Brix	7,3 a	5,9 a
90 dias			
	10 °Brix	4,7 b	5,2 a
	11 °Brix	6,5 a	6,2 a
	12 °Brix	6,7 a	5,5 a
120 dias			
	10 °Brix	5,2 a	5,0 a
	11 °Brix	5,2 a	5,4 a
	12 °Brix	6,7 a	6,3 a
150 dias			
	10 °Brix	3,4 a	-
	11 °Brix	4,5 a	-
	12 °Brix	4,5 a	-

*valores, nas colunas, seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de probabilidade 5%.

Para o suco desidratado, aos 60 dias, ocorreu diferença estatística entre as médias ao nível de probabilidade de 1%.

Aos 90 dias de armazenagem os refrigerantes de suco desidratado apresentaram uma diminuição na aceitabilidade, e a partir desse período as alterações de acidez passaram a ser notadas pelos provadores. O aumento da acidez causou a diminuição do “ratio”, fazendo com que a percepção de doçura e, conseqüentemente a aceitação dos

refrigerantes fosse diminuída. Aos 150 dias de armazenagem os refrigerantes não foram mais aceitos pelo painel sensorial (médias abaixo de 5); os provadores referiram-se às bebidas como muito ácidas, com sabor residual azedo ou amargo.

Os refrigerantes de extrato seco de acerola apresentaram mais variações nas notas de aceitabilidade em relação aos produzidos com suco desidratado. Observou-se que os refrigerantes de extrato seco obtiveram aceitabilidade estável até os 30 dias de armazenagem, com exceção do refrigerante de 10 °Brix que apresentou queda na aceitabilidade logo aos 30 dias. A partir desse período, as notas de aceitação apresentaram um decréscimo constante até os 120 dias.

No período entre 60 e 90 dias de armazenagem a tendência de preferência pelos refrigerantes com 12 °Brix não ocorreu, sendo que os refrigerantes com 11 °Brix receberam as maiores notas, embora não tenham apresentado diferença estatística.

De forma semelhante ao ocorrido com os refrigerantes de suco desidratado, o aumento de acidez dos refrigerantes de extrato seco contribuiu para diminuição da aceitabilidade dos mesmos. Alguns provadores atribuíram sabores estranhos aos refrigerantes referindo-se a sabor de remédio.

A análise sensorial dos refrigerantes de extrato seco de acerola não foi realizada aos 150 dias de armazenagem. Durante todo o período de avaliação os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco receberam notas bastante parecidas, sendo assim concluiu-se que não seria necessário expor os provadores à análise de um produto que provavelmente não seria aceito pelos mesmos.

Todos os refrigerantes apresentaram perda gradativa de aroma, sendo que a partir de 120 dias de armazenagem as características iniciais de aroma não foram notadas.

4.6 Avaliação Energética

O consumo energético para a produção dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola foi constituído pela soma dos valores dos Quadros 20 e 22; enquanto que o consumo energético para a produção de refrigerante de acerola utilizando-se polpa congelada foi obtido pela soma dos Quadros 20 e 23. O consumo energético total para o refrigerante de polpa congelada foi de 410.332,4 kcal e para os refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola foi igual a 356.569,8 kcal. A produção de refrigerante com polpa congelada representou um gasto energético 15,08 % maior em relação aos demais refrigerantes.

Quadro 20: Calor requerido para preparo simulado de xarope simples.

Operação	Matéria prima (kg)	Faixa de temperatura (°C)	Calor requerido (kcal)
Suco desidratado ou extrato seco			
Preparo XS	3.374	25-85	143.732,4
Polpa congelada			
Preparo XS	3.374	25-85	143.732,4

O maior consumo energético para a produção de refrigerante de acerola a partir da polpa congelada ocorreu devido a maior quantidade de xarope composto (maior quantidade de polpa em relação aos produtos desidratados, Quadro 21) durante a produção. Assim, foi necessária maior quantidade de energia nas operações de resfriamento,

agitação e bombeamento do xarope composto. O consumo de energia elétrica da câmara fria para conservação da polpa congelada (item eliminado com a utilização de produtos desidratados) também contribuiu para esse resultado.

Quadro 21: Calor a ser retirado durante a refrigeração simulada.

Operação	Matéria prima (kg)	Faixa de temperatura (°C)	Calor retirado (kcal)
Suco desidratado ou extrato seco			
Refrigeração XS	3.374	85-25	143.732,4
Refrigeração XC	3.671	25-0	60.571,5
Refrigeração água	15.121	25-0	378.025,0
Total (kcal)			582.328,9
Polpa congelada			
Refrigeração XS	3.374	85-25	143.732,4
Refrigeração XC	7.172	25-0	118.338,0
Refrigeração água	11.620	25-0	290.500,0
Total (kcal)			552.570,4

Quadro 22: Consumo de energia elétrica para a produção do refrigerante (suco desidratado ou extrato seco)

Operação	Equipamento	Potência motor (kW)	Tempo (h)	Consumo (kWh)
Decloração água	filtro declorador	3,68	3,29	12,11
Polimento água	filtro polidor	3,68	3,29	12,11
Bombeamento água	bomba água	1,47	8,24	12,11
Transporte açúcar	calha dissolvedora	14,71	0,17	2,50
Agitação XS	agitador tanque	1,47	1,0	1,47
Refrigeração XS	central refrig.	110,3	0,32	35,30
Filtração XS	filtro de xarope	5,52	2,25	12,42
Agitação XC	agitador tanque	0,735	1,24	0,91
Refrigeração XC	central refrig.	110,3	0,13	14,34
Bomb.XS e XC	bomba xarope	1,47	3,53	5,19
Refrigeração água	central refrig.	110,3	0,84	92,65
Carbonatação	carbonatador	3,68	6,0	22,08
Rinsagem garrafas	rinser	1,11	6,0	6,66
Envase refrigerante	enchedora	1,47	6,0	8,82
Fechamento garrafa	roscador	1,47	6,0	8,82
Total (kWh)				247,49
Total (kcal)				212.837,4

Quadro 23: Consumo de energia elétrica para a produção do refrigerante (polpa congelada)

Operação	Equipamento	Potência motor (kW)	Tempo (h)	Consumo (kWh)
Decloração água	filtro declorador	3,68	2,59	9,53
Polimento água	filtro polidor	3,68	2,59	9,53
Bombeamento água	bomba água	1,47	6,49	9,54
Transporte açúcar	calha dissolvedora	14,71	0,17	2,50
Agitação XS	agitador tanque	1,47	1,0	1,47
Refrigeração XS	central refrig.	110,3	0,32	35,30
Filtração XS	filtro de xarope	5,52	2,25	12,42
Agitação XC	agitador tanque	0,735	2,39	1,76
Refrigeração XC	central refrig.	110,3	0,26	28,68
Bomb.XS e XC	bomba xarope	1,47	5,28	7,76
Refrigeração água	central refrig.	110,3	0,65	71,70
Carbonatação	carbonatador	3,68	6,0	22,08
Rinsagem garrafas	rinser	1,11	6,0	6,66
Envase refrigerante	enchedora	1,47	6,0	8,82
Fechamento garrafa	roscador	1,47	6,0	8,82
Refrigeração polpa	câmara fria	3,06	24,0	73,44
Total (kWh)				310,00
Total (kcal)				266.600

4.7 Avaliação econômica

O Quadro 24 mostra o custo diário das matérias primas utilizadas na produção de refrigerantes. As fontes de acerola representaram um item de grande importância na composição desses custos (suco desidratado = 48,61 %, extrato seco = 54,65 % e polpa congelada = 59,73 %). As demais matérias primas com custo significativo foram as garrafas PET (em média 21,57 %) e o açúcar (em média 10,58 %).

O açúcar, a polpa congelada e as garrafas PET foram matérias primas de baixo custo, mas em função das grandes quantidades utilizadas apresentaram um elevado custo final. O contrário ocorreu com o suco desidratado e o extrato seco de acerola que foram utilizados em quantidades relativamente pequenas, mas apresentaram um custo por quilograma elevado.

Quadro 24: Custo diário das matérias primas utilizadas na produção dos refrigerantes.

Matérias primas	Quantidade (kg)	Preço (R\$ / kg)	Valor (R\$)	Estocagem (R\$)	Total (R\$)
Água	90.000	0,00365	328,50		328,50
Açúcar	2024	0,75	1518,00	10,35	1528,35
CO ₂	117	7,00	819,00	5,58	824,58
Suco desidr.	257,4	23,18	5966,53	40,68	6007,21
Extrato seco	257,4	29,53	7601,02	51,83	7652,85
Polpa congel.	3758,4	2,50	9396,0	23,49	9419,49
Aroma	9,0	22,24	200,16	1,36	201,52
Acidulante	20,65	0,144	2,98	0,02	3,00
Cor. amarelo	0,54	35,43	19,13	0,13	19,26
Cor.vermelho	0,09	33,84	3,05	0,02	3,07
Conservante	9,8	4,24	41,55	0,28	41,83
Carvão ativo	10,12	2,00	20,24	0,14	20,38
Terra diat.	0,5	5,98	2,99	0,02	3,01
Garrafas (un.)	9000	0,344	3096,00	21,11	3117,11
Tampas(un.)	9000	0,02858	257,22	1,75	258,97
Total suco (R\$ / dia)					12.356,79
Total extrato (R\$ / dia)					14.002,43
Total polpa (R\$ / dia)					15.769,07

O custo diário dos equipamentos e benfeitorias na produção dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola foi considerado em um único quadro, uma vez que o processo de produção e as quantidades de matérias primas utilizadas foram idênticos para esses produtos.

Os equipamentos que representaram maiores gastos diários foram a central de refrigeração e a caldeira. O custo diário do barracão foi semelhante ao da caldeira.

Os custos relacionados à depreciação e aos juros sobre os equipamentos e benfeitorias foram os itens de maior importância no custo diário total relativo ao uso desses bens.

Quadro 25: Custo diário dos equipamentos e benfeitorias na produção dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola.

Equipamentos e Benfeitorias	Energia		Fontes de custos (R\$ / dia)			
	Elétrica	Óleo	Depreciação	Juros	Manutenção	Total
Filtro declorador	0,82		1,83	2,79	0,50	5,94
Filtro polidor	0,82		0,66	1,01	0,50	2,99
Bomba de água	0,82		0,22	0,34	0,47	1,85
Calha dissolv.	0,17		3,86	5,90	1,00	10,93
Caldeira		18,93	6,14	9,37	8,52	42,96
Tanque XS	0,10		1,80	2,75	0,47	5,12
Filtro Xarope	0,84		2,03	3,10	0,72	6,69
Tanque XC	0,06		2,57	3,93	1,17	7,73
Bomba de xarope	0,35		0,22	0,34	0,47	1,38
Central refriger.	9,63		24,27	37,07	7,45	78,42
Carbonatador	1,49		6,69	10,22	0,50	18,90
Rinser	0,45		2,55	3,89	0,39	7,28
Enchedora	0,60		7,58	11,58	0,47	20,23
Roscador	0,60		3,13	4,78	0,47	8,98
Barracão			6,45	31,55	5,74	43,74
Reservat.água			0,70	1,29	0,24	2,23
Custo diário (R\$)	16,75	18,93	70,70	129,91	29,08	265,37

O custo diário referente aos equipamentos e benfeitorias foi maior para a produção de refrigerante com polpa congelada devido ao maior consumo de energia elétrica envolvido na produção do xarope composto para esse produto e aos custos relacionados com o uso da câmara fria, conforme pode ser visto nos Quadros 25 e 26. O gasto com energia elétrica foi 69,91 % maior para a produção do refrigerante de polpa congelada em relação aos demais.

Quadro 26: Custo diário dos equipamentos e benfeitorias na produção dos refrigerantes de polpa congelada.

Equipamentos e Benfeitorias	Fontes de custos (R\$ / dia)					
	Energia		Depreciação	Juros	Manutenção	Total
	Elétrica	Óleo				
Filtro decolorador	0,64		1,83	2,79	0,50	5,76
Filtro polidor	0,64		0,66	1,01	0,50	2,81
Bomba de água	0,65		0,22	0,34	0,47	1,68
Calha dissolv.	0,17		3,86	5,90	1,00	10,93
Caldeira		18,93	6,14	9,37	8,52	42,96
Tanque XS	0,10		1,80	2,75	0,47	5,12
Filtro Xarope	0,84		2,03	3,10	0,72	6,69
Tanque XC	0,12		2,57	3,93	1,17	7,79
Bomba de xarope	0,52		0,22	0,34	0,47	1,55
Central refriger.	9,21		24,27	37,07	7,45	78,00
Carbonatador	1,49		6,69	10,22	0,50	18,90
Rinser	0,45		2,55	3,89	0,39	7,28
Enchedora	0,60		7,58	11,58	0,47	20,23
Roscador	0,60		3,13	4,78	0,47	8,98
Câmara fria	12,43		3,27	5,00	0,50	21,20
Barracão			6,45	31,55	5,74	43,74
Reservat.água			0,70	1,29	0,24	2,23
Custo diário (R\$)	28,46	18,93	73,97	134,91	29,58	285,85

O custo da mão-de-obra foi formado pelo uso de trabalhadores autônomos e assalariados (Quadro 27). Os gastos com trabalhadores autônomos foram inferiores aos gastos com trabalhadores assalariados. Embora os trabalhadores autônomos recebam salários diários maiores que os assalariados, a necessidade de trabalhadores autônomos foi ínfima.

Quadro 27: Composição dos custos com mão-de-obra.

Função	Quantidade	Salário (R\$/dia)	Encargos (R\$/dia)	Total (R\$/dia)
Despaletizador	2	19,05	19,05	76,20
Operador rinser	1	19,05	19,05	38,10
Operador enchedora	2	19,05	19,05	76,20
Xaroparia	2	19,05	19,05	76,20
Autônomo	0,084	30,00	0,00	2,52
Total	7	78,72	76,20	269,22

O custo total da produção dos refrigerantes (Quadro 28) foi obtido através da somatória dos custos individuais de mão-de-obra (Quadro 27), das matérias primas (Quadro 24), e dos custos relacionados aos equipamentos e benfeitorias (Quadros 25 e 26).

Quadro 28: Composição dos custos na produção dos refrigerantes.

Custos (R\$ / dia)	Suco desidratado	Extrato seco	Polpa de acerola
Mão-de-obra	269,22	269,22	269,22
Matérias primas	12.356,79	14.002,43	15.769,07
Equipamentos e benfeitorias	265,37	265,37	285,85
Total (R\$ / dia)	12.891,38	14.537,02	16.324,14
R\$ / L	0,72	0,81	0,91

Os componentes do custo de produção dos refrigerantes de maior importância foram as matérias primas (em média 96,27 %). A mão-de-obra (1,86 %) e os equipamentos e benfeitorias (1,75 a 2,06 %) apresentaram importância secundária.

O menor custo de produção foi para o refrigerante de suco desidratado de acerola (R\$ 0,72), seguido do refrigerante de extrato seco de acerola (R\$ 0,81). O refrigerante de polpa congelada apresentou o maior custo (R\$ 0,91). Os principais motivos para este resultado foram o preço e a quantidade das fontes de acerola utilizadas, embora o suco desidratado e o extrato seco de acerola tenham apresentado o preço por quilo superior ao

da polpa congelada, estes produtos foram utilizados em quantidades bem inferiores a da polpa, possibilitando assim, um menor custo final.

Outro fator que contribuiu para o custo final mais elevado do refrigerante de polpa congelada foi o maior consumo de energia elétrica na produção dessa bebida.

5 CONCLUSÕES

Os refrigerantes produzidos com suco desidratado ou extrato seco de acerola apresentaram boa aceitação sensorial;

Os refrigerantes com 12 °Brix apresentaram maior preferência pelos provadores, independentemente da fonte de acerola utilizada;

Nos testes triangulares, os provadores foram capazes de diferenciar os refrigerantes produzidos com suco desidratado daqueles fabricados com extrato seco, embora tenham atribuído notas semelhantes de preferência a esses produtos;

Os refrigerantes produzidos com extrato seco de acerola apresentaram maiores teores de vitamina C em relação aos produzidos com suco desidratado e, menores perdas da vitamina durante o armazenamento;

A vida de prateleira dos refrigerantes foi de 120 dias, independentemente da fonte de acerola utilizada;

Os refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola apresentaram menor custo de produção em relação ao refrigerante de polpa congelada, sendo que as matérias-primas representaram em média 96,27 % do custo final;

Os refrigerantes de suco desidratado e extrato seco apresentaram gastos energéticos inferiores ao do refrigerante de polpa congelada.

A hipótese testada neste trabalho foi confirmada: o suco desidratado e o extrato seco de acerola apresentaram características físicas, químicas e sensoriais que os credenciaram como matérias primas para a produção de refrigerantes.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, L. P. et al. Carotenóides totais e vitamina C em acerolas oriundas de plantas selecionadas dentro de progênies de polinização aberta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. 2000, Fortaleza. **Livro de resumos...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. 2 v, p. 5.57.

AGUIRRE, J .M. de et al. Desidratação de acerola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. 2000, Fortaleza. **Livro de resumos...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. v. 2, p. 6.158.

AGUIRRE, J. M. de; GASPARINO FILHO, J. Diagnóstico sobre a industrialização de produtos de origem vegetal desidratados. **Informativo Centro de Tecnologia de Hortifrutícolas**, Campinas, v. 6, n. 1, p.2-3, 2000.

ALMEIDA, P. G. Água – principal matéria-prima dos refrigerantes. **Engarrafador Moderno**, São Bernardo do Campo, v. 2, n. 23, p. 6-9, 1992.

ALMEIDA, P. G. A produção de refrigerantes. **Engarrafador Moderno**, São Bernardo do Campo, v. 3, n. 26, p. 8-11, 1993.

ALVES, R. E. Cultura da acerola. In: DONADIO, L. C.; MARTINS, A. B. C.; VALENTE, J. P. **Fruticultura tropical**. Jaboticabal: FUNEP, 1992. p. 15-37.

ALVES, R. E.; MENEZES, J. B. Botânica da aceroleira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ACEROLA NO BRASIL, 1. 1995, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995. p. 7-14.

ALVES, R. E.; MENEZES, J. B.; SILVA, S. de M. Colheita e pós-colheita da acerola. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ACEROLA NO BRASIL, 1. 1995, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995. p. 77-89.

ANSEJO, F.C. Acerola. In: NAGY, S.; SHAW, P. E. **Tropical and subtropical fruits**. Westport: AVI, 1980. p. 341-374

ANTUNES, A. J.; CANHOS, V. P. **Aditivos em alimentos**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia – Coordenadoria da Indústria e Comércio, [19-]. p. 3-161.

ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION. **NF V 05-102. Produits derives des fruits et legumes**: détermination du résidu sec insoluble dans l'eau. Paris, 1974. Não paginado.

BALLEW, C.; KUESTER, S.; GILLESPIE, C. Beverage choices affect adequacy of children's nutrient intakes. **Archives of Pediatrics & Adolescent Medicine**, v.154, n. 11, p. 1148-1152, Nov. 2000.

BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M .N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. 3 v, 316 p.

BEAL, C. Beverages adapting to changing demands. **Food Manufacture**, Londres, Sept., p. 65-66, 1998.

BERTO, D. Refrigerantes – pura efervescência em ascensão desenfreada. **Engarrafador Moderno**, São Bernardo do Campo, v. 11, n. 91, p. 38-42, 2001.

BLISKA, F. M. M; LEITE, R. S. S. F. Aspectos econômicos e de mercado. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ACEROLA NO BRASIL, 1. 1995, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995. p. 107-123.

BRAHMA. **Manual de preparo de refrigerantes**. Curitiba, 1991. 132 p. Apostila.

BRASIL. Decreto-lei nº 2314, de 4 setembro de 1997. Vigilância Sanitária. Bebidas – Normas sobre Padronização, Classificação, Registro, Inspeção, Produção e Fiscalização – Regulamentação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 5 set. 1997.

BRASIL. Resolução nº 389, de 4 agosto de 1999. Vigilância Sanitária. Bebidas – Uso de Aditivos Alimentares, Funções e Limites Máximos – Regulamentação. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, Brasília, 9 ago. 1999.

CARVALHO, I. T. de; GUERRA, N. B. Efeito de diferentes tratamentos térmicos sobre as características do suco de acerola. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ACEROLA NO BRASIL, 1. 1995, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995a. p. 96-101.

CARVALHO, I. T. de; GUERRA, N. B. Suco de acerola – estabilidade durante o armazenamento. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ACEROLA NO BRASIL, 1. 1995, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995b. p. 102-106.

CARVALHO, R. I. N. de; MANICA, I. Influência de estádios de maturação e condições de armazenamento na conservação da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 5, p. 681-688, maio 1994.

CASTRO, I. Cuidados com a assepsia na fabricação de refrigerantes. **Engarrafador Moderno**, São Bernardo do Campo, v. 10, n. 76, p. 28-32, 2000.

CECCHI, H. M. Determinação de gordura pelo método de Bligh-Dyer. In: CECCHI, H. M. **Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos**. Campinas: Unicamp, 1999. p. 96-97.

CEREZAL-MEZQUITA, P.; GARCIA-VIGO, Y. La acerola – fruta marginada de America con alto contenido de acido ascorbico. **Alimentaria**, Madri, v. 37, n. 309, p. 113-125, 2000.

COPERSUCAR. **Amostragem e análise da cana-de-açúcar**. Piracicaba, 1980. p. 37.

CORRÊA NETO, R. da S; FARIA, J.de A. F. Fatores que influem na qualidade do suco de laranja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 1, p. 153-160, 1999.

CURTE, C. PET: a vedete do mercado. **Banas Pack – Tecnologia em Embalagem, Logística, Processos Industriais e Design**, São Paulo, v. 6, n. 61, p. 12-14, 2002.

DE MARTINO, D. B. Fabricantes de refrigerantes regionais criam associação independente. **Engarrafador Moderno**, São Bernardo do Campo, v. 10, n. 80, p. 10-12, 1999a.

DE MARTINO, D. B. Garrafas plásticas conquistam novos mercados. **Engarrafador Moderno**, São Bernardo do Campo, v. 10, n. 62, p. 66-71, 1999b.

ELEUTERIO, R. M. C. **Variação do teor de ácido ascórbico e de β -caroteno em suco e geléia de acerola (*Malpighia glabra* L. – sinônimo *M. punicifolia* L.) durante o armazenamento**. 1998. 77 f. Dissertação (Mestrado em Ciências / Ciência e Tecnologia de Alimentos) Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

EXCESSIVA carga tributária impede expansão de refrigerantes. **Engarrafador Moderno**, São Bernardo do Campo, v. 10, n. 74, p. 10-12, 2000.

FANTINEL, J. Tecnologia de refrigerantes. In: TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C. (Coord.) **Aspectos relevantes na industrialização de refrigerantes**: seminário. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 2000. Paginação irregular.

GARRUTI, D.S. **Contribuição ao estudo da estabilização física do suco de maracujá integral (*Passiflora edulis f. flavicarpa* Deg.)**. 1989. 194 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos / Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1989.

GAYET, J. P. Acerola. **Soluções fruta a fruta**. v. 1, n. 2, p. 5-10, 1995.

GIESE, J. Developments in beverage additives. **Food Technology**, Chicago, v. 49, n. 9, p. 64-72, 1995.

GOMES, J. E. et al. Variações físico-químicas em suco de acerola armazenado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 22, n. 3, p. 377-381, dez. 2000.

GOMEZ, P. et al. La Cerise des Antilles: une exceptionnelle source de vitamine C naturelle. **Fruits**, Paris, v. 54, n. 4, p. 247-260, 1999.

GORGATTI NETTO, A. et al. **Acerola para exportação**: procedimentos de colheita e pós-colheita.. Brasília: Serviço de Produção de Informação/EMBRAPA, 1996. 30 p. (Série Publicações Técnicas FRUPEX, 21).

HOFFMANN, R.; ENGLER, J. J. C.; SERRANO, O. **Administração da empresa agrícola**. 3. ed. São Paulo: Pioneira, 1981. 325 p.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**: métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3. ed. São Paulo: Coordenadoria dos Serviços Técnicos Especializados, Secretaria do Estado da Saúde, 1985. 533 p.

ISLAM, M. N.; BEGUM, J. A.; SHAMS-UD-DIN, M. Studies on carbonated beverage based on mango pulp. **Bangladesh Journal of Agricultural Sciences**, Minsensingh, v. 17, n. 2, p. 169-172, 1990. In: Food Science Technology Abstracts, 1990 – 2002/07. Disponível em: <<http://www.cdrompro.com.br/cruesp>> Acesso em: 10 jul. 2002.

JOHN, P. J.; NARASIMHAM, P. Processing and evaluation of carbonated beverage from jackfruit waste (*Artocarpus heterophyllus*). **Journal of Food Processing and Preservation**, Trumbull, v. 16, n. 6, p. 373-380, 1993.

KAWATI, R. Pesquisa e extensão sobre a cultura da acerola no estado de São Paulo. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ACEROLA NO BRASIL, 1. 1995, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995. p. 149-154.

KRASOVC, D.; PRISLAN, B. Bases and flavourings in the drink industry. **Fruit Processing**, Schoenborn, v. 3, p. 90-97, 1997.

LUCAS, A. P. Acerola: suco da saúde conquista o mundo inteiro. **Manchete Rural**, Rio de Janeiro, v. 5, n. 69, p. 10-13, 1993.

MACIEL, M. I. S. et al. Processing and storage of acerola (*Malpighia* sp) fruti and its products. **Journal of Food Science and Technology**, Mysore, v. 36, n. 2, p. 142-146, 1999.

MARTIN, G. Evolução das marcas regionais torna mercado de cervejas e refrigerantes mais competitivo. **Engenharia de Alimentos**, São Paulo, v. 6, n. 30 , p. 20-30, 2000.

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

MASSA, S.; FACCIOLONGO, M.; RABASCO, E.; CARUSO, M. Survival of indicator / pathogenic bacteria in orange soft drink. **Food Microbiology**, Londres, v. 15, p. 253-257, 1998.

MATSUURA, F. C. A. U. **Processamento e caracterização do suco integral e concentrado congelado de acerola**. 1994. 160 f. Dissertação (Mestrado). Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas,1994.

MÉTODOS do Ministério da Agricultura para análise de bebidas. Bevtech - Beverage technologies, 2000-2001. Disponível em: <<http://www.bevtech.com.br/infotec/>>. Acesso em: 19 dez. 2001.

MONTEIRO, C. A.; MONDINI, D.; COSTA, R. B. L. Mudanças na composição e adequação nutricional da dieta familiar nas áreas metropolitanas do Brasil (1988 – 1996). **Revista de Saúde Pública**, São Paulo, v. 34, n. 3, p. 251-258, 2000.

MORAES, M. A .C. **Métodos para avaliação sensorial dos alimentos**. 8. ed. Campinas: Universidade Estadual de Campinas, 1993. 93 p.

NATURAL colours in beverages: a question of choice. **The European Food & Drink Review**, Londres, p. 61-63, Autumn, 1998.

NOGUEIRA, C. M. D. et al. Estabilidade físico-química e química da polpa de acerola. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Cruz das Almas, v. 19, n. 1, p. 139-144, abr. 1997.

NOGUEIRA, R. I.; SILVA, F. C.da. Produtos desidratados. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE ACEROLA NO BRASIL, 1. 1995, Vitória da Conquista. **Anais...** Vitória da Conquista: Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, 1995. p.90-95.

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

OLIVEIRA, M. E. B. et al. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 3, p. 326-332, 1999.

OLIVEIRA, M. E. B. et al. Polpa de acerola: avaliação da qualidade em função do branqueamento da matéria-prima. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. 2000, Fortaleza. **Livro de resumos...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. v. 1, p. 3.53.

PAIVA, J. R. de Caso de la acerola: de especie silvestre a producto de demanda creciente en los mercados mundiales. In: MESA REDONDA SOBRE COMPLEMENTARIEDADE DE LA PRODUCCIÓN SOSTENIBLE FRUTIHORTÍCOLA AMAZÓNICA COM EL DESARROLLO DE MICROEMPRESAS AGROINDUSTRIALES EN LOS PAÍSES DEL TRATADO DE COOPERACIÓN AMAZÓNICA. **Mémoires...** Rome:FAO; Lima: Tratado de Cooperación Amazonica, 1996. p. 179 - 198.

PANCOAST, H.M.; JUNK, W. R. **Handbook of sugars**. 2. ed. Westport: AVI, 1980. p. 51.

PARRA, C. D. Bebidas não alcoólicas crescem no verão. **Engarrafador Moderno**, São Bernardo do Campo, v. 8, n. 55, p. 16-19, 1998.

PEDRÃO, M. R. et al. Estabilidade físico-química e sensorial do suco de limão Tahiti natural e adoçado, congelado. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 19, n. 2, p. 282-286, 1999.

PHILLIPS, G. F.; WOODROOF, J. G. Beverage acids, flavors, colors, and emulsifiers. In: WOODROOF, J. G.; PHILLIPS, G. F. **Beverages**: carbonated and noncarbonated. Westport: Avi Publishing Company, 1974. p. 131-178.

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 14. ed. Piracicaba: Universidade de São Paulo, 2000. p. 10-82.

PIMENTEL, M. L. et al. Influência do processamento sobre a vitamina C do suco da acerola (*Malpighia glabra* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 1, p. 143-146, abril 2001.

PIERGIOVANNI, L. Materiais de embalagens e tecnologia de envase. In: BARUFFALDI, R.; OLIVEIRA, M. N. **Fundamentos de tecnologia de alimentos**. São Paulo: Atheneu, 1998. 3v, p. 257-268.

PITOMBO, R. N. M.; CANTELMO, M. C. P. W. Jugo de acerola (*Malpighia puniceifolia* L) liofilizado: comportamiento higroscópico, efectos del almacenamiento a diferentes humedades relativas y temperaturas, sobre la vitamina C y compuestos volatiles. **Alimentaria**, Madri, v. 37, n. 316, p. 119-128, 2000.

PORTUGAL, B. Coca-Cola afirma que resultado da eleição não afasta investimentos. **Folha de S. Paulo**, São Paulo, 9 maio 2002. Folha Dinheiro, p. B3.

PSZCZOLA, D. E. Antioxidants: from preserving food quality to quality of life. **Food Technology**, Chicago, v. 55, n. 6, p. 51-59, 2001a.

PSZCZOLA, D. E. How ingredients help solve beverage problems. **Food Technology**, Chicago, v. 55, n. 10, p. 61-74, 2001b.

RECICLAGEM do PET. **Engarrafador Moderno**, São Bernardo do Campo, v. 10, n. 63, p. 52-53, 2000.

REFRIGERANTE fica mais barato por conta das tubaínas. **Gazeta Online** In: Bevtech - Beverage technologies. Disponível em: <<http://www.bevtech.com.br/>>. Acesso em: 28 fev. 2002.

RIGHETTO, A. M.; NETTO, F. M. Caracterização físico química de suco de acerola verde concentrado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 17. 2000, Fortaleza. **Livro de resumos...** Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 2000. 2 v. p. 5.169.

SENAI. RJ. Centro de Tecnologia de Alimentos e Bebidas. **Tecnologia de fabricação de refrigerantes**. Reimpressão. Vassouras, 2002. 81 p.

SHAW, P. E.; MOSHONAS, M. G. Ascorbic acid retention in orange juice stored under simulated consumer home conditions. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 56, n. 3, p. 867-868, 1991.

SIMÃO, A. M. **Aditivos para alimentos sob o aspecto toxicológico**. 2. ed. São Paulo: Nobel, 1986. p. 41-59.

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

SINGH KHURDIYA, D.; ISLAM; VERMA, O. P. Processing and storage of carbonated guava beverage. **Journal of Food Processing and Preservation**, Trumbull, v. 20, n. 1, p. 79-86, 1996.

SINKI, G. Soft drink flavor preferences. **Perfumer & Flavorist**, Wheaton, v. 19, n. 6, p. 19-23, 1994.

SOARES, E.C. et al. Desidratação da polpa de acerola (*Malpighia emarginata* D.C.) pelo processo “foam-mat”. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 21, n. 2, p. 164-170, 2001.

SOUZA, R.de C. Controle físico-químico. In: BRAHMA. **Curso sobre tecnologia de refrigerantes**. Curitiba, 1992. Não paginado.

STILLMAN, J. A. Color influences flavor identification in fruit-flavored beverages. **Journal of Food Science**, Chicago, v. 58, n. 4, p. 810-812, 1993.

TALBOT, A.; MACDONALD, H. S. A study of the release of carbon dioxide gas from carbonated beverages. **Microscope**, Chicago, v. 46, n. 3, p. 161-167, 1998.

TFOUNI, S. A. V.; TOLEDO, M. C. F. Conservadores ácido benzóico e ácido sórbico – uma revisão. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 35, n. 1/2, p. 41-53, 2001.

TOCCHINI, R. P.; NISIDA, A. L. A. C. **Industrialização de refrigerantes** - manual. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1995. 50 p.

UCKO, D. A. **Química para as Ciências da Saúde:** uma introdução à química geral, orgânica e biológica. São Paulo: Manoli, 1992. 646 p.

VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. Soft drinks. In: VARNAM, A. H.; SUTHERLAND, J. P. **Beverages:** technology, chemistry and microbiology. 1994. London: Chapman & Hall, 1994. 2 v. p. 73-125.

VENTURINI FILHO, W. G. **Fécula de mandioca como adjunto de malte na fabricação de cerveja.** 1993. 233 f. Tese (Doutorado em Agronomia / Energia na Agricultura). Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 1993.

VETTORAZZI, G.; MACDONALD, I. (org.). **Sacarose:** aspectos nutricionais e de segurança no uso do açúcar. 1989. São Paulo: Hucitec. p. 39-41.

WATADA, A. E. Vitamins. In: WEICHMANN, J. **Postharvest physiology of vegetables.** New York: Marcel Dekker, 1987. p. 455-467.

APÊNDICE 1

1 Pré-testes para formulação dos refrigerantes

1.1 Pré-testes para definição da porcentagem de suco desidratado e extrato seco de acerola nos refrigerantes

Os primeiros pré-testes foram realizados como o objetivo de conhecer o funcionamento da planta piloto e definir a porcentagem de suco desidratado e extrato seco de acerola a serem usados na fabricação dos refrigerantes. De acordo com a legislação brasileira para padrões de identidade e qualidade de refrigerantes (BRASIL, 1998), os refrigerantes de frutas como: uva, abacaxi e laranja devem conter no mínimo 10 % (v / v) de suco da fruta.

O primeiro pré-teste teve como objetivo testar a formulação de refrigerante de suco desidratado de acerola a 10 °Brix, contendo suco desidratado de acerola na proporção equivalente a 10 % (v / v) de suco da fruta no refrigerante.

O segundo pré-teste teve como objetivo testar a formulação de refrigerante de suco desidratado de acerola a 10 °Brix, contendo suco desidratado de acerola na proporção equivalente a 20 % (v / v) de suco da fruta no refrigerante.

O terceiro pré-teste teve como objetivo testar a formulação de refrigerante de extrato seco de acerola a 10 °Brix, contendo extrato seco de acerola na proporção equivalente a 10 % (v / v) de suco da fruta no refrigerante.

O quarto pré-teste teve como objetivo testar a formulação de refrigerante de extrato seco de acerola a 10 °Brix, contendo extrato seco de acerola na proporção equivalente a 20 % (v / v) de suco da fruta no refrigerante.

Para os primeiros pré-testes não foram realizadas análises sensoriais. Como o objetivo era apenas definir a quantidade de suco desidratado e extrato seco de acerola a ser usado nas produções futuras, foi realizada a degustação dos refrigerantes por parte do painel selecionado (5 provadores).

Os refrigerantes produzidos com a quantidade de suco desidratado ou extrato seco de acerola equivalente a 10 % de suco da fruta no produto final não apresentaram sabor típico da fruta, o gosto predominante foi o do açúcar. O uso da quantidade de suco desidratado ou extrato seco de acerola equivalente a 20 % de suco da fruta no produto final resultou em refrigerantes com leve sabor da fruta. A quantidade de suco desidratado ou extrato seco de acerola equivalente a 20 % de suco da fruta no produto final foi escolhida como padrão para o experimento.

1.2 Pré-teste de carbonatação da água

Os refrigerantes produzidos nos primeiros pré-testes apresentaram nível de carbonatação de 2,0 volumes de CO₂ / volume de refrigerante. Este nível de carbonatação foi considerado baixo para os padrões de gaseificação dos refrigerantes no mercado brasileiro (em torno de 3 v / v).

Foram realizados testes de carbonatação na água filtrada utilizada para produção dos refrigerantes (para economizar as demais matérias primas usadas nos refrigerantes) com o objetivo de determinar se o período de contato gás / líquido no tanque de carbonatação interfere no nível de gás carbônico no produto final.

O teste foi realizado com quatro tratamentos, para cada tratamento foram utilizados 20 L de água, resfriada a 0 °C e carbonatada de acordo com o protocolo de

produção de refrigerantes. Os tratamentos variaram quanto ao tempo de contato gás / água após a carbonatação, sendo: T1: 0 minuto, T2: 30 minutos, T3: 60 minutos e T4: 90 minutos. Ao final do tempo de cada tratamento, o tanque de carbonatação foi despressurizado lentamente e a água carbonatada foi envasada em garrafas de vidro de cor âmbar (660 mL) para análise do volume de CO₂.

O Quadro 29 apresenta os níveis de carbonatação da água usada no processo de fabricação dos refrigerantes. Verificou-se que nos tratamentos realizados, o tempo de contato entre o gás carbônico e a água não interferiu na carbonatação final. Para os demais pré-testes, não foi adotado o tempo de contato entre gás carbônico e refrigerante.

Espera-se que, para as mesmas condições de carbonatação, o refrigerante apresente um menor teor de CO₂, em virtude da presença de sólidos solúveis (10 a 12°Brix), que interferem negativamente na carbonatação dessa bebida, conforme descrito por Varnam e Sutherland (1994).

Quadro 29: Níveis de carbonatação da água

Tempo de contato gás / água	Volume de CO ₂ / volume de refrigerante
T1 (0 minuto)	2,4
T2 (30 minutos)	2,3
T3 (60 minutos)	2,2
T4 (90 minutos)	2,4

1.3 Pré-teste de coloração dos refrigerantes

Os refrigerantes produzidos a partir do suco desidratado e do extrato seco de acerola apresentaram uma coloração amarelo-clara, não semelhante ao suco da fruta fresca. Com a intenção de fornecer aos refrigerantes uma coloração mais parecida com o suco da fruta e atraente ao consumidor, foi testada a adição dos corantes artificiais amarelo

crepúsculo e Bordeuax S. Os corantes foram adicionados ao refrigerante de extrato seco de acerola nas seguintes concentrações:

- 1) 60 mg / L de amarelo crepúsculo e 4,88 mg / L Bordeuax S;
- 2) 60 mg / L de amarelo crepúsculo e 2,44 mg / L Bordeuax S;
- 3) 60 mg / L de amarelo crepúsculo;
- 4) 30 mg / L de amarelo crepúsculo e 9,75 mg / L Bordeuax S;
- 5) 30 mg / L de amarelo crepúsculo e 4,88 mg / L Bordeuax S;
- 6) refrigerante sem adição de corantes.

A concentração de corante escolhida foi de 30 mg / L de amarelo crepúsculo e 4,88 mg / L Bordeuax S (Figura 7), essa concentração ofereceu uma coloração alaranjada que lembra a coloração do suco de acerola. A coloração utilizada foi a mesma para os refrigerantes produzidos a partir de suco desidratado e de extrato seco de acerola por apresentarem o mesmo padrão de cor.



Figura 7: Diferentes colorações testadas para os refrigerantes.

1.4 Pré-teste de aromatizante

Os refrigerantes produzidos a partir do suco desidratado e do extrato seco de acerola, mesmo quando utilizada a quantidade equivalente a 20 % de suco da fruta no refrigerante, apresentaram sabor e aroma fracos.

Para melhorar as características organolépticas do produto foram analisadas diferentes concentrações de aromatizante artificial de acerola nos refrigerantes produzidos a partir do suco desidratado e do extrato seco de acerola. As concentrações testadas foram: 0 mL (T1), 2,5 mL (T2), 5,0 mL (T3) e 10 mL (T4) por 10 L de refrigerante (a concentração de 10 mL / 10 L de refrigerante foi a recomendada pelo fabricante do aromatizante).

O teste foi realizado com refrigerantes a 11 °Brix (esse valor foi escolhido por representar o valor intermediário entre os °Brix propostos para o projeto) com teor de extrato equivalente a 20 % de polpa da fruta no refrigerante.

Em seguida, foram realizadas análises físico-químico e sensorial dos refrigerantes. O teste sensorial aplicado foi escala hedônica (preferência), com notas variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente), realizado com dez provadores. A análise estatística dos dados sensoriais foi realizada pelo teste de Tukey (MORAES, 1993).

Analisando-se os dados do Quadro 30, notou-se que o refrigerante produzido com suco desidratado de acerola, sem adição de aromatizante foi o menos preferido pelos provadores, pelo fato dessa matéria prima ser pobre em componentes de aroma. O T2 não apresentou diferença significativa entre os demais tratamentos ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey, indicando uma aceitabilidade intermediária entre os

tratamentos. Os tratamentos T3 e T4 não apresentaram diferença significativa entre si e obtiveram as melhores médias de preferência.

O tratamento T3 (5,0 mL / 10 L) foi o escolhido para a continuidade dos testes com refrigerantes de suco desidratado de acerola. Esse tratamento foi escolhido por ter apresentado boa aceitabilidade e permitido o uso de uma quantidade reduzida de aromatizante, isto é, 50 % da concentração recomendada pelo fabricante.

Quadro 30: Aceitabilidade do refrigerante de suco desidratado de acerola no pré-teste de aromatizante.

mL de aromatizante / 10 L de refrigerante	Médias das notas
T1 (0 mL)	4,9 b
T2 (2,5 mL)	6,2 ab
T3 (5,0 mL)	6,7 a
T4 (10,0 mL)	7,1 a

*valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de probabilidade 1%.

A análise do Quadro 31 mostra que o refrigerante produzido com extrato seco de acerola, sem adição de aromatizante foi o menos preferido pelos provadores, enquanto os demais tratamentos não apresentaram diferença significativa ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O tratamento T3 foi o escolhido para continuar os testes com refrigerantes de extrato seco de acerola, por apresentar boa aceitação e a mesma concentração do tratamento escolhido para o refrigerante de suco desidratado, permitindo, assim, uma padronização em relação ao uso de aromatizante nos refrigerantes.

Quadro 31: Aceitabilidade do refrigerante de extrato seco de acerola de acerola no pré-teste de aromatizante.

mL de aromatizante /10 L de refrigerante	Médias das notas
T1 (0 mL)	4,0 b
T2 (2,5 mL)	6,4 a
T3 (5,0 mL)	6,5 a
T4 (10,0 mL)	6,3 a

*valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de probabilidade 1%.

A composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola é apresentada no Quadro 32. Analisando-se esse quadro, nota-se que o refrigerante de extrato seco de acerola apresentou teor de vitamina C aproximadamente 10 vezes superior ao refrigerante de suco desidratado de acerola. Essa diferença já era esperada em função do teor de vitamina C nessas matérias primas.

Quadro 32: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola no pré-teste de aromatizante.

Tratamento	°Brix	pH	Acidez (g ac. cítrico/100 mL)	Ratio	Vitamina C (mg/100 mL)	Volume CO ₂
SucoT1	11,0	4,46	0,032	344	14,28	2,0
SucoT2	11,1	4,42	0,047	236	14,29	2,0
SucoT3	11,2	4,24	0,026	431	14,29	2,0
SucoT4	11,2	4,12	0,038	295	16,19	2,0
ExtratoT1	11,2	4,12	0,045	249	116,19	2,3
ExtratoT2	11,2	4,08	0,048	233	114,29	2,1
ExtratoT3	11,2	4,06	0,050	224	112,38	2,1
ExtratoT4	11,2	3,94	0,059	190	112,38	2,0

Os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola apresentaram aumento da acidez em função da concentração de aromatizante. O poder de acidificação do aromatizante foi comprovado através da adição de 1 mL de aromatizante em 100 mL de água filtrada, causando a diminuição do pH de 8,67 para 2,69.

O “ratio” e o pH de todos refrigerantes produzidos apresentaram-se elevados, devido principalmente a baixa acidez verificada.

1.5 Pré-teste de acidez

Os refrigerantes produzidos a partir do suco desidratado e do extrato seco de acerola apresentaram teor de acidez titulável em torno de 0,039 e 0,049 g ácido cítrico / 100 mL de refrigerante, respectivamente. Estes valores de acidez apresentaram-se abaixo dos teores descritos na literatura para refrigerantes de frutas cítricas (TOCCHINI; NISIDA, 1995), e são responsáveis por valores relativamente elevados de pH e “ratio”.

Com o objetivo de solucionar esses problemas, foram realizados pré-testes para correção do teor de ácido cítrico dos refrigerantes. A acidez dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola foi corrigida para três concentrações: 0,05; 0,10 e 0,15 g de ácido cítrico / 100 mL de refrigerante.

Foram realizadas análises físico-químicas e sensoriais dos refrigerantes. O teste sensorial aplicado foi escala hedônica (preferência), com notas variando de 1 (desgostei extremamente) a 9 (gostei extremamente), realizado com dez provadores. Os testes sensoriais para os refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola, foram realizados em dias distintos. A análise estatística dos dados sensoriais foi realizada pelo teste de Tukey (MORAES, 1993).

Os teores de acidez titulável dos refrigerantes de suco desidratado apresentaram variações em relação aos teores inicialmente propostos (0,05; 0,10 e 0,15), conforme pode ser verificado no Quadro 33. Os valores obtidos foram considerados satisfatórios para realização da análise sensorial.

Quadro 33: Teste de escala hedônica para o refrigerante de suco desidratado de acerola no pré-teste de acidez

g de ácido cítrico / 100 mL refrigerante	Média das notas
T1 (0,09)	5,80 a
T2 (0,13)	6,10 a
T3 (0,17)	6,80 a

*valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de probabilidade 5%.

Os refrigerantes de suco desidratado de acerola produzidos com diferentes teores de ácido cítrico não apresentaram diferenças estatísticas quanto à preferência. Embora o painel sensorial tenha apresentado a tendência de atribuir notas maiores conforme o aumento de acidez.

De maneira semelhante aos refrigerantes de suco desidratado, os refrigerantes de extrato seco também não apresentaram diferenças estatísticas em relação à preferência para valores de acidez (Quadro 34). As maiores notas de preferência foram atribuídas ao refrigerante mais ácido.

Quadro 34: Teste de escala hedônica para o refrigerante de extrato seco de acerola no pré-teste de acidez

g de ácido cítrico / 100 mL refrigerante	Média das notas
T1 (0,06 g)	5,82 a
T2 (0,11 g)	5,55 a
T3 (0,14 g)	6,55 a

*valores seguidos pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste Tukey, ao nível de probabilidade 5%.

Analisando-se o Quadro 35, nota-se que o aumento de acidez possibilitou a queda dos valores de pH, para valores mais próximos aos encontrados na literatura (GIESE, 1995; TOCCHINI; NISIDA, 1995). Considerando-se que valores reduzidos de pH são mais favoráveis ao controle microbiano e que existiu uma tendência de se atribuir

maior nota aos refrigerantes mais ácidos, optou-se por fixar o valor de acidez dos refrigerantes em 0,15 g ácido cítrico / 100 mL.

Quadro 35: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e extrato seco de acerola no pré-teste de acidez.

Tratamento	°Brix	pH	Acidez (g ac. cítrico/100 mL)	<i>Ratio</i>	Vitamina C (mg/100 mL)	Volume CO ₂
Suco T1	10,5	3,99	0,09	117	11,82	2,0
ExtratoT1	10,7	4,01	0,06	178	112,62	1,9
SucoT2	10,5	3,54	0,13	81	12,73	2,0
ExtratoT2	10,7	3,87	0,11	97	111,21	1,8
SucoT3	10,6	3,29	0,17	62	12,73	1,9
ExtratoT3	10,7	3,53	0,14	76	112,15	1,9

1.6 Pré-testes de estabilizantes

Os pré-testes com estabilizantes foram realizados com o objetivo de solucionar o problema de precipitação de sólidos nos refrigerantes. Foram utilizados os estabilizantes: goma xantana (Rhodigel Supra fabricado pela Rhodia Food) e alginato de propileno glicol (Protanal éster XP 3497 fabricado pela FMC BioPolymer).

Os pré-testes com goma xantana foram realizados com refrigerante de suco desidratado de acerola (11 °Brix). As concentrações de goma xantana testadas foram 0,05 e 0,10 %. Os refrigerantes foram produzidos de acordo com o protocolo de produção, sendo que a goma xantana foi adicionada a uma parte do xarope composto e homogeneizada em liquidificador. Após a homogeneização a mistura foi adicionada ao restante da formulação.

Os pré-testes com alginato de propileno glicol foram realizados com refrigerante de extrato seco de acerola (11 °Brix). As concentrações testadas para o alginato

foram 0,3 % e 0,4 %. O procedimento foi o mesmo adotado para os pré-testes com goma xantana.

Os refrigerantes produzidos com goma xantana apresentaram viscosidades elevadas, quando comparadas ao refrigerante sem adição da goma (Quadro 36). Apesar da formação inicial de uma solução homogênea, o uso da goma xantana apenas retardou o depósito de sólidos nas garrafas, não sendo eficiente para manter os sólidos em suspensão. Notou-se, também, que a carbonatação dos refrigerantes foi dificultada pelo uso da goma xantana, alcançando valores entre 1,4 e 1,5 Volumes de CO₂.

Quadro 36: Viscosidade e tempo para precipitação em refrigerantes de suco desidratado de acerola no pré-teste com estabilizante.

% goma xantana	Viscosidade (cP)	Tempo para precipitação (horas)
0,00	3,15	12
0,05	9,00	24
0,10	29,2	120

Condições do teste: 20 rpm e 25°C.

O uso de alginato de propileno glicol também interferiu na viscosidade dos refrigerantes, embora de forma menos intensa que a goma xantana. Quanto à prevenção da formação de depósitos na garrafa, os refrigerantes com adição de alginato não apresentaram diferença em relação aqueles sem o produto, precipitando em 12 horas.

2 Protocolo de lavagem de garrafas

As garrafas são um importante meio de contaminação do refrigerante quando não apresentam higienização adequada. Foi desenvolvido um protocolo para lavagem de garrafas com o objetivo de evitar a contaminação do produto final.

- a) Preparo de solução de soda cáustica (NaOH) a 2 %;
- b) Imersão das garrafas na solução de soda, onde permanecem por 24 horas;
- c) Retirada das garrafas da solução;
- d) Rinsagem em água corrente;
- e) Lavagem das garrafas com detergente neutro. A parte externa das garrafas deve ser lavada com esponja e a parte interna com escovas;
- f) Rinsagem, por três vezes, em água corrente;
- g) Verificação visual da higienização, garrafas que não se apresentarem completamente limpas serão lavadas novamente;
- h) Secagem em estufa a 100 °C por 12 horas;
- i) Vedação das garrafas com papel alumínio, no momento de retirada da estufa;
- j) Armazenamento em caixas plásticas.

APÊNDICE 2

1 Análise físico-química e sensorial dos refrigerantes

Neste item encontram-se os valores das repetições das análises físico-químicas e sensoriais realizadas durante o período de armazenagem das bebidas.

Quadro 37: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R₁, R₂ e R₃), um dia após a produção.

Repetições	SS °Brix	pH	Acidez g.ac.cítrico/ 100 mL	Vitamina C mg ac ascóbico /100 mL	Ratio	Cor Absorbância 480 nm	AR %	ART %	Vol. CO ₂
S10 (Suco 10 °Brix)									
R1	10,2	3,27	0,140	12,39	73	*	0,46	9,42	1,8
R2	10,3	3,17	0,149	10,55	69	1,243	0,43	8,87	1,9
R3	10,3	3,16	0,152	13,23	68	1,418	0,35	8,98	2,2
E10 (Extrato 10 °Brix)									
R1	10,2	3,48	0,147	109,18	69	*	0,41	9,18	1,8
R2	10,4	3,43	0,150	109,63	69	1,422	0,40	8,98	2,0
R3	10,3	3,37	0,158	114,76	65	1,511	0,46	9,20	1,9
S11 (Suco 11 °Brix)									
R1	11,2	3,12	0,143	12,96	78	*	0,44	10,82	1,7
R2	11,3	3,17	0,146	11,00	77	1,327	0,45	9,51	1,9
R3	11,3	3,20	0,158	12,38	72	1,446	0,51	10,31	1,9
E11 (Extrato 11 °Brix)									
R1	11,2	3,43	0,144	112,96	78	*	0,40	10,60	1,9
R2	11,2	3,39	0,154	114,71	73	1,514	0,40	10,19	2,0
R3	11,3	3,42	0,158	113,81	72	1,560	0,43	10,50	2,0
S12 (Suco 12 °Brix)									
R1	12,3	3,17	0,136	12,96	90	*	0,40	11,65	1,9
R2	12,2	3,09	0,154	13,73	79	1,388	0,38	11,22	1,9
R3	12,3	3,24	0,152	12,38	81	1,439	0,50	11,50	1,9
E12 (Extrato 12 °Brix)									
R1	12,4	3,39	0,154	109,18	81	*	0,43	10,60	1,9
R2	12,2	3,34	0,157	113,73	78	1,516	0,38	11,34	2,0
R3	12,3	3,48	0,158	115,24	78	1,544	0,52	11,06	2,0

A determinação da coloração, das repetições número 1, não foi realizada porque o comprimento de onda da leitura ainda não tinha sido estabelecido no momento em que estas amostras foram analisadas.

Quadro 38: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R₁, R₂ e R₃) aos 30 dias de armazenagem.

Repetições	SS °Brix	pH	Acidez g.ac.cítrico/ 100 mL	Vitamina C mg ac.ascórbico/ 100 mL	Ratio	Cor Absorbância 480 nm	AR %	ART %
S10								
R1	10,2	3,16	0,173	11,86	59	1,235	1,44	9,79
R2	10,3	3,10	0,182	10,13	57	1,185	1,25	9,91
R3	10,3	3,09	0,171	11,30	60	1,282	1,17	10,13
E10								
R1	10,2	3,32	0,197	112,37	52	1,211	0,96	9,79
R2	10,3	3,28	0,200	110,04	52	1,282	0,91	10,13
R3	10,3	3,24	0,198	110,36	52	1,228	0,89	9,87
S11								
R1	11,2	3,12	0,192	11,86	58	1,162	1,56	10,50
R2	11,3	3,12	0,190	12,43	60	1,149	1,40	10,60
R3	11,3	3,05	0,197	9,91	57	1,150	1,28	11,00
E11								
R1	11,2	3,29	0,198	115,89	57	1,243	1,06	10,70
R2	11,2	3,26	0,195	108,50	57	1,327	0,89	11,06
R3	11,3	3,29	0,197	107,66	57	1,236	1,01	10,50
S12								
R1	12,4	3,11	0,179	11,86	69	1,223	1,74	11,62
R2	12,2	3,08	0,188	11,30	65	1,257	1,44	12,37
R3	12,3	3,10	0,189	9,91	65	1,182	1,46	12,43
E12								
R1	12,3	3,15	0,205	111,88	60	1,274	1,14	10,95
R2	12,2	3,99	0,188	106,70	65	1,328	0,94	12,43
R3	12,3	3,29	0,192	109,46	64	1,258	1,02	11,80

Quadro 39: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R₁, R₂ e R₃) aos 60 dias de armazenagem.

Repetições	SS °Brix	pH	Acidez g.ac.cítrico/ 100 mL	Vitamina C mg ac.ascórbico/ 100 mL	Ratio	Cor Absorbância 480 nm	AR %	ART %
S10								
R1	10,0	2,94	0,256	11,55	39	0,864	2,26	9,54
R2	10,3	2,97	0,256	10,71	40	0,924	2,42	9,20
R3	10,3	2,90	0,251	11,31	41	1,022	2,11	9,32
E10								
R1	10,0	3,18	0,240	109,24	42	0,930	1,86	10,04
R2	10,4	3,18	0,238	109,82	44	0,958	1,62	9,44
R3	10,3	3,11	0,232	103,71	44	0,868	1,48	9,73
S11								
R1	11,2	2,95	0,274	11,55	41	0,775	3,19	10,80
R2	11,2	2,96	0,272	10,71	41	0,846	2,58	10,24
R3	11,2	2,89	0,259	10,54	43	0,843	2,14	10,90
E11								
R1	11,2	3,19	0,234	109,24	48	0,945	2,09	10,75
R2	11,2	3,07	0,235	107,69	48	0,981	1,73	9,95
R3	11,2	3,13	0,240	101,18	47	0,865	1,55	10,96
S12								
R1	12,4	2,98	0,261	11,99	48	0,911	2,81	12,23
R2	12,2	2,90	0,254	10,86	48	1,024	2,61	11,30
R3	12,3	2,92	0,258	9,70	48	0,857	2,49	10,90
E12								
R1	12,4	3,13	0,243	109,38	51	0,925	2,05	11,72
R2	12,2	3,10	0,235	105,88	52	1,014	1,79	11,35
R3	12,2	3,15	0,238	100,76	51	0,848	1,62	11,91

Quadro 40: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R₁, R₂ e R₃) aos 90 dias de armazenagem.

Repetições	SS °Brix	pH	Acidez g.ac.cítrico/ 100 mL	Vitamina C mg ac.ascórbico/ 100 mL	Ratio	Cor Absorbância 480 nm	AR %	ART %
S10								
R1	10,2	2,78	0,277	10,71	37	0,598	3,24	9,54
R2	10,3	2,92	0,272	9,40	38	0,712	2,88	8,39
R3	10,4	2,95	0,274	11,36	38	0,798	3,43	10,17
E10								
R1	10,2	3,08	0,243	101,34	42	0,735	2,37	9,40
R2	10,3	3,16	0,235	96,58	44	0,781	2,15	8,32
R3	10,4	3,17	0,240	105,07	43	0,848	2,31	8,19
S11								
R1	11,2	2,84	0,285	12,05	39	0,609	3,84	10,41
R2	11,3	2,94	0,286	10,26	40	0,589	3,63	9,12
R3	11,3	2,94	0,275	9,22	41	0,829	3,41	8,30
E11								
R1	11,2	3,08	0,243	101,79	47	0,734	2,62	10,41
R2	11,3	3,14	0,259	106,82	44	0,745	2,66	10,80
R3	11,2	3,18	0,235	105,07	48	0,789	2,20	9,76
S12								
R1	12,4	2,88	0,278	10,27	45	0,699	4,10	11,72
R2	12,4	2,95	0,272	10,91	46	0,794	4,18	12,08
R3	12,3	2,95	0,274	11,06	45	0,822	3,57	10,17
E12								
R1	12,4	3,08	0,250	97,86	50	0,744	2,54	8,93
R2	12,3	3,19	0,235	104,09	52	0,805	2,88	12,64
R3	12,2	3,19	0,238	104,15	51	0,821	2,71	9,57

Quadro 41: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R₁, R₂ e R₃) aos 120 dias de armazenagem.

Repetições	SS °Brix	pH	Acidez g.ac.cítrico/ 100 mL	Vitamina C mg ac.ascórbico/ 100 mL	Ratio	Cor Absorbância 480 nm	AR %	ART %
S10								
R1	10,3	2,97	0,291	10,19	36	0,627	4,69	9,42
R2	10,4	2,89	0,278	9,09	37	0,656	4,92	10,04
R3	10,4	2,93	0,275	11,85	38	0,731	4,55	9,72
E10								
R1	10,2	3,19	0,240	104,17	43	0,656	3,19	9,61
R2	10,5	3,16	0,262	105,45	40	0,741	3,25	10,00
R3	10,5	3,12	0,240	102,73	44	0,761	3,13	9,42
S11								
R1	11,3	2,97	0,283	10,19	39	0,569	5,13	11,09
R2	11,4	2,91	0,275	10,90	41	0,726	5,26	10,13
R3	11,5	2,91	0,285	9,09	40	0,768	4,77	10,43
E11								
R1	11,3	3,21	0,238	103,70	47	0,686	3,59	10,52
R2	11,2	3,06	0,248	110,43	45	0,687	3,57	10,66
R3	11,4	3,14	0,242	100,45	47	0,765	3,26	10,66
S12								
R1	12,5	2,98	0,282	10,65	44	0,655	5,26	11,56
R2	12,4	2,90	0,274	12,32	45	0,745	5,70	12,51
R3	12,5	2,92	0,282	9,09	44	0,742	4,92	11,62
E12								
R1	12,4	3,13	0,251	106,82	49	0,722	3,96	12,51
R2	12,4	3,15	0,245	109,48	51	0,699	3,81	12,14
R3	12,5	3,15	0,238	101,82	53	0,734	3,77	11,24

Quadro 42: Composição físico-química dos refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola (R₁, R₂ e R₃) aos 150 dias de armazenagem.

Repetições	SS °Brix	pH	Acidez g.ac.cítrico/ 100 mL	Vitamina C mg ac.ascórbico/ 100 mL	Ratio	Cor Absorbância 480 nm	AR %	ART %
S10								
R1	10,4	2,88	0,291	10,65	36	0,596	5,34	8,80
R2	10,3	2,95	0,286	10,46	36	0,673	5,18	9,02
R3	10,4	2,88	0,282	10,10	37	0,701	5,78	9,54
E10								
R1	10,1	3,14	0,250	101,85	40	0,590	3,42	8,98
R2	10,4	3,20	0,235	103,03	44	0,638	3,70	9,21
R3	10,5	3,11	0,232	102,51	45	0,659	3,87	9,91
S11								
R1	11,3	2,91	0,285	11,11	40	0,578	5,29	9,91
R2	11,4	2,98	0,272	11,51	42	0,701	5,88	10,48
R3	11,5	2,89	0,285	9,56	40	0,694	6,50	10,50
E11								
R1	11,3	3,14	0,237	101,39	48	0,656	3,93	9,77
R2	11,3	3,06	0,243	101,46	47	0,606	4,66	10,27
R3	11,0	3,08	0,248	101,10	44	0,633	4,08	9,79
S12								
R1	12,5	2,92	0,288	11,57	43	0,627	6,25	10,84
R2	12,5	2,85	0,278	10,46	45	0,683	6,46	11,44
R3	12,4	2,88	0,270	9,09	46	0,683	7,57	11,17
E12								
R1	12,3	3,14	0,242	104,60	51	0,633	4,55	11,00
R2	12,3	3,08	0,232	101,46	53	0,637	4,69	11,56
R3	12,4	3,09	0,230	101,52	54	0,646	5,09	11,22

2 Análise sensorial dos refrigerantes

Quadro 43: Notas atribuídas no teste de escala hedônica entre os refrigerantes de suco desidratado de acerola, aos 7 dias de armazenagem.

Notas			
Provador	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix
1	5	6	7
2	2	6	4
3	8	8	9
4	7	6	8
5	6	7	8
6	7	8	7
7	5	6	8
Média	5,7	6,7	7,3

Quadro 44: Notas atribuídas no teste de escala hedônica entre os refrigerantes de extrato seco de acerola, aos 7 dias de armazenagem.

Notas			
Provador	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix
1	8	8	7
2	9	8	8
3	8	7	7
4	4	6	6
5	5	3	8
6	8	7	6
7	6	7	8
8	6	7	8
9	6	4	7
10	7	6	8
Média	6,7	6,3	7,3

Quadro 45: Resultado do teste triangular entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola com 10 °Brix.

Julgamentos	Acerto	Erro
1		X
2		X
3		X
4		X
5		X
6		X
7	X	
8	X	
9	X	
10	X	
11	X	
12	X	
13	X	
14	X	
15	X	
16	X	
17	X	
18	X	
19	X	
20	X	
21	X	
22	X	
23	X	
24	X	
25	X	
Total	25	6

* significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

Quadro 46: Resultado do teste triangular entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola com 11 °Brix.

Julgamentos	Acerto	Erro
1		X
2		X
3		X
4		X
5		X
6	X	
7	X	
8	X	
9	X	
10	X	
11	X	
12	X	
13	X	
14	X	
15	X	
16	X	
17	X	
18	X	
19	X	
20	X	
21	X	
22	X	
23	X	
24	X	
25	X	
26	X	
27	X	
28	X	
29	X	
Total	29	5

* significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

Quadro 47: Resultado do teste triangular entre os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola com 12 °Brix.

Julgamentos	Acerto	Erro
1		X
2		X
3		X
4		X
5		X
6		X
7	X	
8	X	
9	X	
10	X	
11	X	
12	X	
13	X	
14	X	
15	X	
16	X	
17	X	
18	X	
19	X	
20	X	
21	X	
22	X	
23	X	
24	X	
25	X	
26	X	
27	X	
28	X	
29	X	
Total	23	6

* significativo ao nível de 0,1% de probabilidade.

Quadro 48: Notas dos testes de escala hedônica, aplicados simultaneamente aos testes triangulares.

Julgamentos corretos	Notas atribuídas					
	refrigerante 10 °Brix		refrigerante 11 °Brix		refrigerante 12 °Brix	
	S10	E10	S11	E11	S12	E12
1	8	7	7	8	6	7
2	6	4	7	8	5	7
3	7	6	6	7	7	8
4	7	5	7	5	8	9
5	9	8	8	5	7	7
6	6	7	7	7	6	7
7	7	6	6	7	6	7
8	7	8	6	8	7	8
9	8	7	8	5	8	7
10	8	6	6	5	6	7
11	5	4	7	8	8	6
12	8	6	8	7	8	8
13	7	7	8	6	4	5
14	5	6	6	7	7	6
15	6	7	8	6	5	3
16	8	8	9	9	7	6
17	5	6	8	7	7	7
18	7	6	6	4	8	7
19	8	8	8	7	7	8
20			7	7	8	7
21			7	7	5	4
22			5	6	7	6
23			6	7	7	8
24			4	7		

Quadro 49: Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola aos 30 dias de armazenagem.

Prorador	refrigerante de suco desidratado			refrigerante de extrato seco		
	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix
1	5	7	6	7	8	8
2	7	6	8	2	3	5
3	6	8	7	7	8	8
4	7	7	8	6	8	7
5	6	8	8	6	7	8
6	8	8	7	7	8	8
7	7	7	8	3	6	6
8	2	5	5	7	5	7
9	7	8	8	7	8	7
10	4	8	5	4	7	8
médias	5,9	7,2	7,1	5,6	6,8	7,2

Quadro 50: Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola aos 60 dias de armazenagem.

Prorador	refrigerante de suco desidratado			refrigerante de extrato seco		
	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix
1	4	6	7	5	6	7
2	7	7	8	6	8	7
3	6	8	8	8	7	6
4	6	7	8	5	6	3
5	4	5	6	1	6	4
6	5	6	7	4	5	4
7	6	7	8	8	6	7
8	7	8	7	3	5	4
9	6	6	7	7	8	7
10				5	6	7
11				6	7	6
12				8	8	7
13				8	6	7
médias	5,7	6,7	7,3	5,7	6,5	5,9

Quadro 51: Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola aos 90 dias de armazenagem.

Provador	refrigerante de suco desidratado			refrigerante de extrato seco		
	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix
1	2	6	8	8	6	5
2	4	7	5	6	6	7
3	6	7	7	6	8	8
4	5	6	5	3	5	4
5	6	7	8	6	8	3
6	5	6	7	2	4	6
médias	4,7	6,5	6,7	5,2	6,2	5,5

Quadro 52: Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado e de extrato seco de acerola aos 120 dias de armazenagem.

Provador	refrigerante de suco desidratado			refrigerante de extrato seco		
	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix
1	7	6	8	6	6	6
2	6	7	7	5	7	6
3	6	6	7	2	3	4
4	6	6	7	6	5	7
5	6	4	7	8	7	7
6	2	1	4	6	5	8
7	4	5	7	2	5	6
8	5	6	6			
9	5	6	7			
médias	5,2	5,2	6,7	5,0	5,4	6,3

Quadro 53: Notas atribuídas no teste de escala hedônica para os refrigerantes de suco desidratado aos 150 dias de armazenagem.

Provador	refrigerante de suco desidratado		
	10 °Brix	11 °Brix	12 °Brix
1	5	6	8
2	6	4	4
3	5	5	6
4	1	2	3
5	1	2	3
6	2	6	4
7	1	1	2
8	5	5	4
9	5	8	6
10	3	6	5
médias	3,4	4,5	4,5

3 Planilha utilizada para teste de escala hedônica

Nome: _____ Data ____/____/2002

Produto: _____ Teste: _____

Por favor, avalie as amostras e marque, na tabela, o quanto você gostou ou desgostou dos refrigerantes.

	315	179	423
Gostei extremamente			
Gostei muito			
Gostei moderadamente			
Gostei ligeiramente			
Indiferente			
Desgostei ligeiramente			
Desgostei moderadamente			
Desgostei muito			
Desgostei extremamente			

Comentários:

4 Planilha utilizada para teste triangular

Nome: _____ Data ____/____/2002

Produto: _____ Teste: _____

Por favor, prove cada amostra servida. Espere alguns segundos entre uma amostra e outra. Duas amostras são iguais e uma é diferente. Faça um círculo na amostra diferente.

219

342

178

Agora, avalie o quanto você gostou ou desgostou das amostras, atribuindo notas de 9 a 1 de acordo com a tabela abaixo:

9 = Gostei extremamente

8 = Gostei muito

7 = Gostei moderadamente

6 = Gostei ligeiramente

5 = Indiferente

4 = Desgostei ligeiramente

3 = Desgostei moderadamente

2 = Desgostei muito

1 = Desgostei extremamente

Amostras iguais – nota _____

Amostra diferente – nota _____

Comentários:

APÊNDICE 3

1 Características dos equipamentos da simulação energética e de custos

Os dados referentes a caldeira foram fornecidos pela empresa Tenge Caldeiraria (São Paulo / SP). Os dados da central de refrigeração foram fornecidos pela empresa Mebrafe (Bento Gonçalves / RS). Os dados da câmara fria foram fornecidos pelo produtor de polpas congeladas Sr. Marcelo Carbonari (Botucatu / SP). Os dados dos demais equipamentos foram fornecidos pela empresa Zegla (Bento Gonçalves / RS).

Quadro 54: Características dos equipamentos da simulação de custos

Equipamento	Quantidade	Capacidade (un.)	Preço (R\$/un.)
Filtro decolorador	1	5.000 L/h	13.402,00
Filtro polidor	1	5.000 L/h	4.868,00
Bomba centrífuga	2	2.000 L/h	3.254,00
Calha dissolvedora	1	200 sacas/h	28.310,00
Tanque XS	1	2.000 L	13.225,00
Caldeira	1		45.000,00
Central refrigeração	1	450.000 kcal/h	178.000,00
Filtro de xarope	1	1.500 L/h	14.871,00
Tanque XC	3	1.000 L	18.882,00
Carbonatador	1	3.000 L/h	49.045,00
Rinser	1	2.500 PET/h	18.676,00
Enchedora	1	1.500 PET/h	55.604,00
Roscador	1	1.500 PET/h	22.963,00
Câmara fria	1	7.000 kg	24.000,00

Quadro 55: Orçamento para manutenção preventiva dos motores

Serviço (R\$)	Motores (cv)					
	1,5	2,0	5,0	7,5	20	150
Rejuvenescimento	15,00	20,00	20,00	30,00	45,00	180,00
Revisão	25,00	36,00	36,00	60,00	90,00	360,00
Rolamentos	24,00	28,00	36,00	59,00	88,00	1226,00
Retirada/instalação	40,00	40,00	40,00	40,00	40,00	200,00
Total (R\$)	104,00	124,00	132,00	189,00	263,00	1966,00

2 Cálculos energéticos

2.1 Calor sensível aquecimento para do xarope simples

$$Q = m * c * \Delta T$$

$$Q = 3374 * 0,79 * 60 = 143.732,4 \text{ kcal}$$

$$m = 3374 \text{ kg de xarope simples}$$

$$c = \text{calor específico da solução de sacarose a } 60^\circ\text{Brix e } 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 85^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}$$

2.2 Calor a ser retirado para refrigeração do xarope simples

$$Q = 3374 * 0,79 * 60 = 143.732,4 \text{ kcal}$$

$$m = 3374 \text{ kg de xarope simples}$$

$$c = \text{calor específico da solução de sacarose a } 60^\circ\text{Brix e } 60^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 25^\circ\text{C} - 85^\circ\text{C}$$

2.3 Calor a ser retirado para refrigeração do xarope composto

$$Q = 3671 * 0,66 * 25 = 60.571,5 \text{ kcal (suco desidratado e extrato seco)}$$

$$Q = 7172 * 0,66 * 25 = 118.338,0 \text{ kcal (polpa congelada)}$$

$$m = 3671 \text{ e } 7172 \text{ kg de xarope composto}$$

$$c = \text{calor específico da solução de sacarose a } 60^\circ\text{Brix e } 20^\circ\text{C}$$

$$\Delta T = 0^\circ\text{C} - 25^\circ\text{C}$$

2.4 Calor a ser retirado para refrigeração da água

$$Q = 15121 \cdot 1 \cdot 25 = 378.175,0 \text{ kcal (suco desidratado e extrato seco)}$$

$$Q = 11620 \cdot 1 \cdot 25 = 290.500,0 \text{ kcal (polpa congelada)}$$

$$m = 15121 \text{ e } 11620 \text{ kg de água}$$

$$c = \text{calor específico da água a } 10^{\circ}\text{C}$$

$$\Delta T = 0^{\circ}\text{C} - 25^{\circ}\text{C}$$

3 Avaliação econômica

3.1 Custo das matérias-primas

3.1.1 Água

a) Preço fornecido pela SABESP de Botucatu em novembro de 2002, para consumidor industrial. Para a produção de 1 L de refrigerante são gastos 5 L de água (SENAI, 2002), sendo assim, para a produção diária de 18000 L de refrigerantes serão necessários 90000 L (90 m³) de água.

$$\text{Preço do m}^3 = \text{R\$ } 3,65$$

$$\text{Preço da água} = 3,65 \cdot \text{Quantidade diária utilizada (m}^3\text{)}$$

$$\text{Preço da água} = 3,65 \cdot 90 = \text{R\$ } 328,50$$

3.1.2 Açúcar

a) O preço do açúcar foi fornecido pela empresa Guarani (Olímpia / SP).

$$\text{R\$ } 37,50 / \text{ Saca de } 50 \text{ kg}$$

$$\text{Preço açúcar} = \frac{\text{R\$ / saca} \cdot \text{quantidade diária utilizada}}{50}$$

$$\text{Preço açúcar} = \frac{37,50 * 2024}{50} = R\$ 1518,00$$

b) Custo financeiro de estocagem do açúcar

$$J = \frac{M * t * P * T}{n}$$

$$J = \frac{2024 * 30 * 0,75 * 0,06}{264} = 10,35 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.3 Gás carbônico

a) O preço do gás carbônico foi fornecido pela empresa White Martins (São Paulo / SP).

R\$ 7,00 / kg

Preço do CO₂ = R\$ / kg*quantidade diária utilizada

Preço do CO₂ = 7,00*117 = R\$ 819,00

b) Custo financeiro de estocagem do CO₂

O custo de armazenamento do CO₂ foi calculado da mesma maneira que o custo de armazenamento do açúcar. Esta fórmula será utilizada para as demais matérias-primas.

$$J = 117 * 30 * 7,00 * 0,06 / 264 = 5,58 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.4 Suco desidratado de acerola

a) O custo do suco desidratado de acerola foi fornecido pela empresa Anidro do Brasil (Botucatu / SP).

R\$ 23,18 / kg

Preço = R\$ / kg*quantidade diária utilizada

$$\text{Preço} = 23,18 * 257,4 = \text{R\$ } 5.966,53$$

b) Custo financeiro de estocagem do suco desidratado

$$J = 257,4 * 30 * 23,18 * 0,06 / 264 = 40,68 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.5 Extrato seco de acerola

a) O custo do extrato seco de acerola foi fornecido pela empresa Anidro do Brasil (Botucatu / SP).

$$\text{R\$ } 29,53 / \text{kg}$$

$$\text{Preço} = \text{R\$} / \text{kg} * \text{quantidade diária utilizada}$$

$$\text{Preço} = 29,53 * 257,4 = \text{R\$ } 7.601,02$$

b) Custo financeiro de estocagem do extrato seco

$$J = 257,4 * 30 * 29,53 * 0,06 / 264 = 51,83 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.6 Polpa congelada de acerola

a) O custo da polpa congelada de acerola foi fornecido pelo produtor de polpas congeladas Sr. Marcelo Carbonari (Botucatu / SP).

$$\text{R\$ } 2,50 / \text{kg}$$

$$\text{Preço} = \text{R\$} / \text{kg} * \text{quantidade diária utilizada}$$

$$\text{Preço} = 2,50 * 3758,4 = \text{R\$ } 9.396,00$$

b) Custo financeiro de estocagem da polpa congelada

$$J = 3758,4 * 11 * 2,50 * 0,06 / 264 = 23,49 \text{ R\$ / dia}$$

Obs: O tempo de estocagem da polpa congelada difere das demais matérias primas, devido a capacidade de estocagem da câmara fria.

3.1.7 Aromatizante

a) O custo do aromatizante artificial de acerola foi fornecido pela empresa Duas Rodas (Jaraguá do Sul / SC).

R\$ 22,24 / kg

Preço = R\$ / kg * quantidade diária utilizada

$$\text{Preço} = 22,24 * 9 = \text{R\$ } 200,16$$

b) Custo financeiro de estocagem do aromatizante

$$J = 9 * 30 * 22,24 * 0,06 / 264 = 1,36 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.8 Acidulante

a) O custo do ácido cítrico foi fornecido pela empresa Pluryquímica (São Paulo / SP). R\$ 3,60 / saca de 25 kg

$$\text{Preço} = \frac{\text{R\$ / saca} * \text{quantidade diária utilizada}}{25}$$

$$\text{Preço} = 3,60 * 20,65 / 25 = \text{R\$ } 2,98$$

b) Custo financeiro de estocagem do acidulante

$$J = 20,65 \times 30 \times 0,144 \times 0,06 / 264 = 0,020 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.9 Corante amarelo crepúsculo

a) O custo do corante amarelo crepúsculo foi fornecido pela empresa Duas Rodas (Jaraguá do Sul / SC).

R\$ 35,43 / kg

Preço = R\$ / kg * quantidade diária utilizada

$$\text{Preço} = 35,43 \times 0,54 = \text{R\$ } 19,13$$

b) Custo financeiro de estocagem do corante amarelo

$$J = 0,54 \times 30 \times 35,43 \times 0,06 / 264 = 0,13 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.10 Corante vermelho Bordeuax

a) O custo do corante vermelho Bordeuax foi fornecido pela empresa Duas Rodas (Jaraguá do Sul / SC).

R\$ 33,84 / kg

Preço = R\$ / kg * quantidade diária utilizada

$$\text{Preço} = 33,84 \times 0,09 = \text{R\$ } 3,05$$

b) Custo financeiro de estocagem do corante vermelho

$$J = 0,09 \times 30 \times 33,84 \times 0,06 / 264 = 0,020 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.11 Conservante

a) O custo do benzoato de sódio foi fornecido pela empresa Pluryquímica (SãoPaulo / SP). R\$ 4,24 / kg

Preço = R\$ / kg*quantidade diária utilizada

Preço = R\$ 41,55

b) Custo financeiro de estocagem do conservante

$J = 9,8 * 30 * 4,24 * 0,06 / 264 = 0,28 \text{ R\$ / dia}$

3.1.12 Garrafas PET

a) O custo das garrafas PET (transparentes com capacidade de 2000 mL) foi fornecido pela empresa Alcoa (SãoPaulo / SP).

R\$ 344,00 / 1000 garrafas

$$\text{Preço} = \frac{\text{R\$} * \text{quantidade diária utilizada}}{1000}$$

Preço = R\$ 3.096,00

b) Custo financeiro de estocagem das garrafas

$J = 9000 * 30 * 0,344 * 0,06 / 264 = 21,11 \text{ R\$ / dia}$

3.1.13 Tampas plásticas

a) O custo das tampas plásticas foi fornecido pela empresa Alcoa (SãoPaulo / SP).

R\$ 28,58 / 1000 tampas

$$\text{Preço} = \frac{\text{R\$} * \text{quantidade diária utilizada}}{1000}$$

$$\text{Preço} = \text{R\$ } 257,22$$

b) Custo financeiro de estocagem das tampas plásticas

$$J = 9000 * 30 * 0,02858 * 0,06 / 264 = 1,75 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.14 Carvão ativo

a) O custo do carvão ativo foi fornecido pela empresa Bahiacarbon Agroindustrial Ltda (representante São Paulo / SP).

$$\text{R\$ } 2,00 / \text{kg}$$

$$\text{Preço} = \text{R\$} / \text{kg} * \text{quantidade diária utilizada}$$

$$\text{Preço} = 2,00 * 10,12 = \text{R\$ } 20,24$$

b) Custo financeiro de estocagem do carvão ativo

$$J = 10,12 * 30 * 2,00 * 0,06 / 264 = 0,14 \text{ R\$ / dia}$$

3.1.15 Terra diatomácea

a) O custo da terra diatomácea foi fornecido pela Cervejaria Baden Baden (Campos do Jordão / SP).

$$\text{R\$ } 5,98 / \text{kg}$$

$$\text{Preço} = \text{R\$} / \text{kg} * \text{quantidade diária utilizada}$$

$$\text{Preço} = 5,98 * 0,5 = \text{R\$ } 2,99$$

b) Custo financeiro de estocagem da terra diatomácea

$$J = 0,5 \cdot 30 \cdot 5,98 \cdot 0,06 / 264 = 0,020 \text{ R\$ / dia}$$

3.2 Custo da mão-de-obra

3.2.1 Trabalhadores assalariados

O salário mensal dos trabalhadores das indústrias de refrigerantes foi fornecido pelo Sindicato dos Trabalhadores das Indústrias de Alimentação (São Manuel / SP), sendo de R\$ 419,13.

a) Remuneração dos trabalhadores assalariados

$$R = \frac{419,13 \cdot 2}{22} = 38,10 \text{ R\$ / dia}$$

b) Cálculo do custo dos trabalhadores assalariados

Custo dos trabalhadores assalariados = remuneração diária * número de trabalhadores

$$\text{Custo dos trabalhadores assalariados} = 38,10 \cdot 7 = 266,70 \text{ R\$ / dia}$$

3.2.2 Trabalhadores braçais autônomos

A remuneração do saqueiro é de R\$ 30,00 por jornada de trabalho de 8 horas.

a) Cálculo da quantidade de dias.homem em um dia de trabalho:

$$\text{Dias.hom em} = \frac{(1012 / 50) \cdot 2}{60 \cdot 8} = 0,084$$

b) Cálculo do custo dos trabalhadores autônomos

Custo trabalhadores autônomos = dias.homem*remuneração

Custo trabalhadores autônomos = $0,084 \times 30,00 = 2,52 \text{ R\$ / dia}$

3.3 Custo dos equipamentos

O custo de cada equipamento foi calculado pela somatória dos gastos com energia elétrica, óleo combustível, manutenção, juros e depreciação.

3.3.1 Calha dissolvedora de açúcar

a) Energia elétrica

$E = 14,7 \times 0,17 \times 1 \times 0,06761 = \text{R\$ } 0,17$

b) Depreciação

$$D = \frac{28310,00 - 2831,00}{25} \times \frac{1}{264} = 3,86 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{28310,00 + 2831,00}{2} \times \frac{0,1}{264} = 5,90 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$M = 263,00 / 264 = 1,00 \text{ R\$ / dia}$

3.3.2 Tanque de xarope simples

a) Óleo combustível

O preço do óleo combustível foi fornecido pela empresa Carboroil Comércio de Derivados de Petróleo (São Paulo / SP).

$$OC = \frac{71866,2 * 2 * 0,7429}{482 * 0,9 * 13} = 18,93 \text{ R\$ / dia}$$

b) Energia elétrica (agitador do tanque)

$$E = 1,47 * 0,5 * 2 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,10$$

c) Energia elétrica (refrigeração do xarope simples)

$$E = 110,3 * 0,16 * 2 * 0,06761 = \text{R\$ } 2,39$$

Obs: Os tempos de refrigeração do xarope simples, do xarope composto e da água foram obtidos através da divisão da quantidade de calor sensível a ser retirada dos xaropes e da água (kcal) pela capacidade de refrigeração da central de refrigeração (kcal / h).

d) Depreciação

$$D = \frac{13225,00 - 1322,50}{25} * \frac{1}{264} = 1,80 \text{ R\$ / dia}$$

e) Juros

$$J = \frac{13225,00 + 1322,50}{2} * \frac{0,1}{264} = 2,75 \text{ R\$ / dia}$$

f) Manutenção

$$M = 124,00 / 264 = 0,47 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.3 Tanques de xarope composto

a) Energia elétrica (agitador do tanque)

$$E = 0,735 * 0,31 * 4 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,06$$

$$E_{(\text{polpa})} = 0,735 * 0,30 * 8 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,12$$

Obs: O tempo de agitação do xarope composto foi calculado através da divisão da quantidade de xarope em cada tanque (L) pela capacidade do carbonatador (L / h). Foi considerado que o xarope composto permanece em agitação até o momento da carbonatação.

b) Energia elétrica (refrigeração do xarope composto)

$$E = 110,3 * 0,033 * 4 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,98$$

$$E_{(\text{polpa})} = 110,3 * 0,033 * 8 * 0,06761 = \text{R\$ } 1,97$$

c) Depreciação

$$D = \frac{18882,00 - 1888,20}{25} * \frac{1}{264} = 2,57 \text{ R\$ / dia}$$

d) Juros

$$J = \frac{18882,00 + 1888,20}{2} * \frac{0,1}{264} = 3,93 \text{ R\$ / dia}$$

e) Manutenção

$$M = 104,00 / 264 = 0,39 \text{ R\$ / dia}$$

$$M = 0,39 * 3 \text{ (tanques de xarope composto)} = 1,17 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.4 Central de refrigeração

A central de refrigeração utilizada para esta simulação foi constituída de compressor, motor, condensador-evaporador, trocador de calor e separador de líquido.

a) Energia elétrica

$$E = 110,3 * 0,84 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 6,26$$

$$E_{(\text{polpa})} = 110,3 * 0,65 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 4,85$$

Obs: Neste item foram considerados os gastos de energia elétrica necessários para refrigeração da água para produção dos refrigerantes. Os gastos com refrigeração do xarope simples e composto foram considerados nos itens 3.3.2 e 3.3.3, respectivamente.

b) Depreciação

$$D = \frac{178000,00 - 17800,00}{25} * \frac{1}{264} = 24,27 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{178000,00 + 17800,00}{2} * \frac{0,1}{264} = 37,07 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 1966,00 / 264 = 7,45 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.5 Filtro para xarope

a) Energia elétrica

$$E = 5,52 * 2,25 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,84$$

b) Depreciação

$$D = \frac{14871,00 - 1487,10}{25} * \frac{1}{264} = 2,03 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{14871,00 + 1487,10}{2} * \frac{0,1}{264} = 3,10 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 189,00 / 264 = 0,72 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.6 Bomba centrífuga para água

a) Energia elétrica

$$E = 1,47 * 8,24 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,82$$

$$E_{(\text{polpa})} = 1,47 * 6,49 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,65$$

b) Depreciação

$$D = \frac{1627,00 - 162,70}{25} * \frac{1}{264} = 0,22 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{1627,00 + 162,70}{2} * \frac{0,1}{264} = 0,34 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 124 / 264 = 0,47 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.7 Bomba centrífuga para xarope

a) Energia elétrica

$$E = 1,47 * 3,53 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,35$$

$$E_{(\text{polpa})} = 1,47 * 5,28 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,52$$

b) Depreciação

$$D = \frac{1627,00 - 162,70}{25} * \frac{1}{264} = 0,22 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{1627,00 + 162,70}{2} * \frac{0,1}{264} = 0,34 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 124 / 264 = 0,47 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.8 Filtro decolorador de água

a) Energia elétrica

$$E = 3,68 * 3,29 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,82$$

$$E_{(\text{polpa})} = 3,68 * 2,59 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,64$$

b) Depreciação

$$D = \frac{13402,00 - 1340,20}{25} * \frac{1}{264} = 1,83 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{13402,00 + 1340,20}{2} * \frac{0,1}{264} = 2,79 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 132,00 / 264 = 0,50 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.9 Filtro polidor de água

a) Energia elétrica

$$E = 3,68 * 3,29 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,82$$

$$E_{(\text{polpa})} = 3,68 * 2,59 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,64$$

b) Depreciação

$$D = \frac{4868,00 - 486,80}{25} * \frac{1}{264} = 0,66 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{4868,00 + 486,80}{2} * \frac{0,1}{264} = 1,01 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 132,00 / 264 = 0,50 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.10 Carbonatador

a) Energia elétrica

$$E = 3,68 * 6,0 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 1,49$$

b) Depreciação

$$D = \frac{49045,00 - 4904,50}{25} * \frac{1}{264} = 6,69 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{49045,00 + 4904,50}{2} * \frac{0,1}{264} = 10,22 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 132,00 / 264 = 0,50 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.11 Rinser

a) Energia elétrica

$$E = 1,11 * 6,0 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,45$$

b) Depreciação

$$D = \frac{18676,00 - 1867,60}{25} * \frac{1}{264} = 2,55 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{18676,00 + 1867,60}{2} * \frac{0,1}{264} = 3,89 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 104,00 / 264 = 0,39 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.12 Enchedora

a) Energia elétrica

$$E = 1,47 * 6,0 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,60$$

b) Depreciação

$$D = \frac{55604,00 - 5560,40}{25} * \frac{1}{264} = 7,58 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{55604,00 + 5560,40}{2} * \frac{0,1}{264} = 11,58 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 124,00 / 264 = 0,47 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.13 Roscador

a) Energia elétrica

$$E = 1,47 * 6,0 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 0,60$$

b) Depreciação

$$D = \frac{22963,00 - 2296,30}{25} * \frac{1}{264} = 3,13 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{22963,00 + 2296,30}{2} * \frac{0,1}{264} = 4,78 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 124,00 / 264 = 0,47 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.14 Caldeira

a) Óleo Combustível

Os custos com o óleo combustível foram calculados no item 3.3.2.

b) Depreciação

$$D = \frac{45000,00 - 4500,00}{25} * \frac{1}{264} = 6,14 \text{ R\$ / dia}$$

c) Juros

$$J = \frac{45000,00 + 4500,00}{2} * \frac{0,1}{264} = 9,37 \text{ R\$ / dia}$$

d) Manutenção

$$M = 45000,00 * 0,05 / 264 = 8,52 \text{ R\$ / dia}$$

3.3.15 Câmara fria

a) Energia elétrica – horário de pico

$$E = 3,06 * 4,0 * 1 * 0,6774 = \text{R\$ } 8,29$$

b) Energia elétrica – horário fora de pico

$$E = 3,06 * 20,0 * 1 * 0,06761 = \text{R\$ } 4,14$$

c) Depreciação

$$D = \frac{24000,00 - 2400,00}{25} * \frac{1}{264} = 3,27 \text{ R\$ / dia}$$

d) Juros

$$J = \frac{24000,00 + 2400,00}{2} * \frac{0,1}{264} = 5,00 \text{ R\$ / dia}$$

e) Manutenção

$$M = 132,00 / 264 = 0,50 \text{ R\$ / dia}$$

3.4 Benfeitoria

3.4.1 Barracão

A benfeitoria constou de um barracão de 20 x 15 m, num total de 300 m². Os dados de preço da benfeitoria foram obtidos através da Internet no endereço: www.piniweb.com.br e, referem-se a um galpão industrial de paredes revestidas com azulejos e pisos antiderrapantes. Preço do material por m² = R\$ 330,23; preço da mão-de-obra por m² = R\$ 174,68; preço total da benfeitoria = R\$ 151473,00. A vida útil da benfeitoria foi estimada em 80 anos.

a) Depreciação

$$D = \frac{151473,00 - 15147,30}{80} * \frac{1}{264} = 6,45 \text{ R\$ / dia}$$

b) Juros

$$J = \frac{151473,00 + 15147,30}{2} * \frac{0,1}{264} = 31,55 \text{ R\$ / dia}$$

c) Manutenção

$$M = \frac{0,05 * 151473,00}{5 * 264} = 5,74 \text{ R\$ / dia}$$

3.4.2 Reservatório de água

Foi considerado um reservatório cilíndrico vertical com capacidade para 20 m³ no valor de R\$ 6200,00 (preço fornecido por Agrobbras Reservatórios – Botucatu). O dimensionamento do reservatório considerou apenas a quantidade de água no refrigerante em um dia de produção, não foi considerada a água para limpeza e higienização. O tempo de vida útil fornecido pelo fabricante foi de 30 anos.

a) Depreciação

$$D = \frac{6200,00 - 620,00}{30} * \frac{1}{264} = 0,70 \text{ R\$ / dia}$$

b) Juros

$$J = \frac{6200,00 + 620,00}{2} * \frac{0,1}{264} = 1,29 \text{ R\$ / dia}$$

c) Manutenção

O cálculo do custo da manutenção do reservatório de água foi o mesmo utilizado para o barracão.

$$M = \frac{0,05 * 6200,00}{5 * 264} = 0,24 \text{ R\$ / dia}$$