

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS

PARECER

Este exemplar corresponde à redação final da tese defendida por **Miluska Castillo Cáceres** aprovada pela Comissão Julgadora em 22 de abril de 2003.



Campinas, 24 de abril de 2003.

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

ESTUDO DO PROCESSAMENTO E AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DO “BLEND” MISTO A BASE DA POLPA DE TAMARINDO (*Tamarindus indica L.*) E SUCO DE BETERRABA (*Beta vulgaris*)

Miluska Castillo Cáceres

Prof. Dra. Hilary Castle de Menezes

Orientadora

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

Campinas, SP - Fevereiro 2003

1ª CHAMADA	T/UNICAMP
EX	
TOMBO BCI	54240
PROC.	124103
C	<input type="checkbox"/>
D	<input checked="" type="checkbox"/>
PREÇO	R\$ 11,00
DATA	02/06/03
Nº CFD	

CM00185627-6

bib id 300941

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

C618a Cáceres, Miluska Castillo
Estudo do processamento e avaliação da estabilidade do “blend” misto a base da polpa de tamarindo (*Tamarindus indica*) e suco de beterraba (*Beta vulgaris*) / Miluska Castillo
Cáceres – Campinas, SP: [s.n], 2003.

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

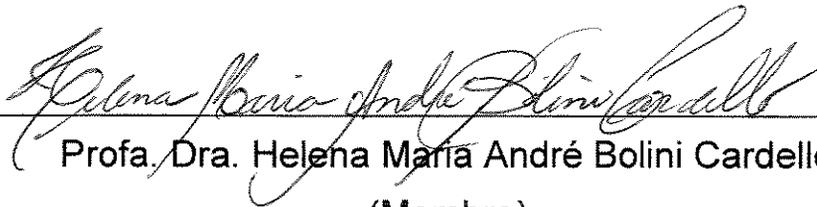
1.*Tamarindo. 2.Beterraba. 3.Blend. 4.Frutas tropicais.
I.Menezes, Hilary Castle de. II.Universidade Estadual de
Campinas.Faculdade de Engenharia de Alimentos. III.Título.

BANCA EXAMINADORA



Profa. Dra. Hilary Castle de Menezes

Orientadora



Profa. Dra. Helena Maria André Bolini Cardello

(Membro)

Dra. Roberta Belandrino Rodrigues

(Membro)



Dr. Plínio Pinto de Mendonça Uchoa Júnior

(Membro)

**À DEUS pela vida,
Por todo seu amor
e por tudo o que
fui, sou e serei.**

**À meus queridos pais
Emiliana e Freddy,
pela vida, amor, união, carinho e
constante motivação**

**À minha irmã Diana e Richard
pelo carinho, amor,
união, amizade
e apoio**

Agradecimentos

À Universidade Estadual de Campinas através da Faculdade de Engenharia de Alimentos pela oportunidade de realização deste trabalho.

À Prof^ª. Dra. Hilary Castle de Menezes pela acertada orientação, dedicação, apoio e amizade, além do carinho constante durante o desenvolvimento deste trabalho.

À Prof^ª. Dra. Helena Maria André B. Cardello pelos valiosos ensinamentos, amizade e participação neste trabalho.

À Prof^ª. Dra. Maria Izabel Rodrigues pela amizade, compreensão e colaboração para a realização deste trabalho.

Ao corpo docente do Departamento de Tecnologia de Alimentos DTA-UNICAMP pelos ensinamentos transmitidos e amizade.

Aos funcionários do DTA, em especial aos técnicos dos laboratórios: Ana Koon, Priscila Albertini, Ana Lourdes Gándara, Adalton e Alice pelo excelente trabalho técnico e colaboração.

Aos colegas e amigos do laboratório pelos bons momentos compartilhados, colaboração e amizade; á Bruna pelo companheirismo, incentivo e amizade.

À minha melhor amiga e colega de mestrado Heliane pela amizade, incentivo e compreensão dispensados durante todo este tempo.

À meus amigos que sempre estiveram presentes: Jorge, Juan José, Ernesto, Govy, Alex, pela amizade, amor, incentivo e compreensão.

À meus amigos Maria, Pascual, Karen, Percy, César, Eduardo, Silvia, Omar, Gisela, pela amizade e bons momentos compartilhados.

Ao CNPq / PEC-Pg, pela bolsa de mestrado concedida que possibilito a realização deste trabalho.

Miluska Castillo Cáceres - Estudo do processamento e avaliação da estabilidade do "blend" misto a base da polpa de tamarindo (*Tamarindus indica*) e suco de beterraba (*Beta vulgaris*).

Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos, 2003. Dissertação de Mestrado em Tecnologia de Alimentos.

Resumo

Existe dentro do setor de sucos de frutas e drinques uma importância crescente na produção de produtos diferenciados. O desenvolvimento de "blends" entre diferentes sucos e polpas é um recurso a disposição da indústria para o preparo de bebidas diferenciadas.

O objetivo deste trabalho foi desenvolver e avaliar sensorialmente um "blend" a base da polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) e suco de beterraba (*Beta vulgaris*) e ainda estudar o processo de extração da polpa de tamarindo.

Desta maneira, foram avaliados através de diversos ensaios, condições adequadas para a extração da polpa de tamarindo. Os resultados indicaram que à temperatura de 50 °C, tempo de maceração de 20 min e uma relação fruta:água de 1:1,5, foram as melhores condições para obter um produto com características físico-químicas e microbiológicas adequadas para ser utilizada como matéria-prima na formulação do "blend" tamarindo-beterraba.

Produziu-se polpa de tamarindo e suco de beterraba para formular onze diferentes misturas, para o qual foi utilizado um planejamento experimental completo do tipo fatorial 2². Estas formulações foram avaliadas sensorialmente mediante teste de aceitabilidade e intenção de compra utilizando uma escala hedônica não estruturada de nove pontos. Determinou-se que a formulação do "blend" constituída de 35% de polpa de tamarindo e 20% de suco de beterraba foi a que apresentou maior aceitação e evidenciou uma maior intenção de compra. O "blend" avaliado como próximo do ideal apresentou características físico-químicas e microbiológicas estáveis ao longo de 90 dias de estocagem a temperatura ambiente.

Palavras chaves: tamarindo, beterraba, blend, frutas tropicais.

Miluska Castillo Cáceres – Processing and stability evaluation of a juice blend based on tamarind (*Tamarindus indica L*) pulp and beetroot (*Beta vulgaris*) juice.

Food Technology Department, Faculty of Food Engineering, 2003. Masters Dissertation in Food Technology

Summary

Currently, increasing importance is being given to the production of differentiated products within the fruit juice and drinks sector. The development of different juice and pulp blends is one resource available to industry for the preparation of differentiated beverages.

The objective of this research was the development and sensory evaluation of a juice blend based on tamarind (*Tamarindus indica*) pulp and beetroot (*Beta vulgaris*) juice. A study was also carried out to determine the best processing conditions to extract the tamarind pulp.

Thus various trials were carried out for the extraction of the tamarind pulp and the results indicated that a temperature of 50°C, maceration time of 20 min. and a fruit:water ratio of 1:1.5 produced a pulp with adequate physical, chemical and microbiological characteristics to be used as a raw material for the tamarind-beetroot blend.

Tamarind pulp and beetroot juice were produced in amounts sufficient to formulate the 11 juice blends determined by the 2² complete, factorial, experimental design. These formulations were evaluated by a sensory acceptance test and buying intention using a 9 point non-structured hedonic scale. The results showed that the blend formulated with 35% tamarind pulp and 20% beetroot juice was the most accepted blend with the greatest buying intention.

This blend was shown to be microbiologically, physically and chemically stable for 90 days of storage at room temperature.

Key words: tamarind, beetroot, blend, tropical fruits.

Sumário

Agradecimentos.....	v
Resumo.....	vi
Summary.....	vii
Sumário.....	viii
Índice de Figuras.....	xi
Índice de Tabelas.....	xiv
Capítulo 1. Introdução.....	1
Capítulo 2. Revisão Bibliográfica.....	5
2.1 Tamarindo.....	5
2.1.1 Botânica.....	6
2.1.2 Floração e frutificação.....	7
2.1.3 Habitat e condições de cultivo.....	7
2.1.4 Aspectos agronômicos do cultivo.....	8
2.1.5 Pragas e doenças.....	9
2.1.6 Colheita.....	10
2.1.7 Composição do fruto.....	10
2.2 Polpa de frutas.....	12
2.2.1 Polpa de tamarindo.....	13
2.3 Beterraba.....	15
2.3.1 Botânica e cultivares.....	16
2.3.2 Clima e época de plantio.....	17
2.3.3 Propagação.....	17
2.3.4 Pragas e doenças.....	18

2.3.5	Colheita.....	20
2.3.6	Composição do fruto.....	20
2.4	Suco de beterraba.....	23
2.5	Tecnologia de “Blends”	26
2.6	Avaliação sensorial	30
Capítulo 3.	Material e Métodos	33
3.1	Material	33
3.1.1	Matérias-primas	33
3.2	Métodos	33
3.2.1	Processamento do fruto de tamarindo	33
3.2.2	Processamento do suco de beterraba	41
3.2.3	Caracterização físico-química da polpa de Tamarindo	43
3.2.4	Caracterização físico-química do suco de beterraba	43
3.2.5	Estudo da estabilidade do suco congelado de beterraba e da polpa congelada de tamarindo.....	43
3.2.6	Análises físicas e químicas	43
3.2.7	Análises microbiológicas.....	46
3.2.8	Formulação das misturas.....	47
3.2.9	Avaliação sensorial	52
Capítulo 4.	Resultados e Discussão	54
4.1	Processamento do fruto de tamarindo	54
4.1.1	Caracterização física de tamarindo.....	54
4.1.2	Ensaio para extração da polpa de tamarindo.....	54
4.1.3	Caracterização físico-química da polpa de Tamarindo.....	59
4.2	Processamento da beterraba.....	60

4.2.1	Características físico-químicas do suco de beterraba	60
4.3	Estudo da estabilidade do suco congelado de beterraba e da polpa congelada de tamarindo	61
4.4	Análises microbiológicas	63
4.5	Formulação das misturas	64
4.6	Avaliação sensorial	69
4.6.1	Intenção de compra	96
4.7	Caracterização físico-química do “blend” tamarindo-beterraba.....	97
4.8	Análise microbiológica	100
	Conclusões Gerais	101
	Referências Bibliográficas	102

Índice de Figuras

Figura 1-1 <i>Tamarindus indica</i>	1
Figura 2-1 Frutos de tamarindo.....	5
Figura 2-2 <i>Beta vulgaris</i>	15
Figura 3-1 Fluxograma de produção de polpa de tamarindo em escala de planta piloto.....	34
Figura 3-2 Despoldadeira utilizada na obtenção da polpa de tamarindo.	37
Figura 3-3 Fluxograma de produção de suco de beterraba na escala de planta piloto.....	42
Figura 3-4 Fluxograma de processamento do “blend” tamarindo-beterraba em escala piloto.	49
Figura 4-1 Gráfico da superfície de resposta para o atributo acidez sensorial no planejamento experimental de misturas do “blend” tamarindo-beterraba.	66
Figura 4-2 Gráfico da superfície de resposta para o atributo sensorial cor no planejamento experimental de misturas do “blend” tamarindo-beterraba	66
Figura 4-3 Gráfico da superfície de resposta para o atributo sensorial aroma no planejamento experimental de misturas do “blend” tamarindo-beterraba.	67
Figura 4-4 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20).	70
Figura 4-5 Percentagens de respostas referentes à aceitação de sabor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20).....	72
Figura 4-6 Percentagens de respostas referentes à aceitação de aroma para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20).....	73

Figura 4-7 Percentagens de respostas referentes à aceitação de IG para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20).....	74
Figura 4-8 Percentagens de respostas referentes à aceitação de acidez para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20).....	75
Figura 4-9 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20).....	77
Figura 4-10 Percentagens de respostas referentes à aceitação de sabor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20).....	78
Figura 4-11 Percentagens de respostas referentes à aceitação de aroma para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20).....	79
Figura 4-12 Percentagens de respostas referentes à aceitação de IG para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20).....	81
Figura 4-13 Percentagens de respostas referentes à aceitação de acidez para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20).....	82
Figura 4-14 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30).....	83
Figura 4-15 Percentagens de respostas referentes à aceitação de sabor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30).....	85

Figura 4-16 Percentagens de respostas referentes à aceitação de aroma para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30).....	86
Figura 4-17 Percentagens de respostas referentes à impressão global para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30).....	87
Figura 4-18 Percentagens de respostas referentes à aceitação de acidez para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30).....	89
Figura 4-19 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34)..	90
Figura 4-20 Percentagens de respostas referentes à aceitação de sabor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34)..	91
Figura 4-21 Percentagens de respostas referentes à aceitação de aroma para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34)..	93
Figura 4-22 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34)..	94
Figura 4-23 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34)..	95

Índice de Tabelas

Tabela 2-1 Principais constituintes do tamarindo cru em 100g do fruto	11
Tabela 2-2 Principais constituintes da beterraba em 100g de porção comestível.....	22
Tabela 2-3 Composição química e valor energético da beterraba crua in natura e do suco de beterraba (por 100 g de porção comestível).....	25
Tabela 3-1 Ensaio A da extração da polpa de tamarindo.	38
Tabela 3-2 Ensaio B da extração da polpa de tamarindo.	39
Tabela 3-3 Ensaio C da extração da polpa de tamarindo.	40
Tabela 3-4 Ensaio D da extração da polpa de tamarindo.	40
Tabela 3-5 Ensaio E da extração da polpa de tamarindo.	41
Tabela 3-6 Níveis das variáveis codificadas e não codificadas do planejamento fatorial.....	47
Tabela 3-7 Formulações elaboradas com a polpa de tamarindo e suco de beterraba.....	48
Tabela 3-8 Variáveis dependentes do planejamento experimental.....	48
Tabela 4-1 Dimensões dos frutos de tamarindo.....	54
Tabela 4-2 Ensaio A de extração da polpa de tamarindo.	55
Tabela 4-3 Resultado dos valores de absorção de tamarindo.	56
Tabela 4-4 Resultado do ensaio C de extração.	57
Tabela 4-5 Resultado do ensaio D de extração a temperatura ambiente.	58
Tabela 4-6 Resultado do ensaio E de extração.	59
Tabela 4-7 Características físico-químicos da polpa de tamarindo.....	60
Tabela 4-8 Características físico-químicas e rendimento do suco de beterraba.....	61

Tabela 4-9 Características físico-químicas e estabilidade do suco de beterraba.....	62
Tabela 4-10 Características físico-químicas e estabilidade da polpa de tamarindo.	62
Tabela 4-11 Resultados das análises microbiológicas de bolores e leveduras, contagem padrão, coliformes totais e coliformes fecais do ensaio E de extração da polpa de tamarindo.	63
Tabela 4-12 Resultados das análises microbiológicas de bolores e leveduras, contagem padrão do ensaio E de extração da polpa de tamarindo pasteurizada.....	64
Tabela 4-13 Resultados das análises físico químicas realizadas em 11 formulações.....	68
Tabela 4-14 Resultados das análises de cor realizadas nas diferentes formulações dos “blends”.....	69
Tabela 4-15 Médias de aceitação de cor e freqüência das respostas, agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 1, 2 e 3.	70
Tabela 4-16 Médias de aceitação de sabor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 1, 2 e 3.	71
Tabela 4-17 Médias de aceitação de aroma e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≤ 6 para as amostras 1, 2 e 3.	72
Tabela 4-18 Médias de aceitação de impressão global e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 1, 2 e 3.....	74
Tabela 4-19 Médias de aceitação de acidez e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≤ 6 para as amostras 1, 2 e 3.	75
Tabela 4-20 Médias de aceitação de cor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≤ 6 para as amostras 4, 5 e 6.	76
Tabela 4-21 Médias de aceitação de sabor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≤ 6 para as amostras 4, 5 e 6.	78

Tabela 4-22 Médias de aceitação de aroma e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≤ 6 para as amostras 4, 5 e 6.	79
Tabela 4-23 Médias de aceitação de impressão global e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 4, 5 e 6.	80
Tabela 4-24 Médias de aceitação de acidez e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 4, 5 e 6.	82
Tabela 4-25 Médias de aceitação de cor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.	83
Tabela 4-26 Médias de aceitação de sabor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.	84
Tabela 4-27 Médias de aceitação de aroma e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.	86
Tabela 4-28 Médias de aceitação de impressão global e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.	87
Tabela 4-29 Médias de aceitação de acidez e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.	88
Tabela 4-30 Médias de aceitação de cor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.	90
Tabela 4-31 Médias de aceitação de sabor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.	91
Tabela 4-32 Médias de aceitação de aroma e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.	92
Tabela 4-33 Médias de aceitação de impressão global e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.	94
Tabela 4-34 Médias de aceitação de acidez e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.	95
Tabela 4-35 Médias da pontuação quanto à Intenção de compra.	97

Tabela 4-36 Características físico-químicas do “blend” ideal tamarindo- beterraba.....	98
Tabela 4-37 Características físico-químicas e estabilidade do “blend” ideal tamarindo-beterraba.....	98
Tabela 4-38 Resultados das análises microbiológicas de contagem total e bolores e leveduras do “blend” ideal Tamarindo-beterraba.....	100

Capítulo 1. Introdução



Figura 1-1 *Tamarindus indica*.

O Brasil é o segundo produtor mundial de frutas (32 milhões de toneladas/ano), sendo um dos principais produtores e exportadores de várias espécies frutíferas nativas e exóticas ainda não aproveitadas em todo seu potencial (Maia, 1997).

Do volume mundial de frutas frescas anualmente comercializadas, as frutas tropicais têm uma participação bastante significativa. No biênio 1997-98, movimentaram cerca de 17 milhões de toneladas, representando quase 47% das transações de frutas frescas no mercado mundial, cuja demanda tende a crescer continuamente em função das campanhas realizadas nos países do norte, sobre as vantagens do consumo de sucos para a saúde. As frutas tropicais como abacaxi, maracujá, manga, caju, goiaba, graviola e tamarindo têm uma especial preferência na dieta dos consumidores (Clay *et al* 2000).

Entretanto em geral observa-se que as frutas tropicais têm evoluído bastante na preferência dos consumidores mais exigentes, principalmente referente às características de sabor e aroma, existindo uma tendência de crescimento no mercado nacional e internacional.

Estas espécies frutíferas são geralmente encontradas nos trópicos e na Amazônia em estado silvestre, das quais só uma pequena parte é explorada. Dentre delas destaca o tamarindo, encontrado na região do Caribe, América Central e no norte da América do Sul. Trata-se de uma vagem linear e comprida, de cor marrom, dura e quebradiça que contem no seu interior varias sementes cobertas por uma polpa fibrosa de gosto agridoce e cor marrom escura. A polpa do tamarindo constitui a metade do peso da vagem, sendo comum a sua utilização, em diversos paises, na industria de sucos, geléias, doces e diversos alimentos.

Na área de tecnologia de frutas e hortaliças pesquisas recentes têm-se direcionado ao aproveitamento de produtos agrícolas não tradicionais ou mesmo ao aproveitamento dos já comumente conhecidos, mas sob outras formas como, por exemplo, as hortaliças em “blends” de sucos ou néctar misto de frutas e hortaliças.

Outro aspecto da presente pesquisa visa obter produtos diferenciados (“blends”) aproveitando para este fim os corantes naturais das hortaliças, neste caso especifico, a beterraba (*Beta vulgaris*) que é uma raiz bastante consumida no Brasil. Esta raiz possui formato esférico e tem uma coloração que varia do vermelho-escuro ao violeta. Sua maior oferta no mercado, se dá no mês de novembro, durante o qual tem a melhor qualidade e bons preços, embora seja facilmente encontrada durante o ano todo (Sao Paulo, 1993).

A busca de uma alimentação mais saudável e a conscientização do consumidor da importância de uma dieta a base de frutas, devido ao seu valor nutricional e grande variedade de aromas e sabores de frutas tropicais junto com a tendência cada vez maior de se consumir alimentos

industrializados com características sensoriais muito próximas do alimento in natura; tem contribuído para o aumento do consumo de polpas de frutas tropicais, sucos e bebidas a base de frutas.

O mercado de sucos prontos para beber se encontra em franca expansão no país, movimentando cerca de R\$ 360 milhões por ano. Em 2001 a produção chegou a 120 milhões de litros, volume 48% superior aos 81 milhões de 2000 e 79% acima dos 69 milhões de litros registrados em 1999 (Álvares, 2002).

Nos últimos tempos, a indústria de sucos de frutas tem se caracterizado pela diversificação de produtos e pelo alto nível tecnológico demandado para elaboração dos mesmos. Neste segmento, encontram-se os sucos integrais, os clarificados, os sucos concentrados, os néctares, os “blends” e os sucos naturais desidratados, processados a partir de diferentes frutas.

Dentro da indústria de bebidas o setor de suco de frutas e drinques utilizando suco de frutas possui uma demanda crescente no mercado. Em consonância com a alimentação saudável, tendência registrada em todo o mundo, existe uma outra relacionada com a importância crescente na produção de produtos diferenciados.

A chave para se conquistar este crescente mercado reside na disponibilidade do produto, na imagem natural e na possibilidade de oferecer aos consumidores uma ampla variedade de diferentes produtos para sua escolha (Veeneman, 1999).

Os sucos de frutas tropicais são atualmente os mais procurados pelo consumidor, que relaciona sucos de frutas tropicais á qualidade. Existindo também uma certa mística sobre o gosto exótico destas frutas, além do apelo por produtos nutritivos, refrescantes, gostosos e saudáveis (Korgo, 1996).

Com a finalidade de proporcionar aos consumidores este tipo de produto diferenciado e nutritivo foi utilizada a tecnologia de “blends”,

empregada para desenvolvimento de novos produtos a partir do fruto de tamarindo e beterraba.

Os “blends” são produtos constituídos por misturas de sucos, tendo como objetivo, melhorar as características sensoriais dos componentes isolados (Quinteros, 1995).

Alguns “blends”, cuja estabilidade e preferência pelo consumidor já foram testados, envolvem na maioria somente misturas de sucos de frutas. Na área de “blends”, as formulações envolvendo sucos de hortaliças juntamente com sucos de frutas foram pouco testadas, as quais poderiam resultar em produtos com boa qualidade sensorial e nutricional (Quinteros, 1995).

O presente trabalho teve como objetivo principal estudar conjuntamente o fruto de tamarindo e a beterraba que, como muitas frutas e hortaliças, se destacam na dieta humana por suas características nutricionais e desenvolver novos produtos baseados na tecnologia de “blends” para a obtenção de uma bebida pronta para consumo, com boa qualidade sensorial e que mantenha as características nutricionais do alimento in natura.

Capítulo 2. Revisão Bibliográfica

2.1 *Tamarindo*

O Brasil possui uma das maiores áreas agricultáveis dentre todos os países do mundo e uma variedade de solos e climas que o tornam apto a explorar praticamente todas as espécies de cultura com alguma importância econômica. Dentre estas, as frutas de clima tropical tem mercado garantido e alto valor comercial, principalmente nos países de maior importância econômica do hemisfério norte (Queiroz, 1998). Inclui-se dentro deste grupo de frutos o tamarindo (Figura 2.1).

O tamarindo, que tem nome científico de *Tamarindus indica* L. (Cesalpiniaceae), é um fruto tropical, pertencente à família das Leguminosas. Este fruto encontra-se mais distribuído no leste da Índia e nas ilhas do Pacífico e também em outros países da América Central e no nordeste do Brasil. O nome tamarindo deriva do árabe tamar-ul-Hind que significa "Tâmara da Índia" (Morton, 2001).

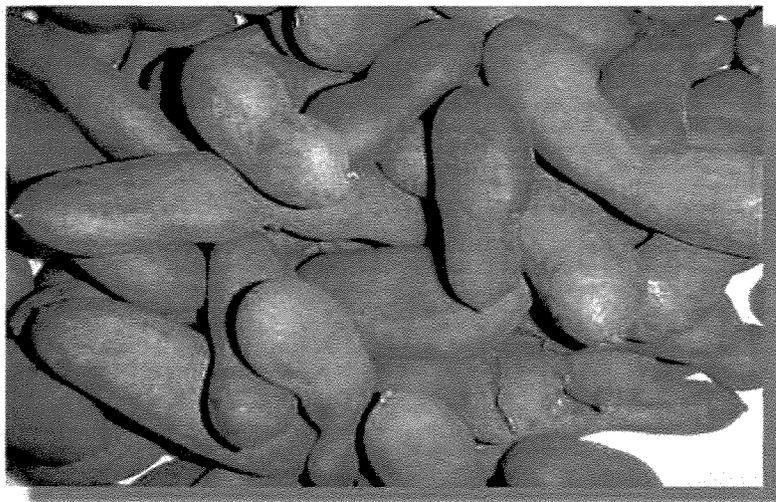


Figura 2-1 Frutos de tamarindo

O tamarindo, originário das savanas secas da África tropical, de onde foi levado para Índia, país que o produz extensivamente e exporta seus produtos para a Europa e EUA (SEAGRI, 2001). Este fruto também é cultivado na

América, Ásia e em outros países tropicais onde com freqüência se produz de maneira silvestre. É também e tem-se cultivado e disseminado ao longo das Antilhas e desde o México até o Brasil, onde foi introduzido pelos portugueses no início do século XVII.

2.1.1 Botânica

A planta do tamarindo (*Tamarindus indica* L), é uma árvore frutífera e bastante decorativa de 25 metros de altura, alcançando em alguns casos 30 metros, podendo alcançar até 1 metro de diâmetro. Seu tronco divide-se em numerosos ramos curvados formando uma copa densa e ornamental; as folhas são pecioladas de 5,0 a 15 cm de comprimento e 0,3 a 2,5 cm de largura, provida de uma nervura central com 10 a 20 pares de nervuras laterais. As folhas têm coloração verde pálido de 2 a 8 mm de diâmetro e são compostas e sensitivas (fecham por ação do frio).

Apresenta flores hermafroditas amarelas ou levemente avermelhadas com estrias rosadas ou roxas, que se reúnem em pequenos cachos axilares.

O fruto de tamarindo ou tamarindo é uma vagem sub-carnosa, indeiscente e alongada com 5 a 15 cm de comprimento e está formado por uma camada externa chamada epicarpo ou casca, de coloração pardo-escura lenhosa e quebradiça quando totalmente maduros. Outra capa média chamada mesocarpo é provida de polpa combinada com fibras e uma camada interna cobrindo as sementes. Esta vagem tem uma ou mais constrições entre as sementes, as quais estão envolvidas por uma polpa parda e ácida (Cavalcante, 1991).

As sementes encontram-se em numero de 1 a 8, sendo compridas lateralmente, lisas e de coloração marrom escuro, apresentando 1 cm de comprimento e unidas entre si.

2.1.2 Floração e frutificação

A floração da árvore de tamarindo começa em sincronia com os novos brotos foliares o qual ocorre na maior parte das áreas durante a primavera e o verão (Parrotta, 1990).

A árvore do tamarindo apresenta dois períodos de floração: um durante os meses de março e abril e outro durante outubro (Parrotta, 1990). As flores aparecem em agrupações pequenas, ralas e vistosas, de cor amarela pálida com uma parte central de coloração rosa, medindo 2,5 cm de diâmetro, possuindo três estames e três pétalas de tamanho desigual com tonalidades amarelas, vermelhas e laranjas. A produção dos frutos de tamarindo inicia-se entre os quatro e seis anos de idade (por semente) e a produção de vagens estabiliza-se aos 15 anos.

Os rendimentos de fruta anuais em média estão na ordem de 100 a 200 kg. por árvore ou 12 a 16 toneladas por hectare; resultando em 40 a 250 kg de polpa comestível. A produção é cíclica com colheitas abundantes a cada três anos.

2.1.3 Habitat e condições de cultivo

O tamarindo é nativo das savanas secas da África tropical desde o Sudão, Etiópia, Kenya, Senegal e Tanzânia. Esta árvore foi introduzida no Egito, médio oriente e Ásia pelos comerciantes árabes em tempos antigos e ao trópico do novo mundo em tempos mais recentes, provavelmente durante os primeiros anos do comercio de escravos procedentes da África (Parrotta, 1990). Hoje em dia é cultivado em regiões com clima quente e semi-seco embora possa prosperar em climas tropicais úmidas ou áridos. O tamarindo adapta-se a regiões que possuem estações secas de larga duração, porém em regiões tropicais úmidas com precipitação continua, as árvores tendem a crescer de maneira pobre e geralmente não produzem frutos. A temperatura média anual deve estar em 25°C e as precipitações pluviais anuais variam entre 800 e 1500mm/ano.

Em seu habitat silvestre o tamarindo cresce em solos com boa drenagem, de textura areio argilosa e pH de 5,5 a 6,5; podendo desenvolver-se em solos ligeiramente ácidos e relativamente escassos de nutrientes, sendo recomendado evitar solos pedregosos; requer também uma boa intensidade de luz e é sensível ao frio.

O tamarindo aparece nas margens dos rios e pequenas lagoas. Alguns estudos reportam que o tamarindo se estabelece de forma natural em áreas com solos que foram salinizados recentemente. Na África existe no de tamarindo crescendo desde perto do nível do mar até uma altitude de 1500m.

2.1.4 Aspectos agronômicos do cultivo

A propagação do tamarindo é realizada por sementes, liberadas das vagens caídas e tratadas. Entre os tratamentos recomendados as sementes devem ser colocadas num banho com água fria ou morna por um período de 24 a 48 horas. As sementes germinam de 5 a 10 dias depois da sementeira e a taxa de germinação varia entre 30 e 70%.

As plantas produzem rapidamente uma raiz única e comprida, as quais podem alcançar 30 cm de comprimento após dois meses de germinação. O crescimento inicial é favorecido por um solo poroso e sombra ligeira. No crescimento, as plantas são tolerantes a rega com água alcalina e com baixas concentrações de carbonato e bicarbonato de cálcio. As plantas podem ser obtidas através de sementeira direta ao longo das linhas taladas ou por intermédio do transplante de plantas em recipientes de 4 a 6 meses depois da sementeira; os transplantes devem ser realizados durante a temporada de chuvas em regiões com temporadas majoritariamente secas. O transplante das plantas maiores é mais difícil, sendo recomendado transplantar na forma de plântulas recortadas com os talhos podados a um tamanho de 5cm e as raízes podadas entre 20 e 25 cm., respectivamente (Parrotta, 1990).

A primeira etapa do crescimento de tamarindo requer boa rega e fertilização apropriada para se estabelecer e, uma vez estabelecida, a árvore madura sobrevive sem irrigação complementar. Embora o tamarindo requer de

cuidados nas primeiras etapas, é uma árvore frutífera que prospera com um mínimo de cuidados:

- **Mudas:** As mudas são formadas a partir de sementes que são lançadas ao solo a 2-3 cm de profundidade em linhas de 15 cm e com 10cm de altura; as mudas vigorosas são transportadas para sacos de polietileno de 18cm x 30cm. Alcançando 25cm de altura a muda estará apta ao transplante.
- **Espaçamentos e covas:** Os espaçamentos de 10m x 10m (100 plantas por hectare), 12m x 12m (69 plantas por hectare) ou 10m x 8m (125 plantas por hectare) são comuns. As covas podem ter dimensões de 50 cm x 50 cm x 50 cm ou 60 cm x 60 cm x 60 cm. Na adubação básica deve-se lançar no fundo da cova 500 gramas de calcário dolomítico, cobrir levemente com terra; misturar, à terra de separada, 15 litros de esterco de curral bem curtido + 500 gramas de superfosfato simples, mais 120 gramas de cloreto de potássio e lançar na cova 30 dias antes do plantio.
- **Plantio:** deve ser feito no início do período chuvoso e em dias nublados; irrigar a cova com 15 litros de água e proteger o solo em torno da muda com palha ou capim seco sem sementes. Deixar o colo da muda ligeiramente acima da superfície do solo.

2.1.5 Pragas e doenças

As principais pragas reportadas na Índia estão relacionadas com insetos coccídeos, entre os quais estão: *Aonidiella orientalis*, *Aspidiotus destructor sign*, *Saissetia oleae*, *Nipaecoccus viridis* e *Planococcus lilacinus* e o barrenador *Pachymerus gonagra* (Chaturvedi, 1986).

Entre outras pragas reportadas na região do Caribe e América encontra-se:

- **Mosca-da-Madeira:** O adulto é uma mosca escura, com asas amarelo-escuras, com 31-35 mm de comprimento. A fêmea põe ovos

na casca da árvore de onde saem lagartas que perfuram o caule, abrem galerias e penetram até o lenho.

Controle: obstrução dos orifícios com tampões de madeira, injeção de *Paratim* metálico no orifício e caiação do tronco com calda de 3 kg de cal + 3 kg de enxofre em 100 litros de água.

- **Broca-das-Sementes:** O adulto é um besourinho escuro com 2 mm de comprimento e que perfura a casca do fruto, destrói a polpa e põe ovos nas sementes; as lagartas destroem as sementes.

Controle: pulverizar os frutos ainda verdes com produtos à base de endossulfam ou triclorfom.

- **Colebroca:** O adulto é um besouro com 20 mm de comprimento, cor castanho-clara e antenas longas. A forma jovem é uma lagarta branca e sem patas, que bloqueia o tronco e ramos, abrindo galerias.
Controle: poda e queima das partes atacadas e pulverizações preventivas de tronco e ramos com *eldosulfam*.

2.1.6 Colheita

A planta entra em produção entre 4-6 anos pós-plantio e pode produzir ao longo de 200 anos. Após alcançar a maturação o fruto pode permanecer na árvore por várias semanas.

O ponto de maturação é reconhecido quando a casca do fruto torna-se quebradiça partindo-se facilmente à pressão dos dedos; deve-se colher o fruto amadurecido na planta.

Cada tamarindeiro adulto pode produzir de 150 a 250 kg de frutos por ano (12 a 16 toneladas por hectare).

2.1.7 Composição do fruto

Os principais constituintes do tamarindo cru, presentes em 100 g de fruta, encontram-se na Tabela 2-1.

Tabela 2-1 Principais constituintes do tamarindo cru em 100g do fruto ¹.

Nutrientes	Unidade	Valor por 100 g
Relacionados		
Água	g	31
Calorias	kcal	239
Proteínas	g	3
Lipídios totais (gordura)	g	1
Carboidratos, por diferença.	g	63
Fibra total dietética	g	5
Cinzas	g	3
Minerais		
Cálcio, Ca	mg	74
Ferro, Fé	mg	3
Magnésio, Mg	mg	92
Fósforo, P	mg	113
Potássio, K	mg	628
Sódio, Na	mg	28
Zinco, Zn	mg	0
Cobre, Cu	mg	0
Manganês, Mn	mg	0
Selênio, Se	mcg	1
Vitaminas		
Tiamina	mg	0
Riboflavina	mg	0
Niacina	mg	2
Ácido pantotênico	mg	0
Vitamina B6	mg	0
Folato total	mcg	14
Vitamina B12	mcg	0
Lípidos		
Ácidos graxos, total saturados	g	0

¹ Fonte: USDA Nutrient Database for Standard Reference (2001).

De acordo com Shankaracharya (1998), o tamarindo é o mais azedo de todos os frutos e contém um ácido incomum que é o ácido tartárico; cuja origem metabólica ainda é desconhecida. O FDA (*Food and Drug Administration*) tem atestado o ácido tartárico presente no tamarindo, sob a forma de tartarato ácido de potássio, como uma substância alimentar GRAS (*Generally Recommended as Safe*) ou seja é uma substância reconhecida como segura mediante testes e procedimentos científicos, sendo pouco absorvido pelo intestino e totalmente eliminado pela urina.

Duke, citado por Shankaracharya (1998), analisando a porção comestível do tamarindo antes da colheita, encontraram valores de 63,3 – 68,6% de umidade, 8,4 – 12,4% de ácido tartárico, 23 - 30% de açúcares totais e pH 3.15. Por o fruto apresentar alto teor de umidade é necessário deixar amadurecer o fruto na árvore e desta forma se reduz o conteúdo de umidade.

Atualmente são escassos os trabalhos que tratam do tamarindo como fruto e também sobre seu processamento, principalmente no que refere a polpa extraída do tamarindo. A polpa seca apresenta teores de umidade de 15 - 30%, ácido tartárico de 8 - 18% e açúcares redutores de 25 - 45%, contendo aproximadamente 600 mg de taninos por 100 g, proteína crua de 3%; rica em minerais como cálcio, potássio e fósforo (Shankaracharya, 1998).

2.2 Polpa de frutas

Segundo a Agência Nacional de Vigilância Sanitária a polpa de fruta é o produto obtido por esmagamento das partes comestíveis de frutas carnosas por processos tecnológicos adequados. O tipo de fruta bem como suas características varietais, maturidade, variação natural, clima e práticas de cultura influenciam a composição da polpa, assim como seu processamento.

O produto deve ser preparado com frutas sãs, limpas e isentas de parasitas e de detritos animais ou vegetais. Não deve conter fragmentos das partes não comestíveis da fruta, nem substâncias estranhas à sua composição normal. As polpas devem apresentar um aspecto de pasta mole, cor própria em relação ao fruto, aroma próprio e sabor próprio.

O mercado de polpas de fruta para exportação participou com somente 2% no total exportado pelo complexo de fruticultura nos anos 90, mas atingiram 3% em 1999 (Faveret *et al*, 2000).

O potencial de crescimento das exportações de polpas depende de sua capacidade de abrir e manter mercados para o fornecimento de matérias-primas para uma multiplicidade de segmentos da indústria alimentícia, tais como sorvetes, doces, produtos lácteos, biscoitos, bem como para o segmento de sucos e bebidas que as utilizem como insumo para misturas ou diluição.

As exportações de polpas e sucos brasileiros são extremamente concentradas, com 10 países realizando 91% das compras totais. Apesar disso, deve-se ressaltar que o destino das exportações de polpas e sucos é mais disperso do que a maioria dos demais produtos agroindustriais exportados pelo Brasil, pois mais da metade desses produtos tem concentrado suas vendas de 90% em valos, em menos de nove países (Faveret *et al*, 2000).

2.2.1 Polpa de tamarindo

A polpa do fruto de Tamarindo que contém em torno da metade do peso da vagem e tem um sabor agridoce, contém entre 30 ao 40 % de açúcares da base em peso a ácidos orgânicos tais como acético, tartárico, vitaminas e minerais. A polpa é utilizada freqüentemente na dieta alimentar no sul da Índia (Parrota,1990).

Segundo Morton (2001), a polpa é considerada um recurso promissor de ácido tartárico, álcool e pectina. A polpa também mostra ser rica em cálcio, fósforo, ferro, tiamina, riboflavina, e apresenta-se como uma boa fonte de niacina.

A mudança da cor da polpa de tamarindo de marrom ou amarelo para o preto durante o armazenamento é um fenômeno trivial de escurecimento enzimático e causa problemas de aceitação sensorial para o produto. Para impedir a mudança da cor da polpa de tamarindo diversos tratamentos foram pesquisados, optando pelo armazenamento da polpa em recipientes

transparentes a 0 °C e adição de cloruro de sódio a 10% com resultados satisfatórios, impedindo a mudança de cor da polpa de tamarindo (Feungchan, 1996).

Os componentes voláteis da polpa de tamarindo foram obtidos por extração fluida supercrítica e analisados por CG (Cromatografia gasosa). A análise mostrou um total de 16 compostos considerados para 97.5% do extrato, e o principal componente foi Aromadendrene correspondente a 90% dos constituintes do sabor (Sangrero, 1994).

Os componentes de sabor não voláteis na polpa do tamarindo foram identificados e analisados usando CLAE (Cromatografia Líquida de Alta Eficiência) e os principais componentes encontrados foram a glicose (37.5%), frutose (18.4%) e a alanina (14.2%) (Khurana, 1989).

A polpa de tamarindo não pode ser separada da fruta utilizando unicamente meios mecânicos. A maceração é uma etapa imprescindível para uma completa extração. A relação 1:2 de fruta para água produz um elevado rendimento de sólidos solúveis e totais. As polpas obtidas nesta diluição tiveram aproximadamente 13,2° Brix com um excelente sabor de fruta (Benero, citado por Shankaracharya, 1998).

O processo de manufatura do suco de tamarindo concentrado implica na extração da polpa limpa com água em ebulição onde, um extrato diluído obtido de uma batelada anterior é utilizado para extração de lotes da polpa de uma batelada nova de frutas. O extrato é separado da polpa, usando peneiras adequadas e concentrado a vácuo num evaporador de circulação forçada. Quando a concentração de sólidos solúveis alcança 68%, o material então é removido e diretamente enlatado ou engarrafado e depois resfriado (Lewis, citado por Shankaracharya, 1998).

Manjunath (1991), preparou um suco de tamarindo por extração da polpa com água fervente que continha 65 – 70% de sólidos solúveis, 13% de ácido tartárico total, 50% de açúcares invertidos, 2% de proteínas, 2% de pectina e 30% de umidade.

Bebidas de tamarindo com 9-12% de concentração da polpa e 21,5 °Brix e “blends” de tamarindo com suco de soursop com concentração de 10-14% de polpa e 15 °Brix e também 17 °Brix, foram desenvolvidos (Benero, citado por Shankaracharya, 1998). Estas bebidas foram pasteurizadas a 85 - 90 °c, enlatadas e armazenadas a 10 °c. As bebidas enlatadas foram avaliadas após um ano e os “blends” após 10 meses. No resultado obtido os “blends” de 17 °Brix apresentaram maior preferência em termos de aceitabilidade (Benero, citado por Shankaracharya, 1998).

2.3 *Beterraba*

A beterraba (*beta vulgaris*) é uma planta bi-anual pertencente à família quenopodiácea, sendo conhecida na maioria dos países da Europa, da América do Norte e da Ásia. O cultivo da beterraba é altamente econômico e o nível técnico da cultura é bastante avançado, principalmente o das variedades forrageiras e açucareiras.



Figura 2-2 *Beta vulgaris*

No Brasil, o cultivo de beterraba é exclusivamente das variedades de mesa a escala de produção comercial, sendo pequena quando comparada com as outras hortaliças mais tradicionais, tais como batata, tomate, repolho, cenoura, cebola, alho etc. Vem-se observando, contudo, nos últimos dez anos,

crescentes aumentos da demanda dessa hortaliça, para consumo "in natura" e também para as indústrias de conservas e alimentos infantis.

2.3.1 Botânica e cultivares

A beterraba é uma planta cuja parte comestível é a sua raiz tuberosa. A raiz possui uma coloração típica vermelho-escura, devido ao pigmento betanina, coloração que também ocorre nas nervuras e no pecíolo das folhas.

A planta é bi-anual e exige um período de frio para a floração, sendo que, na fase vegetativa, ela desenvolve folhas alongadas, distribuídas ao redor de um caule diminuto e de uma raiz tuberosa bem destacada. Na floração sob baixas temperaturas há emissão de uma haste floral com 60-100 cm, com flores em inflorescência do tipo espiga ramificada, aglomeradas em grupos de 2-5. Produzem glomérulos (aglomerados de frutos), com consistência corticosa, medindo 4 mm de diâmetro, que são as chamadas "sementes", e são utilizadas na propagação.

O sistema radicular é do tipo pivotante, podendo a raiz principal alcançar 60 cm de profundidade ou até mais, com poucas ramificações laterais. A raiz tuberosa tem formato quase esférico, possui sabor acentuadamente doce e se desenvolve quase à superfície do terreno, nos cultivares produzidas entre nós.

Os cultivares de mesa produzidas no Brasil são de origem americana, sendo as sementes importadas dos EUA. Entre algumas variedades temos a *Asgrow Wonder*, caracterizada por sua extrema precocidade, produzindo mais cedo do que as demais variedades. Produz raízes tuberosas de formato globular, quando novas, evoluindo para um formato ligeiramente alongado posteriormente. São de grande uniformidade e tamanho médio. A coloração vermelha é intensa, externa e internamente, sendo a polpa delicada, tenra e de excelente sabor, com ótima qualidade para mesa. A planta apresenta folhas eretas, alongadas, de tamanho uniforme e coloração verde-escura.

O cultivar *Early Wonder* ou *Wonder Precoce* produz raízes globulares, ou ligeiramente cônicas, com coloração externa vermelha, internamente a

coloração é mais escura, com anéis concêntricos mais claros. As folhas são eretas de cor verde-escura.

O cultivar *Detroit Dark Red* é considerada um padrão de qualidade para a indústria, nos EUA, também sendo popular para a comercialização nos mercados. Suas raízes tuberosas são de formato típico globular-alongado, uniforme, liso e de coloração vermelha intenso e internamente, sem a presença de círculos mais claros.

2.3.2 Clima e época de plantio

A beterraba é típica de climas temperados, produzindo bem sob temperaturas amenas ou frias, com melhor desenvolvimento entre 10-20 °C e apresenta boa resistência ao frio intenso, inclusive a geadas leves.

Na maioria das localidades produtoras semeia-se de abril a junho, especialmente em altitudes inferiores a 400 m. Em localidades acima de 800 m semeia-se de fevereiro a julho. Em certas localidades serranas, de elevada altitude, pode-se semear durante o ano todo, inclusive durante o verão (verão de temperaturas amenas).

2.3.3 Propagação

Ao contrário do que ocorre com outras hortaliças tuberosas que são intolerantes ao transplante, a beterraba é uma notável exceção: adapta-se muito bem à propagação por mudas. Os melhores produtores fazem a semeadura em sementeiras, da maneira usual para outras hortaliças. Semeia-se em sulcos transversais, distanciados de 15 cm, com 15-25 mm de profundidade já que as sementes são relativamente grandes. Transplantam-se as mudas com cerca de 15 cm e 6 folhas definitivas, 20-30 dias após a semeadura. Procura-se evitar danos à raiz principal, ao se retirar a muda, pois isso acarretará deformação na raiz tuberosa. É importante que após o transplante as mudas fiquem à mesma profundidade, em relação a que estavam, na sementeira.

Em qualquer um dos métodos de propagação, o espaçamento definitivo deve ser de 25-30 x 10-15 cm. Geralmente o espaçamento mais estreito aumenta a incidência de beterrabas pequenas, de menor valor comercial. Por outro lado, espaçamentos maiores diminuem a produtividade, não se justificando.

No plantio por mudas utilizam-se sulcos longitudinais, em número de 2-3, em canteiros estreitos, muitas vezes irrigado por infiltração. Para a aspersão são utilizados canteiros mais largos, com maior número de fileiras longitudinais. Em pequenas culturas irrigadas utilizam-se sulcos transversais, tanto na semeadura direta como no transplante, o que facilita alguns tratamentos culturais.

2.3.4 Pragas e doenças

As principais pragas e doenças da beterraba são as seguintes:

- **Tombamento de sementeira.** O Tombamento de sementeira, enfermidade encontrada na cultura da beterraba, tem sido importante em razão da tradição de semeio direto do glomérulo. Caracteriza-se pela decomposição dos tecidos das plantas, principalmente na região do coleto, estendendo-se nos dois sentidos, tanto em direção à parte aérea, como em direção à ponta da raiz. Fungos dos gêneros *Pythium* e *Rhizoctonia* são os agentes que ocasionam esta enfermidade.
- **Mancha de Cercospora – *Cercospora beticola* Sacc.** Esta é provavelmente a enfermidade fúngica mais séria da cultura da beterraba. O fungo ataca as plantas adultas, decorrendo daí o surgimento de manchas necróticas, inicialmente pequenas, rodeada de uma pigmentação arroxeada na face superior da folha. Em seu reverso, as manchas apresentam uma coloração acinzentada relacionada com a estrutura reproduzida pelo fungo. Em grande número, as lesões coalescem ocasionando o crestamento da folha. O fungo sobrevive em semente e restos de folhas afetadas deixadas no

campo. Utiliza-se também cultivares menos susceptíveis como *Agrow Wonder*, *Tall Top* *Early Wonder*

- **Mancha de Phoma- *Phoma betae* Frank.** O agente causal desta enfermidade é freqüentemente relatado como um patogênico fraco que ataca as folhas velhas, causando manchas de 10 a 12 mm de diâmetro, nas quais podem ser observadas pontuações negras correspondentes às estruturas reprodutivas do fungo *Phoma betae* Frank.
- **Podridão de raízes – *Rhizoctonia solani* Kuhn.** Encontram-se referências de *Rhizoctonia solani* Kuhn infectando raízes tuberosas de beterraba, em associação com a bactéria *Streptomyces scabies*, que causa lesões com odor fétido, depreciando o produto para o mercado.
- **Mancha Bacteriana da Folha da Beterraba.** A mancha bacteriana da folha da beterraba hortícola é causada por *Xanthomonas campestris* pv. *Betae*. Os sintomas da doença aparecem como pequenas lesões de aspecto encharcado nos limbos das folhas que, ao se desenvolverem, adquirem contorno arredondado e anéis concêntricos.
- **Murcha bacteriana.** A murcha bacteriana causada por *Pseudomonas solanacearum* apresenta os seguintes sintomas: murcha acentuada dos folíolos mais velhos, seguido da murcha dos ponteiros; amarelecimento, nanismo e produção de raízes adventícias são outros sintomas comuns.
- **Podridão Mole e Necrose Vascular.** A podridão mole é causada por *Erwinia carotovora*. Os primeiros sintomas surgem nas folhas e hastes mais espessas e tenras e nos órgãos de reserva como pequenas lesões encharcadas que aumentam de tamanho e causam maceração do tecido afetado, ocorrendo amarelamento nas folhas e

coloração verde-escuras das hastes e pecíolos. Internamente ocorre o escurecimento do sistema vascular.

- **Nematóides.** Nematóides do gênero *Meloydogine* são os mais prejudiciais à cultura da beterraba *olericola*. Os sintomas mais comuns são as galhas radiculares refletindo na parte aérea da planta o enfezamento e clorose. O controle é feito pela rotação da cultura e pela eliminação de plantas daninhas hospedeiras.
- **Pragas.** As quenopodiáceas são atacadas por insetos mastigadores e sugadores, controláveis por pulverizações com inseticidas de ação de contato ou sistêmicos, respectivamente.

2.3.5 Colheita

Na semeadura direta, em canteiros definitivos, a colheita se inicia aos 60-70 dias. Já o transplante prolonga, perceptivelmente, o ciclo cultural alongando-o por mais 20-30 dias se bem que, eleva a produtividade e a qualidade do produto. No centro-sul a cotação mais alta é para beterrabas com 8-10 cm de diâmetro transversal e 6-7 cm, longitudinalmente, pesando cerca de 300 g (isso em mercados exigentes). O tipo preferido apresenta coloração púrpura uniforme e intensa, externa e internamente, e formato globular ou globular-achatado. As plantas inteiras ou apenas as raízes tuberosas conservam-se bem quando estocadas a 0 °C e umidade relativa de 95%. Em tais condições conservam-se durante 10-15 dias. Já temperaturas mais altas diminuem o período de conservação e afetam a qualidade do produto (Costa *et al*, 2000).

2.3.6 Composição do fruto

Os principais constituintes da beterraba, presentes em 100g de beterraba crua encontram-se na Tabela 2-1.

A beterraba é uma boa fonte de matéria-prima para coquetéis de frutas e hortaliças devido a sua cor intensa e seus nutrientes, sais minerais e fibras.

Segundo dados estatísticos, é efetiva na prevenção de doenças e na melhora da resistência do organismo humano a várias doenças (Zetelaki, 1986).

Os pigmentos da beterraba (*betaínas*) são amplamente utilizados na indústria de alimentos como corantes naturais (Pasch & Elbe, 1977).

As betaínas bem como os flavonóides são pigmentos encontrados exclusivamente em plantas e se assemelham em aparência e comportamento às antocianinas. Estes pigmentos são principalmente encontrados em uma ordem de vegetais, a *Centrospermae*, a qual pertencem à beterraba e de onde são extraídas facilmente com água. Na beterraba é encontrado um pigmento principal, que constitui de 75 a 95% dos pigmentos totais, que é uma betacianina, denominada betanína (Bobbio e Bobbio, 1995).

Tabela 2-2 Principais constituintes da beterraba em 100g de porção comestível.²

Nutrientes	Unidade	Valor por 100 g
Relacionados		
Água	g	88
Calorias	kcal	43
Proteínas	g	2
Lípidos totais (gordura)	g	0
Carboidratos, por diferença	g	10
Fibra total dietética	g	3
Cinzas	g	1
Minerais		
Cálcio, Ca	mg	16
Ferro, Fé	mg	1
Magnésio, Mg	mg	23
Fósforo, P	mg	40
Potássio, K	mg	325
Sódio, Na	mg	78
Zinco, Zn	mg	0
Cobre, Cu	mg	0
Manganês, Mn	mg	0
Selênio, Se	mcg	1
Vitaminas		
Tiamina	mg	0
Riboflavina	mg	0
Niacina	mg	0
Vitamina B6	mg	0
Folato total	mcg	109
Vitamina B12	mcg	0
Lípidos		
Ácidos graxos, total saturados	g	0
Ácidos graxos, total mono-insaturados	g	0
Ácidos graxos, total poli-insaturados	g	0
Colesterol	mg	0

² Fonte: USDA Nutrient Database for Standard Reference (2001).

2.4 Suco de beterraba

Suco ou sumo é bebida não fermentada, não concentrada e não diluída, obtida da fruta ou hortaliça madura e sara, ou parte do vegetal de origem, por processamento tecnológico adequado, submetido a tratamento que assegure a sua apresentação e conservação até o momento do consumo. O suco não poderá conter substâncias estranhas a fruta ou parte do vegetal de sua origem, excetuadas as previstas na legislação específica (Brasil, 1994).

As frutas e hortaliças hoje, mais do que nunca, são importantes na dieta humana, devido às suas propriedades. Seus sucos constituem fontes importantes de princípios nutritivos e compostos naturais, como vitaminas, sais minerais, ácidos orgânicos, fibras solúveis e insolúveis, corantes e outros ingredientes essenciais no metabolismo (Morais, citado por Koon, 2000).

Myskin & Fokin (1973) desenvolveram um processo básico para produção de suco de beterraba que envolvia as seguintes etapas: seleção, branqueamento com vapor vivo a 110 °C e prensagem para extração do suco. A acidificação do suco antes da pasteurização é recomendada por Czapski (1979), para um pH de 4,5, pois assim se obtém um suco mais estável quanto à decomposição de pigmentos e com menor tendência à fermentação. Nesse mesmo estudo, verificou-se que os pigmentos são mais estáveis a baixas temperaturas (4°C) do que à temperatura ambiente.

Fan-Yung *et al.* (1973) testaram diferentes processamentos para obtenção de suco de beterraba, visando alta qualidade. As beterrabas receberam diversos tratamentos antes de serem prensadas em prensa hidráulica. Os sucos obtidos foram então filtrados, pré-aquecidos, engarrafados e pasteurizados por quinze minutos a 121°C. Os melhores resultados foram obtidos para o pré-tratamento que envolvia branqueamento em autoclave, com um rendimento em torno de 90%. Concluiu-se também nesse estudo que o pré-corte das beterrabas antes da extração do suco potencialize o rendimento do suco.

Fan-Yung *et al.* (1973) fizeram um estudo para obter maior estabilidade dos pigmentos do suco de beterraba, demonstrando que a estabilidade do suco pode melhorar adicionando 0,1% de ácido cítrico e 0,1% de ácido ascórbico durante a prensagem verificaram que a quantidade da matéria corante reduz durante o branqueamento quando a cor do suco começa a ficar ferrugem acastanhada. O aquecimento acima de 121°C resultou na completa decomposição das betalaínas e os conteúdos de magnésio, cobre, zinco e ferro causaram uma redução do conteúdo de betalaínas em sucos aquecidos a 100°C por trinta minutos. Os autores propuseram um método para processamento de suco de beterraba utilizando um equipamento de prensagem, revestindo a superfície da prensa com uma camada de ácido cítrico e ácido ascórbico envolvendo as beterrabas previnem a decomposição das betalaínas. As beterrabas devem ser pressionadas por vinte minutos, seguido de um aquecimento do suco a 60°C, enchendo e selando hermeticamente as embalagens, antecedendo a esterilização. A tabela 1.4 mostra o valor energético e a composição química da beterraba crua in natura e do suco de beterraba por 100 gramas de porção comestível.

Tabela 2-3 Composição química e valor energético da beterraba crua in natura e do suco de beterraba (por 100 g de porção comestível).

Parâmetro	Beterraba crua³	Suco de beterraba⁴
Energia (Kcal)	48,9	-
Água (g)	87,1*	95,2 – 96,3
Proteína (g)	3,0 [†]	1,15 – 1,8
Lipídeo (g)	0,1	-
Glicídios (g)	9,0	8,7 – 14,4
Fibras (g)	3,1*	-
Ácido Ascórbico (mg)	35,2	2,2 – 3,5
Cálcio (mg)	32,0	-
Ferro (mg)	2,5	-
Sódio (mg)	249,2*	35,6 – 132,4
Potássio (mg)	478,1*	342,0 – 580,0

Os processos tecnológicos da beterraba envolvem um número de fatores os quais destroem os pigmentos. Estes fatores incluem temperatura, oxigênio, valores extremos de pH, enzimas, atividade de água, metais transição e compostos complexos. Todos estes fatores contribuem para a introdução de organismos de-nitrificantes para o interior do suco e desta forma podem afetar negativamente a estabilidade dos pigmentos. Os pigmentos vermelho e amarelo contidos no suco se degradam durante o período de armazenamento. Os fatores que afetam a estabilidade dos pigmentos são a temperatura e o pH do suco armazenado. A maior estabilidade do pigmento vermelho foi observada a um pH entre 4.0-5.0 em baixas temperaturas, enquanto que a estabilidade do pigmento amarelo foi alta a 25-30 °C e em pH neutro e alcalino (Grajek, *et al* 1997).

Atualmente o mercado brasileiro não possui uma produção em escala industrial de sucos ou qualquer outro similar derivado de beterraba, embora

³ FRANCO, 1992.

⁴ BLENK, 1974.

[†] KIRK & SAWYER, 1974.

exista um certo consumo caseiro desse suco, principalmente combinado com frutas, como pôr exemplo, a laranja. Em outros países como a antiga República Democrática Alemanha, já existem estudos para a produção desse tipo de suco, puro ou combinado, visando obter qualidade superior e maior estabilidade dos pigmentos.

2.5 Tecnologia de “Blends”

“Blends” são misturas de sucos, feitos com a finalidade de melhorar as características sensoriais e/ou dos componentes isolados, enquanto os néctares são preparados de sucos ou “blends” com adição de xaropes açucarados. Alguns “blends”, cuja preferência e estabilidade já foram testadas envolvem, na maioria, somente misturas de sucos de frutas. Nessa área de “blends” as formulações envolvendo sucos de hortaliças juntamente com sucos de frutas foram pouco testadas, os quais poderiam resultar em produtos que são sensorial e nutricionalmente interessantes (Quinteros, citado por Koon, 2000). Procura-se cada vez mais novas e diversas maneiras de utilização de frutas e hortaliças, principalmente na forma de sucos, “blends” e néctares, sendo uma boa maneira de utilização do excesso de produção desses componentes, que poderiam ser conservados nas suas formas de sucos e polpas congeladas, aumentando sua disponibilidade durante o ano. Essas bebidas são formuladas buscando um novo tipo de sabor e/ou sensação, incluindo uma larga faixa de sabores tropicais e/ou misturas de sabores de frutas como banana/cranberry, goiaba/laranja, kiwi/coco, framboesa/limão, morango/lima e combinações de sucos de frutas e hortaliças, como por exemplo, tomates/limão, cenoura/pêssego, beterraba/framboesa e criações para dar sensações especiais “texturalmente modificadas” como bebidas combinadas com sabores naturais contendo pedaços de frutas, polpa e outros (Pszczola, 1995).

No processamento de sucos geralmente perdem-se características sensoriais como o sabor e aroma desejados, que caracterizam as matérias-primas frescas. Novos sabores e aromas estão sendo desenvolvidos para fazer

produtos de caráter doce, enriquecidos com cenouras, tomates e outros vegetais (Pederson, 1980).

A qualidade sensorial e estabilidade no armazenamento do suco de blueberry e “blends” foram pesquisadas com o intuito de manter o sabor, cor e aroma dominantes do blueberry. O suco de maçã, das uvas tipo Concord e Vênus e o suco de cranberry foram misturados em diferentes porcentagens de 75, 50 e 25% com suco de blueberry. À medida que a porcentagem de suco de blueberry foi decrescendo, a intensidade dos atributos sensoriais relacionados ao blueberry foi diminuindo. Os “blends” de 25% de suco de uva Concord e Vênus foram os únicos “blends” que resultaram em um sabor de blueberry semelhante ao da referência. O coquetel de suco de maçã e cranberry “blended” com o suco de blueberry produziu vários “blends” com bom sabor e aroma, embora eles não tenham sido facilmente caracterizados como suco de blueberry. Todos os “blends” ao nível de 25% produziram uma cor de blueberry igual ou maior do que a referência. As amostras de suco foram avaliadas no início e no final de três meses de armazenamento a 37°C. Depois do período de armazenamento, todos os “blends” tinham diminuído a tonalidade vermelha (Main *et al.*, 2001).

O suco de blueberry possui um forte sabor e baixo conteúdo de açúcar, embora não produza uma bebida palatável e rentável a menos que misturada com água ou outros sucos. O estudo projetado por Tipton *et al.* (1999) está focado nas características do suco de blueberry “blended” com os sucos de uvas tipo *Concord*, *Reliance*, *Sunbelt* e *Vênus*, e o *Thompson Seedless Concentrate* (TSC). Os “blends” foram avaliados por uma equipe sensorialmente treinada para os atributos do blueberry tais como sabor, cor, e aroma, e para adstringência, corpo e doçura. A intensidade dos atributos sensoriais relacionados ao blueberry foi incrementada com um concentrado de suco de blueberry para todas as bebidas baseadas nos “blends” de blueberry. “Blends” adoçados com xarope de milho rico em frutose (HFCS) de forma oposta ao TSC, foram percebidos como significativamente diferente em testes triangulares. Em “blends” de blueberry de tripla mistura, Concord, e água,

substituindo HFSC com TSC como adoçante, o aumento da porcentagem dos sucos de blueberry e Concord incrementaram a intensidade do aroma de blueberry, sendo os efeitos, aditivos. Para os atributos de corpo, cor, sabor, aroma e doçura, a troca de adoçantes não teve efeito, mas o aumento na porcentagem de sucos de blueberry e uva tipo Concord incrementou os rateios dessas características.

As características tecnológicas e as dificuldades na obtenção de suco de *cactus-pear* foram consideradas por Sáenz e Sepúlveda (2001). Os autores determinaram que a acidez, pigmentação, aroma e outros componentes possuíam um papel importante no processamento para obtenção de suco de *cactus-pear*. Betalaínas e clorofila estão presentes nos sucos de *cactus-pear* das variedades púrpura e verde, e o aquecimento destes sucos afeta sua cor, embora o suco púrpura seja o mais estável. Alguns tratamentos térmicos prolongados provocaram um gosto desagradável, parecido com feno, incluindo mudanças no aroma dos produtos. Alguns “blends” com outros sucos de frutas tais como abacaxi, podem ter vantagens no processo tecnológico. O suco de abacaxi e a adição de ácido cítrico diminuem o pH dos “blends”, resultando em uma ação positiva para a estabilidade microbiológica. Outra alternativa para o suco de *cactus-pear* é o suco *orange cactus pear*, mas ele foi pouco estudado e requer, tal como alguns aspectos de outros tipos de sucos, uma pesquisa mais profunda.

Siler e Morris (1993) pesquisaram os efeitos do etilo maltol e do carbonatado em sucos de uvas tipo Vênus (uma nova variedade de uva sem semente, originária de Arkansas, 60% *Vitis vinifera L.* x 40% *Vitis labrusca L.*) e do tipo Concord (*Vitis labrusca L.*) e seus “blends” de suco de uva e maçã. Análises sensoriais indicaram que o suco de uvas Vênus se projetou em sabor e aroma de forma mais adequada do que a uva tipo Concord depois de dois meses de armazenamento a 37°C. Análises sensoriais e de laboratório indicaram que aceitáveis “blends” de suco de uva e de uva-maçã foram criados com os cultivos de uva tipo Vênus. A carbonatação incrementou o teor de ácido e a acidez titulável em todos os tratamentos dos sucos. O Etilo maltol

incrementou a doçura dos sucos não “blends” sem carbonatar, quando agregados a 200 mg/L, embora geralmente não se percebeu um efeito significativo na porcentagem de sólidos solúveis comparados com os presentes com 100 mg/L de etilo maltol. Os sucos de uva “blended” com 30% de suco de maçã tiveram um alto ganho de cor castanha, uma baixa porcentagem de sólidos solúveis, e um alto pH antes e depois de seu armazenamento quando comparados com sucos de uva não “blend”.

“Blends” de sucos de abacaxi e laranja foram testados já há bastante tempo na Califórnia. Nos anos 50 um “blend” de abacaxi com suco de grapefruit foi introduzido no mercado americano com grande sucesso (Luh & EL-Tinay, 1993).

O “blend” de abacaxi e *grapefruit* enlatado é a bebida preparada a partir de suco de abacaxi e de grapefruit ou seus concentrados em um valor equivalente a 50% do total da bebida, com água, adoçantes e outros ingredientes opcionais. Os adoçantes podem ser: açúcar, xarope de açúcar invertido, dextrose, xarope de milho, xarope de glucose e xarope. Os ingredientes opcionais são: aromatizantes de óleo cítrico produzido a partir de laranja, limão e/ou grapefruit, suco concentrado de limão, suco de limão, ácido cítrico, fumárico e málico como acidificantes, ácido ascórbico e citrato de sódio. O produto final deve apresentar um total de ácidos solúveis em torno de 12 brix e a acidez titulável em torno de 9,8% e a proporção do “blend” contendo 85% de abacaxi e 15% de grapefruit (Luh & EL-Tinay, 1993).

López & Johnson (1971) estudaram a aceitação pelo consumidor do “blend” de maçã e *grapefruit* realizada em diversas proporções (90, 82, 78, 73, 65% de suco de maçã) e ainda compararam a sua aceitação com a aceitação de “blends” entre grapefruit e suco de laranja e abacaxi. Os autores concluíram que nenhum dos “blends” utilizando maçã e grapefruit foi preferido pelos consumidores quando comparado ao suco de maçã sozinho. Quanto maior a proporção de suco de grapefruit no blend, foi observado uma menor aceitação do produto. Isto foi válido também para os “blends” com os outros sucos, sendo mais intenso no “blends” entre laranja e grapefruit.

2.6 Avaliação sensorial

Segundo o IFT (*Institute of Food Technologists*) a Avaliação sensorial é uma disciplina usada para provocar, medir, analisar e interpretar as reações produzidas pelos alimentos e materiais, da forma como são percebidas pelos órgãos da visão, olfato, gosto, tato e audição (Stone & Sidel, 1993).

Com este objetivo, recorre-se aos testes de consumidores, os quais podem ser classificados em testes de preferência ou de aceitação.

Testes de preferência consistem na comparação direta de duas ou mais amostras, forçando o consumidor a escolher uma amostra sobre a(s) demais. Entretanto, muitas vezes esses testes deixam de ser utilizados por não informarem o grau com que as amostras foram aceitas, utilizando-se alternativamente testes de aceitação (Stone & Sidel, 1993; Meilgaard *et al* 1988).

Os testes afetivos podem determinar tanto a preferência como a aceitação dos consumidores por um ou mais produtos. Testes de preferência forçam a escolha de uma amostra sobre a outra. Enquanto testes de aceitação medem o quanto o consumidor gostou ou desgostou de cada amostra (Stone & Sidel, 1993; Meilgaard *et al*, 1988).

Testes de aceitação avaliam o estado afetivo do consumidor em relação ao produto, indicando o grau com o qual o consumidor gostou ou não do mesmo (Stone & Sidel, 1993; Meilgaard *et al*, 1988). Na avaliação sensorial, para se medir ou comparar estímulos sensoriais, tais como a intensidade da doçura, dureza ou maciez de um alimento, utilizam-se escalas (Meilgaard *et al*, 1988; Stoler & Lawless, 1933). Da mesma forma, a reação do indivíduo a um produto, como por exemplo, a grau com que o mesmo gostou do produto, sua intenção de compra, etc; podem também ser avaliados através de escalas (Meilgaard *et al*, 1988).

Testes de aceitação utilizam diferentes tipos de escalas estruturadas, não estruturadas ou de estimativa da magnitude (Meilgaard *et al*, 1988); porém, a escala de uso mais freqüente é a escala hedônica estruturada de nove

pontos, desenvolvida e utilizada pela primeira vez por Peryam & Pilgrim (1957) e ainda hoje é a mais utilizada para se medir a aceitação de consumidores em relação a um ou mais produtos (Amerine *et al*, 1965; Stone & Sidel, 1993; Meilgaard *et al*, 1988).

A essa escala são atribuídas as vantagens de fácil compreensão pelo consumidor (McDaniel & Sawyer, 1981; Stone & Sidel, 1993); razoável reprodutibilidade das diferenças entre produtos em vários grupos consumidores; assim como confiabilidade e validade dos resultados (Stone & Sidel, 1993).

A escala hedônica estruturada de nove pontos consiste em uma escala bipolar com ponto central neutro. Essa escala avalia o grau com que o consumidor gostou ou desgostou da mostra (Amerina *et al*, 1965; Stone & Sidel, 1993; Meilgaard *et al*, 1988). Testes com escala hedônica permitem a avaliação de uma amostra isoladamente, não exigindo que a mesma seja comparada com outra(s), nem forçando uma escolha.

Stone & Sidel (1993) assumem que algumas escalas ordinais, como a escala hedônica de nove pontos, são escalas de intervalo, enquanto O'Mahony (1982 e 1986) considera as escalas estruturadas em geral como escalas de intervalo.

Segundo Stone & Sidel (1993), as escalas não estruturadas reduzem erros de natureza psicológica devido à ausência de valores numéricos associados à resposta e devido ao uso limitado de palavras, o qual minimiza o efeito da parcialidade (preferência ou aversão) por alguma palavra.

Os provadores utilizados em testes afetivos não são treinados pois são consumidores e devem, preferivelmente, ser inexperientes em avaliações sensoriais, por tanto, sem participação anterior em testes sensoriais descritivos ou discriminativos. Os consumidores devem ser recrutados de uma população e mercado alvos previamente definidos. Assim, os indivíduos que participem em testes afetivos, via de regra, são classificados em função de critérios demográficos tais como: idade, sexo, localização, geografia, nacionalidade,

raça, religião, grau de instrução, estado civil, freqüência, etc (Stone & Sidel, 1993; Meilgaard *et al*, 1988).

A escala hedônica pode ser estruturada ou não estruturada, sendo esta última intitulada por Meilgaard *et al*, 1988 como escala linear e por Giovanni & Pangborn (1983) como escala gráfica.

Entretanto, não há evidência definitiva sobre a igualdade de seus intervalos, ou seja, a distância psicológica entre duas categorias não é necessariamente igual à de outras duas, tal como ocorre com a distância física (Peryam & Pilgrim, 1957; McDaniel & Sawyer, 1981; Stone & Sidel, 1993, O'Mahony, 1982 e 1986). Conforme comentado anteriormente, tal ocorrência pode limitar o uso de determinados testes estatísticos na avaliação de respostas hedônicas (O'Mahony, 1982 e 1986).

Capítulo 3. Material e Métodos

3.1 Material

3.1.1 Matérias-primas

As matérias-primas usadas para os testes preliminares, foram frutos frescos de tamarindo (*Tamarindus indica L.*) da variedade criollo, adquiridas no Ceasa de São Paulo. Estas frutas foram utilizadas nos ensaios para a extração da polpa de tamarindo e posteriormente na formulação dos “blends” de tamarindo. Nos primeiros ensaios foram utilizadas frutas colhidas no período final da safra e nos ensaios posteriores os frutos pertenceram ao início de safra.

Também foram usadas para a obtenção do suco de beterraba raízes de beterraba (*Beta vulgaris L.*) variedade *wonder red*, produzidas organicamente, provenientes da região de Campinas-SP, em estágio de maturação maduro para seu processamento.

Outros ingredientes usados na formulação dos “blends” foram açúcar refinado especial da marca União e *Etilenodiaminotetracetato diácido dissódico* p.a (EDTA) da marca Synth aditivo adicionado para evitar a degradação das betaninas.

3.2 Métodos

Todos os ensaios preliminares e os experimentos utilizando a metodologia do planejamento fatorial foram realizados na planta-piloto e no Laboratório de Frutas, hortaliças e produtos açucarados do Departamento de Tecnologia de Alimentos da Faculdade de Engenharia de Alimentos / Universidade Estadual de Campinas - SP.

3.2.1 Processamento do fruto de tamarindo

O processamento para extração da polpa de tamarindo compreende algumas etapas que serão descritas a seguir. E fatores como teor de água,

temperatura e tempo de maceração foram estudados com a finalidade de proporcionar um melhor rendimento.

3.2.1.1 Etapas do processamento da polpa de tamarindo

Na Figura 3-1 observa-se o fluxograma das operações realizadas, visando obter a polpa de tamarindo em escala planta piloto.

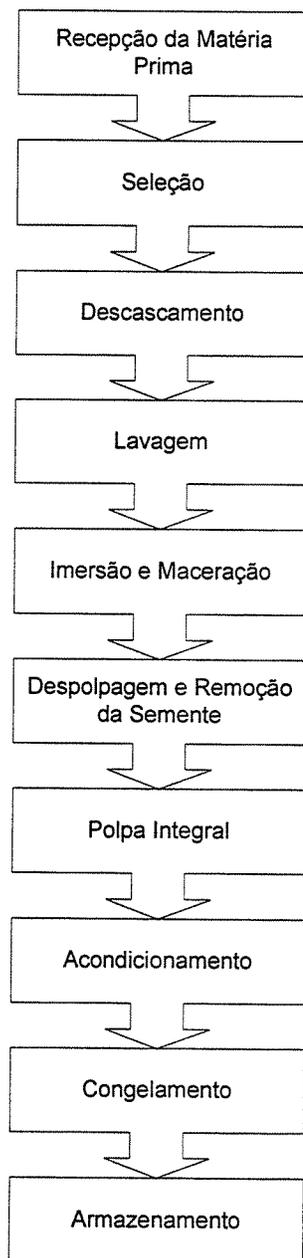


Figura 3-1 Fluxograma de produção de polpa de tamarindo em escala de planta piloto.

3.2.1.1.1 *Recepção da matéria –prima*

As frutas foram transportadas do fornecedor até as dependências da Planta piloto do Departamento de Tecnologia de Alimentos, descarregadas, pesadas em balança industrial e encaminhadas para a área de processamento.

3.2.1.1.2 *Seleção*

Os frutos foram selecionados sendo separados aqueles que apresentaram as cascas muito quebradas, frutos não sadios e aqueles que não apresentaram grau de maturação adequado.

3.2.1.1.3 *Descascamento*

Depois da operação de seleção dos frutos, suas cascas foram removidas manualmente e no caso de frutos que apresentaram dificuldade no descascamento foi realizado com auxílio de utensílios de aço inoxidável.

3.2.1.1.4 *Lavagem*

Os tamarindos foram lavados em recipientes de aço inoxidável e finalmente sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio a 20 ppm de cloro.

3.2.1.1.5 *Imersão e maceração*

Após os frutos de tamarindo serem lavados e sanitizados, eles foram colocados em recipiente de aço inoxidável e em seguida adicionados com água em proporção ao peso dos frutos. Logo depois, os frutos foram mantidos em maceração para em seguida serem despulpados. As condições de maceração foram as seguintes: relação fruta:água 1:1,5; temperatura de maceração 50°C e tempo de maceração de 20 minutos. Esta etapa é imprescindível devido às características do fruto as quais não permitem a extração da polpa utilizando meios mecânicos unicamente.

3.2.1.1.6 *Despolpagem e remoção das sementes*

Após a etapa de imersão-maceração, o tamarindo descascado foi despolpado em despolpadora horizontal provida de tela com abertura de 1,6mm visando-se um máximo rendimento na extração da polpa e retirada das sementes e a fibra insolúvel mais grossa, o que produziu uma polpa bem homogênea. Na Figura 3-2 observa-se a despolpadora utilizada na extração.

3.2.1.1.7 *Acondicionamento*

Em seguida a polpa de tamarindo foi acondicionada em sacos de polietileno de 500 g e de 1 Kg de capacidade com a polpa a temperatura imediatamente após a extração. O sistema de fechamento foi feito com dupla seladura numa seladora para embalagens plásticas para diminuir o contato com o ar.

3.2.1.1.8 *Congelamento*

As polpas uma vez acondicionadas foram colocadas em bandejas apropriadas para um congelamento homogêneo e assim evitar a formação de grandes cristais de gelo na superfície e danificando as estruturas.

3.2.1.1.9 *Armazenamento*

Imediatamente depois o material foi armazenado numa câmara fria a uma temperatura de -20°C, para ser utilizada nas etapas posteriores.



Figura 3-2 Despolpadeira utilizada na obtenção da polpa de tamarindo.

3.2.1.2 Caracterização física do tamarindo

A caracterização física foi determinada a partir de uma fração representativa do fruto, retiradas ao acaso, por pesagem em balança analítica Oertling - LA 164 para verificação do rendimento; sendo feitas as seguintes determinações em 100 frutos de tamarindo da variedade Criollo.

- a) *Dimensão*. As medidas de comprimento e largura foram realizadas com auxílio de um paquímetro metálico.
- b) *Pesos e rendimento*. Foram avaliados 40 kg de fruto, divididos em 7 amostras nas quais os pesos dos frutos, cascas, polpa e semente foram determinados com auxílio de balança e o rendimento da porção comestível obtido por diferença.
 - Peso dos frutos
 - Peso das cascas

3.2.1.3 Ensaios para extração da polpa de tamarindo

Os ensaios para extração da polpa de tamarindo visaram otimizar o processo de extração da polpa contida nos frutos descascados, para este fim os frutos de tamarindo foram lavados e sanitizados para posteriormente serem submetidos à imersão e maceração, etapas nas quais foram realizados diferentes ensaios para avaliar o processo de extração em relação ao rendimento de polpa; assim como também as características da mesma após a extração.

Os diversos ensaios realizados e as diferentes condições dos mesmos são mostrados nas tabelas a seguir. Nos ensaios as condições avaliadas na etapa de imersão e maceração foram as seguintes: relação de fruta: água, temperatura da água e tempo de maceração.

O ensaio A mostrado na Tabela 3-1, avaliou o rendimento de extração da polpa de tamarindo a temperaturas de 90 °C e 80 °C com relações de tamarindo: água; 1:1; 1:1,5; 1:2, sendo que o tempo de maceração mantivesse fixo em 10 minutos.

Tabela 3-1 Ensaio A da extração da polpa de tamarindo.

Ensaio A		
	Temperatura	Relação
Ensaio A-1	90 °C	1:1
Ensaio A-2	90 °C	1:1,5
Ensaio A-3	90 °C	1:2
Ensaio A-4	80 °C	1:1
Ensaio A-5	80 °C	1:1,5
Ensaio A-6	80 °C	1:2

Com o objetivo de avaliar o fator tempo de maceração no processo de extração foi realizado um segundo ensaio no qual se quantificou a absorção de água dos frutos de tamarindo em função do tempo na operação de maceração, sendo testados diferentes ensaios nos quais utilizou-se como variáveis quatro

diferentes temperaturas mostradas a seguir: temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$), 30, 50 e 70 $^{\circ}\text{C}$, mantendo a relação fruta:água constante de 1:1,5 e os tempos de maceração de 10, 20, 30, 40, e 50 minutos para todas as temperaturas menos para a temperatura ambiente para a qual foram testados tempos de 5, 17 e 20 horas já que segundo os testes preliminares realizados nesta temperatura a absorção de água foi lenta. A Tabela 3-2 ilustra as diferentes condições nas quais foi realizado o teste.

Tabela 3-2 Ensaio B da extração da polpa de tamarindo.

Ensaio B			
	Temperatura	Relação	Tempo
Ensaio B-1	Ambiente	1:1.5	5 horas
Ensaio B-2	Ambiente	1:1.5	17 horas
Ensaio B-3	Ambiente	1:1.5	20 horas
Ensaio B-4	30 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	10 min.
Ensaio B-5	30 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	20 min.
Ensaio B-6	30 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	30 min.
Ensaio B-7	30 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	40 min.
Ensaio B-8	30 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	50 min.
Ensaio B-9	50 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	10 min.
Ensaio B-10	50 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	20 min.
Ensaio B-11	50 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	30 min.
Ensaio B-12	50 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	40 min.
Ensaio B-13	50 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	50 min.
Ensaio B-14	70 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	10 min.
Ensaio B-15	70 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	20 min.
Ensaio B-16	70 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	30 min.
Ensaio B-17	70 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	40 min.
Ensaio B-18	70 $^{\circ}\text{C}$	1:1.5	50 min.

Na Tabela 3-3 podem observar-se as condições do ensaio C realizado com o objetivo de avaliar os rendimentos de extração na despulpagem do fruto após a imersão e maceração, processando o tamarindo a diferentes

temperaturas, tempos de maceração variáveis e com uma relação fruta:água de 1:1,5. Posteriormente avaliou-se os seguintes parâmetros de qualidade: rendimento, sólidos solúveis e pH.

Tabela 3-3 Ensaio C da extração da polpa de tamarindo.

Ensaio C			
	Temperatura	Relação	Tempo
Ensaio C-1	Ambiente	1:1.5	17 horas
Ensaio C-2	50 °C	1:1.5	20 min
Ensaio C-3	70 °C	1:1.5	20 min

Foi realizado um próximo ensaio no qual a temperatura de maceração foi temperatura ambiente ($\pm 25^{\circ}\text{C}$) constante para todos os ensaios já que apresento maior absorção de água na maceração e as outras duas condições relação de fruta:água e tempo de maceração foram diferentes para cada ensaio e são mostradas na Tabela 3-4 do ensaio D.

Tabela 3-4 Ensaio D da extração da polpa de tamarindo.

Ensaio D			
Ensaio	Temperatura	Relação	Tempo
Ensaio D-1	Ambiente	1:1	3 horas
Ensaio D-2	Ambiente	1:1,5	3 horas
Ensaio D-3	Ambiente	1:2	3 horas
Ensaio D-4	Ambiente	1:1	5 horas
Ensaio D-5	Ambiente	1:1,5	5 horas
Ensaio D-6	Ambiente	1:2	5 horas
Ensaio D-7	Ambiente	1:1	8 horas
Ensaio D-8	Ambiente	1:1,5	8 horas
Ensaio D-9	Ambiente	1:2	8 horas
Ensaio D-10	Ambiente	1:1	15 horas
Ensaio D-11	Ambiente	1:1,5	15 horas
Ensaio D-12	Ambiente	1:2	15 horas
Ensaio D-13	Ambiente	1:1	20 horas
Ensaio D-14	Ambiente	1:1,5	20 horas
Ensaio D-15	Ambiente	1:2	20 horas

Foi realizado um ultimo ensaio para determinar os melhores parâmetros de processamento para polpa de tamarindo. A Tabela 3-5 mostra o ensaio realizado.

Tabela 3-5 Ensaio E da extração da polpa de tamarindo.

Ensaio E			
	Temperatura	Relação	Tempo
Ensaio D-1	Ambiente	1:1,5	3 horas
Ensaio D-2	Ambiente	1:2	3 horas
Ensaio D-3	50 °C	1:1,5	20 min
Ensaio D-4	50 °C	1:2	20 min

3.2.2 Processamento do suco de beterraba

Para a realização dos experimentos do suco de beterraba, as raízes foram selecionadas, lavadas com água potável e escovas, para logo serem sanitizadas com solução de hipoclorito de sódio a 20 ppm e, finalmente lavadas com água potável para a retirada do cloro. As beterrabas higienizadas passaram a operação de descascamento por abrasão e cortadas. Os pedaços sofreram um branqueamento de 10 minutos com acido acético 0,05 N fervente e depois trituradas. O material moído foi colocado em sacos de nylon e o suco extraído em prensa hidráulica com 500 Kg/cm² de pressão, por cinco a dez minutos, conforme descrito por Koon (2000). Em seguida o suco de beterraba foi acondicionado em sacos de polietileno, selados e armazenados a -20°C, para ser utilizado nas etapas seguintes.

Na figura 3-3 observa-se o fluxograma das operações visando obter o suco de beterraba em escala planta piloto.

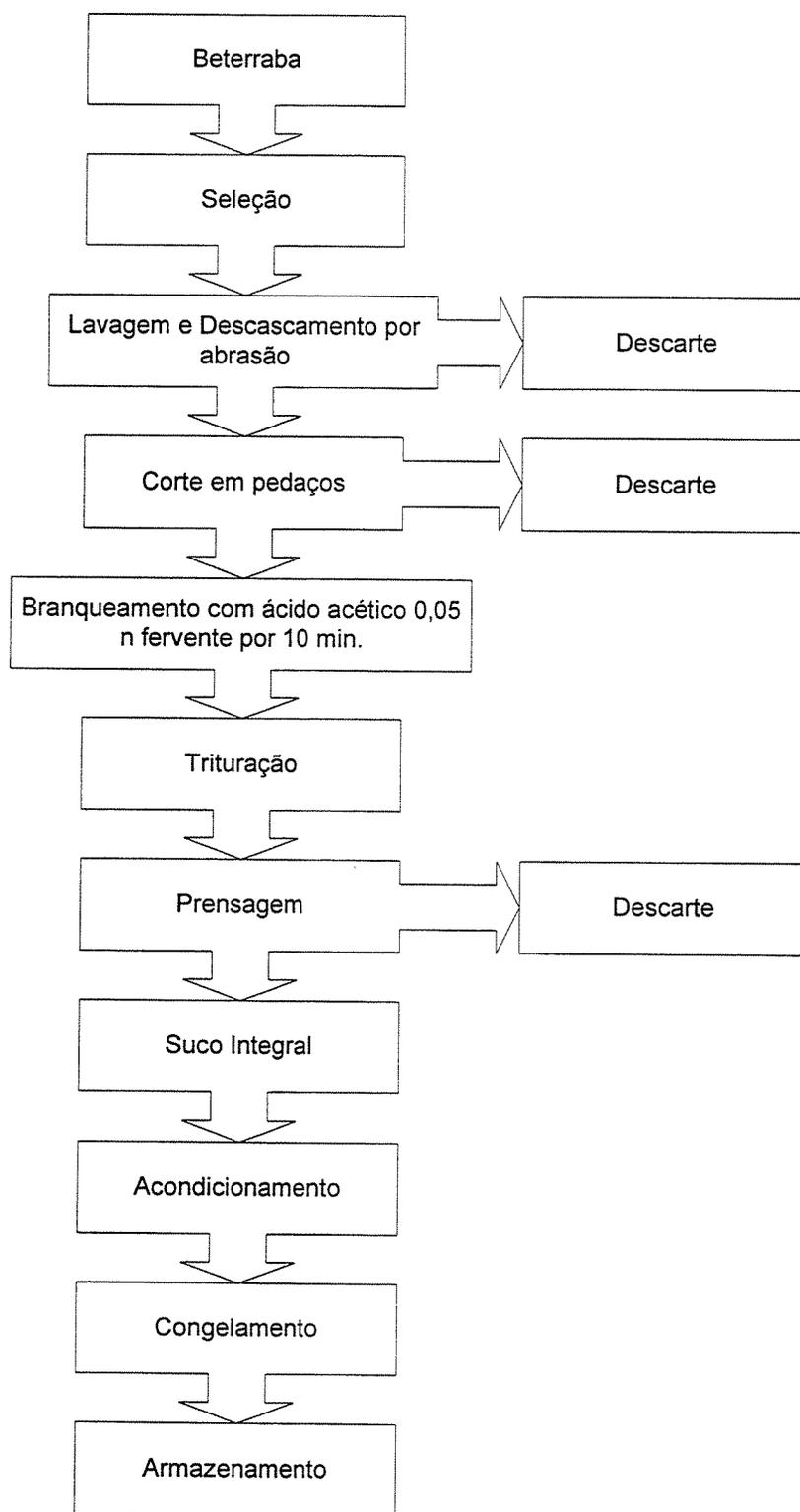


Figura 3-3 Fluxograma de produção de suco de beterraba na escala de planta piloto.

3.2.3 Caracterização físico-química da polpa de Tamarindo

Todas as determinações físico-químicas realizadas na polpa de tamarindo foram feitas seguindo as metodologias citadas no item 3.2.6, para a polpa que apresentou melhor desempenho segundo os parâmetros de qualidade definidos para o processo de extração.

3.2.4 Caracterização físico-química do suco de beterraba

No suco de beterraba foram realizados análises físico-químicas de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, pigmentos (betaninas) e cor para o suco de beterraba, citados no item 3.2.6 de acordo com as metodologias descritas.

3.2.5 Estudo da estabilidade do suco congelado de beterraba e da polpa congelada de tamarindo

Nesta etapa foi realizado o acompanhamento da vida-de-prateleira da polpa congelada de tamarindo e do suco congelado de beterraba. Durante este estudo se realizaram análises de pH, acidez total titulável, cor, teor de ácido tartárico (tamarindo), sólidos solúveis e taninos. As análises foram realizadas pelos métodos já citados no item 3.2.6. O período de acompanhamento foi nos tempos de 0, 15, 30, 60 e 90 dias. Foram também realizadas análises microbiológicas referentes a bolores e leveduras, contagem total, coliformes totais e fecais, nos tempos 0 e 90 dias de acordo com Vanderzant & Splittstoesser (1992).

3.2.6 Análises físicas e químicas

- *Determinação do pH.*

Foram feitas leituras direitas em pH-metro modelo *Micronal B374*, calibrado com soluções tampão *Merck*, pH 4,0 e 7,0 ; segundo método nº 13.010 da A.O.A.C.(1984);

- *Determinação de sólidos solúveis (°brix)*

Foram feitas leituras diretas em refratômetro *Carl Zeiss*, modelo 32-G110d (Jena), segundo método nº 932.12 da A.O.A.C.(1997);
- *Acidez total titulável*

Segundo método no 942.15 da AOAC (1997); e expressa em % de ácido tartárico na polpa do tamarindo e para o suco de beterraba em % de ácido acético, devido a acidificação no branqueamento;
- *Determinação da cor*

Determinação instrumental da cor através de espectrofotometria, usando sistema de leitura CIElab descrita por Ferreira (1991), de acordo com os parâmetros L* (luminosidade), a* (+a vermelho, -a verde) e b* (+b amarelo, -b azul); com iluminante D65 e ângulo 10°;
- *Umidade*

Foi determinada em estufa a vácuo a 70°C até peso constante, método 920.151, AOAC (1997);
- *Cinzas*

Foi determinada de acordo com o método 13.013, AOAC (1984) em mufla ARTLAB;
- *Proteína*

Foi determinada pelo método 920.152 segundo a AOAC (1997);
- *Fibras solúvel e insolúvel dietética.*

Foi determinada pelo método 991.43 da AOAC (1997);
- *Lipídeos totais*

Determinada por extração com mistura de solventes a frio seguindo-se o método Bligh e Dyer (1959);

- *Determinação das betaninas.*

Segundo Takahashi (1987), as betaninas foram determinadas no suco de beterraba constituinte do “blend”, utilizando como solvente extrator solução tampão-fosfato ácido cítrico (pH 5) e etanol 1:1.

Preparação da solução tampão:

A solução tampão é constituída de duas soluções, A e B.

Solução A: ácido cítrico 0,1M – dissolver 21,0g de ácido cítrico em água e diluir a 1000 ml.

Solução B: Fosfato de sódio dibásico 0,2M - dissolver 35,6g de $\text{Na}_2\text{HPO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ em água e diluir a 1000 ml.

Para obter tampão pH 5.0, misturar 48,5 ml da solução A e 51,1 ml da solução B.

Em um béquer juntou-se 50 ml de amostra (suco de beterraba ou “blend”) e 50 ml da solução extratora, e após mistura, centrifugar se for necessário, e ler o espectro na absorvância de 534 nm. A solução tampão foi usada como branco e toda a matéria corante é calculada como betanina com absorvidade específica $E_{1\text{cm } 1\%} = 1.120$.

Cálculos:

$$\% \text{ betaninas} = \frac{A \times V}{1.120 \times m(\text{g})}$$

Onde:

A = absorbância máxima a 534 nm

V = volume em ml da solução.

m(g) = pesa da amostra em gramas.

- *Taninos*

Método calorimétrico de Folin-Denis, de acordo A.O.A.C. (1984)

Curva Padrão

Reagentes especiais

a) Solução de Folin Denis.- Adquirida comercialmente

- b) Solução saturada de carbonato de sódio: pesou-se 35 g de carbonato de sódio anidro, diluiu-se em 100ml de água destilada à temperatura de 70-80 °C, deixar esfriar e filtrar.
- c) Solução padrão de ácido tânico: 0,1g de ácido tânico em um litro de água destilada.

Preparação da curva – padrão

Foram pipetadas alíquotas de 1, 2, 3, 4, 5 e 6 ml da solução padrão de ácido tânico para balões volumétricos de 100 ml. Em seguida, para cada balão foram adicionados 70ml de água destilada, 5 ml da solução de Folin-Denis e após rápida agitação, 10ml da solução de carbonato de sódio saturada. Após aferição do volume com água destilada, colocou-se em repouso durante 30 min. A leitura foi feita por absorvância no espectrofotômetro a 760nm. Plotou-se a absorvância contra mg de ácido tânico por 100ml.

Análise da amostra

Pesou-se 5,5 g da amostra, adicionou-se 20ml de água destilada, aqueceu-se o tubo a 60 °C por 15 min, esfriou-se em água corrente; homogeneizou-se e filtrou-se. Tomou-se uma alíquota de 10 ml do filtrado para um balão volumétrico de 100ml, seguindo-se, a partir desse ponto o mesmo procedimento descrito para a curva padrão.

A concentração em tanino da amostra foi determinada através da leitura na curva padrão, em mg por 100 g de ácido tânico.

3.2.7 Análises microbiológicas

Foram realizadas as análises microbiológicas referentes a contagem total, bolores e leveduras e coliformes totais e fecais, de acordo com as metodologias descritas por Vanderzant & Splittstoesser (1992).

3.2.8 Formulação das misturas

Os ensaios para a formulação dos “blends” foram realizados em escala laboratorial utilizando como ponto de partida as porcentagens de polpa de tamarindo sugeridas por Benero (1972). Concomitantemente, o suco de beterraba foi testado em concentrações suficientes para conferir cor atraente à bebida.

Um planejamento experimental completo do tipo fatorial 2^2 com três pontos centrais e 2 axiais foi elaborado a partir destas proporções selecionadas de tamarindo e beterraba, totalizando 11 ensaios.

O experimento teve como variáveis independentes as porcentagens de polpa de tamarindo e as porcentagens do suco de beterraba, e como variável dependente os resultados dos testes sensoriais dos diferentes “blends”, conforme descrito na Tabela 3-6.

Como o produto a ser avaliado foi um “blend” é importante observar que o teor de sólidos solúveis foi determinado em ensaios preliminares e mantido constante em todas as formulações.

Tabela 3-6 Níveis das variáveis codificadas e não codificadas do planejamento fatorial

Variáveis Independentes	Nível	
	Não codificada	Codificada
Polpa de tamarindo (%)	21	-1,41
	25	-1
	35	0
	45	+1
	49	+1,41
Suco de beterraba (%)	6	-1,41
	10	-1
	20	0
	30	+1
	34	+1,41

A Tabela 3-7 mostra as concentrações de polpa de tamarindo e suco de beterraba das formulações elaboradas para obter o néctar “blend”. Foram

realizados 11 ensaios de acordo com o planejamento indicado a seguir, com três pontos centrais e 2 axiais.

Tabela 3-7 Formulações elaboradas com a polpa de tamarindo e suco de beterraba.

Formulação	Amostra*	Tamarindo (%)	Beterraba (%)	Diluição (%)
F-1	Amostra 1	25	10	65
F-2	Amostra 5	45	10	45
F-3	Amostra 2	25	30	45
F-4	Amostra 9	45	30	25
F-5	Amostra 3	35	20	45
F-6	Amostra 6	35	20	45
F-7	Amostra 10	35	20	45
F-8	Amostra 4	21	20	59
F-9	Amostra 7	49	20	31
F-10	Amostra 8	35	6	59
F-11	Amostra 11	35	34	31

* Nomenclatura utilizada na avaliação sensorial dos “blends”.

As variáveis dependentes do planejamento experimental são apresentadas na Tabela 3-8:

Tabela 3-8 Variáveis dependentes do planejamento experimental.

Variáveis dependentes	
Avaliação sensorial	Avaliação Instrumental
Cor	pH
Sabor	
Aroma	
Impressão Global	
Acidez	

3.2.8.1 Processamento do “blend” entre a polpa de tamarindo e suco de beterraba

Foi utilizado um lote de 45 kg de polpa de tamarindo processada e no caso do suco de beterraba foram utilizados 50 kg de suco integral para realizar os diversos ensaios nas formulações do “blend”.

A seqüência das operações realizadas em escala piloto apresenta-se na figura 3-4 e os detalhes de cada uma das operações estão descritos a seguir:

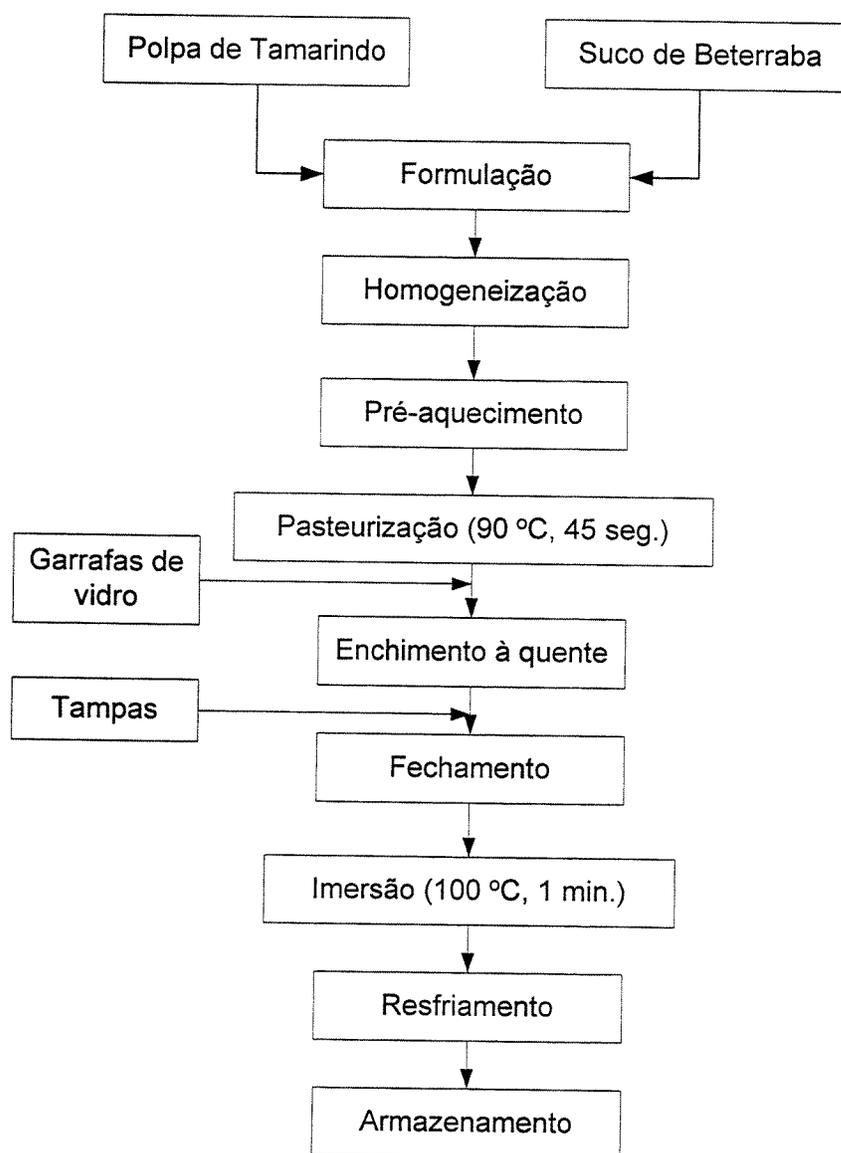


Figura 3-4 Fluxograma de processamento do “blend” tamarindo-beterraba em escala piloto.

Formulação. A formulação dos diferentes ensaios dos “blends” foi baseada no planejamento experimental formulando-se, uma bebida mista de frutas e hortaliças; usando a polpa de tamarindo e suco de beterraba. Considerou-se também o gosto do “blend” de tamarindo-beterraba e observou-se a necessidade de acrescentar açúcar para atingir um maior teor de sólidos solúveis e a doçura desejável própria dos “blends”.

Nesta etapa foram testados dois processamentos; o primeiro dos quais não teve adição de nenhum conservantes e um segundo processamento objetivando avaliar o desempenho do EDTA (etilenodiamino tetracetato diácido dissódico) como conservante, sendo adicionado 0,01% de EDTA na metade dos “blends” processados.

Homogeneização. Para o processamento, o suco de beterraba e a polpa de tamarindo encontravam-se congelados, então foram descongelados e homogeneizados em tacho até completa dissolução. Os °Brix e o pH da mistura foram medidos e em seguida a quantidade de açúcar necessária foi adicionada para que as misturas finais dos diferentes ensaios apresentassem o mesmo teor de sólidos solúveis.

Pré-aquecimento. Devido à dificuldade de pasteurizar uma quantidade relativamente pequena de produto (cerca de 40 litros) em um trocador de placas, o néctar foi pré-aquecido em um tanque de aço inoxidável aberto, mediante vapor, até atingir 60°C.

Pasteurização. O néctar pré-aquecido foi pasteurizado em num tacho de aço inoxidável aberto a temperatura de 90°C por um tempo de 45 segundos.

Enchimento à quente. O néctar ainda quente, foi transferido à garrafas de vidro transparente de 220ml previamente lavadas e sanitizadas respectivamente.

Fechamento. As garrafas enchidas, contendo 190ml de “blend”, foram fechadas com tampas metálicas previamente sanitizadas. O fechamento dos

vidros se deu por um sistema manual; sendo efetuado um fechamento imediato para inibir contaminação microbiológica.

Imersão. As garrafas já fechadas foram colocadas em um tanque contendo água fervente (100°C) durante 1 minuto. A finalidade desta operação foi a de assegurar a esterilidade microbiológica do “blend”, evitando ao mesmo tempo um tratamento térmico prolongado que afetasse a qualidade sensorial.

Resfriamento. O resfriamento foi realizado em duas etapas, com o objetivo de evitar choques térmicos bruscos que poderiam quebrar as garrafas. Na primeira etapa, as garrafas recém retiradas do tanque de água fervente, foram colocadas em um tanque contendo água morna (50 °C) e deixadas por 2 minutos. Em seguida, foram transferidas a outro tanque de água corrente (20°C) e resfriadas agitando-se e trocando continuamente a água. O resfriamento final demandou menos de 5 minutos.

Armazenamento. O lote de produto terminado foi armazenado sob condições ambientais, de maneira semelhante ao praticado nas prateleiras dos supermercados. Os “blends” foram avaliados ao longo de três meses como período de estocagem.

3.2.8.2 Caracterização físico-química do “blend”

Para o “blend” que apresentou melhor desempenho segundo a tendência do planejamento experimental, foram feitas determinações físico-químicas seguindo as metodologias citadas no item 3.2.6. Também foram efetuadas as análises microbiológicas referentes a bolores e leveduras, contagem total, coliformes totais e fecais, de acordo com as metodologias descritas por Vanderzant & Splittstoesser (1992).

3.2.8.3 Estudo de vida de prateleira do “blend”

Visando determinar a vida útil do produto, foi avaliado o “blend” que apresentou melhor aceitabilidade na avaliação sensorial. Este estudo foi realizado em condições de temperatura ambiente aproximadamente de 25 °C no armazenamento.

Os “blends” dos processamentos foram acompanhados por três meses, nos quais se realizaram as análises de pH, sólidos solúveis, sólidos totais, acidez total titulável e cor além da avaliação sensorial.

As análises foram realizadas nos tempos 0, 15, 30, 60 e 90 dias, exceto as análises microbiológicas e de aceitação sensorial, que foram realizadas nos tempos 0 e 90 dias.

3.2.9 Avaliação sensorial

No presente trabalho a avaliação sensorial foi realizada nos diferentes ensaios de acordo com o planejamento experimental, para cada uma das formulações dos “blends”, sendo submetidos a testes de aceitação e intenção de compra. Foi empregado um teste de aceitação que tem como princípio avaliar o produto ou produtos numa escala de aceitabilidade e ordenam ou avaliam os principais atributos que determinam a preferência ou aceitação do produto. Na avaliação sensorial foi aplicado o teste da escala hedônica não estruturada de 9 pontos, na qual o ponto inicial correspondeu a “gostei extremamente” e o ponto final a “desgostei extremamente”. A aplicação do teste de aceitação com escala hedônica não estruturada quando aplicado em pessoas com idiomas diferentes do inglês, a presente resultados satisfatórios em relação à escala hedônica estruturada, pois a tradução literal dos pontos na escala influencia as respostas ocasionando erros na avaliação sensorial (Curia, Hough, Martinez, Margalef, 2001).

Os atributos avaliados para cada amostra de “blend” foram: cor, aroma, sabor, acidez e impressão global. A equipe foi formada por 35 provadores não treinados e as amostras foram codificadas com números de três dígitos escolhidos ao acaso e apresentadas de forma monádica em cálices transparentes, cobertos com vidros de relógio até o momento do teste, o volume da amostra empregada para a avaliação foi de 50ml e antes de serem servidas as amostras foram colocadas em refrigeração até atingir 6-8 °C de temperatura. (Stone, 1993).

Foi aplicado também o teste de intenção de compra para o qual foi usada uma escala de 5 pontos e variou de “definitivamente não compraria” a “definitivamente compraria”.

Os dados obtidos foram processados através da análise de variância (ANOVA) e as diferenças foram determinadas pelo teste de *Tukey* a um nível de 5% de significância para os atributos avaliados cor, sabor, aroma, impressão global e acidez, usando o programa SAS[®].

Capítulo 4. Resultados e Discussão

4.1 Processamento do fruto de tamarindo

4.1.1 Caracterização física de tamarindo

Dimensões e peso.

As dimensões dos tamarindos da variedade Criollo usadas neste estudo foram comparadas com as determinadas por Shankaracharya (1998) e Parrota (1990) e estão apresentadas na Tabela 4-1.

Tabela 4-1 Dimensões dos frutos de tamarindo.

Variedade	Número de frutos	Peso médio (gramas)	Comprimento (cm)	Largo (cm)
Criollo	100	4,6 ± 0,59	11,5 ± 0,18	2,10 ± 0,22
*			5 – 18	1,25 – 2,50
**			8 - 15	1,9 – 2,50

* Dimensões determinadas de acordo Shankaracharya (1998)

** Dimensões determinadas de acordo com Parrota (1990)

Os frutos avaliados apresentaram peso médio de 4,6 gramas e esta variedade se destacou por apresentar frutos com vagem alongada com casca pardo-escura, lenhosa e quebradiça.

Rendimento

A e tapa de descascamento dos frutos de tamarindo foi avaliada pela diferença do peso inicial dos frutos com casca e os frutos descascados. Obteve-se um rendimento médio de 72,8% (porção comestível).

4.1.2 Ensaios para extração da polpa de tamarindo

A Tabela 4-2 apresenta os resultados do ensaio A da extração da polpa de tamarindo e as análises efetuadas.

Tabela 4-2 Ensaio A de extração da polpa de tamarindo.

Ensaio A					
	Temp**	Relação fruta:água	Rendimento * (%)	Sólidos solúveis °brix*	pH*
Ensaio A-1	90 °C	1:1	69,56	17,2	2,38
Ensaio A-2	90 °C	1:1,5	73,34	17,5	2,34
Ensaio A-3	90 °C	1:2	76,41	13,8	2,71
Ensaio A-4	80 °C	1:1	68,72	18,0	2,43
Ensaio A-5	80 °C	1:1,5	74,10	19,5	2,45
Ensaio A-6	80 °C	1:2	71,20	14,1	2,40
Coeficiente de Variação			0,0405	0,1356	0,054

* Média de três valores.

** Temperatura da água de maceração.

Os ensaios foram realizados em tempos constantes de 10 min de maceração dos frutos antes da despulpagem e pode-se verificar que estatisticamente, os rendimentos não apresentaram variação significativa entre os diversos ensaios. Em relação ao teor de sólidos solúveis e pH, o primeiro foi o que apresentou maior variação.

Alguns trabalhos de pesquisa de extração da polpa de tamarindo, como o realizado por Benero (1972), concluíram que a polpa de tamarindo não pode ser separada da fruta somente por meios mecânicos, assim desta forma uma diluição em água se faz necessária, sendo tal abordagem utilizada no ensaio A. Os esforços ou tentativas de extração sem adição de água foram impossíveis de serem realizadas devido ao baixo teor de umidade.

As relações de tamarindo:água que foram testadas por Benero (1972) para determinar a proporção foram: 1:1; 1:1,5 e 1:2, conseguindo determinar que um valor de sólidos solúveis de 13,2 °Brix para a relação de 1:2 dava como resultado uma polpa com excelente sabor. As outras duas relações apresentaram dificuldades com o equipamento utilizado.

A Tabela 4-3 mostra os resultados dos valores de absorção dos frutos de tamarindo obtidos no ensaio B.

Tabela 4-3 Resultado dos valores de absorção de tamarindo.

Ensaio B			
Ensaio	Temperatura*	Absorção (%)	tempo
Ensaio B-1	Ambiente	47,2	5 horas
Ensaio B-2	Ambiente	74,9	17horas
Ensaio B-3	Ambiente	78,7	20 horas
Ensaio B-4	30 °C	31,2	10 min.
Ensaio B-5	30 °C	31,12	20 min.
Ensaio B-6	30 °C	39,5	30 min.
Ensaio B-7	30 °C	34,9	40 min.
Ensaio B-8	30 °C	49,9	50 min.
Ensaio B-9	50 °C	34,9	10 min.
Ensaio B-10	50 °C	46,3	20 min.
Ensaio B-11	50 °C	51,9	30 min.
Ensaio B-12	50 °C	54,1	40 min.
Ensaio B-13	50 °C	56,3	50 min.
Ensaio B-14	70 °C	35,3	10 min.
Ensaio B-15	70 °C	45,4	20 min.
Ensaio B-16	70 °C	50,1	30 min.
Ensaio B-17	70 °C	55,2	40 min.
Ensaio B-18	70 °C	56,5	50 min.

* Temperatura da água de maceração.

O ensaio B pode ser dividido em dois grupos, o primeiro deles foi realizado a temperatura ambiente, enquanto que o segundo foi realizado com uma variação positiva da escala de temperatura. Tal divisão foi feita para avaliar a influência do tempo de maceração com relação à temperatura, sendo necessário um tempo significativamente maior no caso do primeiro grupo para a obtenção de um grau de absorção significativo.

Após uma análise estatística do segundo grupo, determinou-se que existe uma correlação conjunta entre a temperatura e o tempo de maceração para a obtenção do grau de absorção. O coeficiente de correlação obtido foi de 0,798, indicando uma proporção quase direta entre os valores de temperatura e tempo de maceração e o grau de absorção. Com respeito à influência que individualmente o tempo e a temperatura possam ocasionar no grau de absorção, foi constatado que não existe uma correlação individual significativa, sendo os coeficientes de correlação de 0,248 e 0,549 para a temperatura e tempo, respectivamente.

Com o objetivo de otimizar as condições de extração de polpa se realizou um terceiro ensaio apresentado na Tabela 4-4. Este ensaio foi baseado nos resultados do ensaio B, pelo qual escolheram-se as condições (tempo e temperatura) dos ensaios nos quais o grau de absorção de água estivera perto do valor médio para cada subgrupo de temperatura. O subgrupo com temperatura de ensaio de 30 °C fora descartado por apresentar um grau de absorção muito menor com relação às outras temperaturas.

Tabela 4-4 Resultado do ensaio C de extração.

Ensaio C			
	Temperatura	Rendimento (%)	Tempo
Ensaio C-1	Ambiente	68,85	17 horas
Ensaio C-2	50 °C	59,3	20 min
Ensaio C-3	70 °C	58,82	20 min

O ensaio C foi realizado com relação fruta:água de 1:1,5 devido a que tal relação apresentou um maior teor de sólidos solúveis no ensaio A.

No ensaio C, pode-se verificar pelos resultados obtidos que a temperatura ambiente e com um tempo de maceração de 17 horas deu um rendimento significativamente superior ao observado a 50 e 70 °C em 20 minutos. Um próximo teste foi realizado usando temperatura ambiente, diferentes relações de fruta:água e diferentes tempos de maceração.

A Tabela 4-5 mostra os rendimentos obtidos no ensaio D para extração da polpa de tamarindo.

Tabela 4-5 Resultado do ensaio D de extração a temperatura ambiente.

Ensaio D			
Ensaio	Relação fruta:água	Rendimento (%)	Tempo
Ensaio D-1	1:1	40,46	3 horas
Ensaio D-2	1:1,5	58,53	3horas
Ensaio D-3	1:2	65,42	3 horas
Ensaio D-4	1:1	39,8	5 horas
Ensaio D-5	1:1,5	37,2	5horas
Ensaio D-6	1:2	55,68	5 horas
Ensaio D-7	1:1	49,47	8 horas
Ensaio D-8	1:1,5	60,0	8horas
Ensaio D-9	1:2	73,65	8 horas
Ensaio D-10	1:1	46,36	15 horas
Ensaio D-11	1:1,5	55,42	15 horas
Ensaio D-12	1:2	63,66	15 horas
Ensaio D-13	1:1	44,62	20 horas
Ensaio D-14	1:1,5	67,2	20 horas
Ensaio D-15	1:2	68,9	20 horas

A pesar dos altos rendimentos de extração, as polpas obtidas mostraram problemas microbiológicos, embolorando em menos de sete dias após extração sob estocagem a 5 °C. Por tanto, conclui-se que à maceração a temperatura ambiente não poderia exceder 3 horas.

No ensaio E, foi avaliado o rendimento de extração nas temperaturas de ambiente e de 50 °C com um tempo de maceração de 3 horas e 20 minutos, respectivamente. A escolha de avaliação a 50 °C nesse ensaio foi dada devido a que no ensaio C, o rendimento de extração para 50 e 70 °C não apresentou diferença substancial, sendo que uma temperatura inferior preserva a qualidade do produto.

A Tabela 4-6, apresenta os resultados de extração do ensaio E.

Tabela 4-6 Resultado do ensaio E de extração.

Ensaio E	Temperatura	Relação	Rendimento (%)	Tempo	°Brix	pH
Ensaio E-1	Ambiente	1:1,5	73,30	3 horas	17,5	2,25
Ensaio E-2	Ambiente	1:2	79,8	3 horas	15,1	2,34
Ensaio E-3	50 °C	1:1,5	67,75	20 min	19,5	2,39
Ensaio E-4	50 °C	1:2	75,70	20 min	15,5	2,30

Embora a porcentagem do rendimento na temperatura ambiente foi maior, mesmo com maceração de 3 horas, estas polpas apresentaram valores de sólidos solúveis (°Brix) mais baixos e contagens microbiológicas muito altas (Tabela 4.11). Por tanto, foram escolhidas as condições de extração da polpa de tamarindo à temperatura de 50 °C e um tempo de maceração de 20 minutos com uma relação fruta:água de 1:1,5 por ter apresentado o maior valor de sólidos solúveis (°Brix) e contagem microbiológica mais baixa.

4.1.3 Caracterização físico-química da polpa de Tamarindo

Na Tabela 4-7 estão apresentadas as características físico-químicas mais relevantes da polpa de tamarindo, extraída nas condições selecionadas nas que apresentou as melhores características.

Tabela 4-7 Características físico-químicas da polpa de tamarindo.

Parâmetro	Valor
Proteínas (% p/p)	3,04
Cinzas (% p/p)	0,48
Umidade (% p/p)	95,6
Lipídios (% p/p)	2,13
Sólidos Solúveis (°Brix)	19,5
pH	2,39
Acidez total titulável (g Ac. Tartárico /100g)	0,91
Taninos (mg/100g)	540,29
L*(luminosidade)	40,84
a* (componente vermelho)	8,37
b* (componente amarelo)	16,80

Pode-se verificar também que alguns dos resultados obtidos, tais como o teor de proteína e lipídios estão no intervalo de valores reportados por Ishola (1990) e Shankaracharya (1998), que foram de 2,0-8,79% e 0,50-2,53%, respectivamente para cada 100 gramas de porção comestível.

4.2 Processamento da beterraba

4.2.1 Características físico-químicas do suco de beterraba

Na Tabela 4-8 estão apresentadas as características físico-químicas mais relevantes do suco de beterraba orgânico e o rendimento.

Tabela 4-8 Características físico-químicas e rendimento do suco de beterraba.

Parâmetro	Valor
pH	4,5
Cinzas (%)	0,6
Sólidos Solúveis (°Brix)	14,6
Sólidos totais (%)	13,4
pH	2,39
Acidez total titulável (g Ac. Acético /100g)	0,2
L*(luminosidade)	23,51
a* (componente vermelho)	5,07
b* (componente amarelo)	0,72
Betaninas (mg/100ml)	22,5
Rendimento (%)	58,9

Pode-se verificar também que alguns dos resultados obtidos, tais como o pH, betaninas, cinzas e acidez total titulável são semelhantes aos valores obtidos reportados por Koon, (2000) e Blenk, (1974) para amostras comerciais.

Os resultados dos valores médios de rendimento na extração do suco de beterraba apresentaram porcentagem semelhante com os valores obtidos por Koon, (2000) e com referência ao valor de °Brix, podemos dizer que houve diferença significativa entre o obtido e o reportado por Koon (2000) que foi de 8,1 °Brix.

4.3 Estudo da estabilidade do suco congelado de beterraba e da polpa congelada de tamarindo

Foram determinadas as características físico-químicas do suco congelado de beterraba e da polpa congelada de tamarindo, utilizados para a formulação dos “blends” durante três meses com o objetivo de avaliar o seu comportamento durante a vida de prateleira. A Tabela 4-9 mostra os resultados obtidos para o suco de beterraba e a Tabela 4-10 para a polpa de tamarindo.

Tabela 4-9 Características físico-químicas e estabilidade do suco de beterraba.

Análise	Tempo (dias)				
	0	15	30	60	90
Sol. solúveis (°Brix)	14,6	14,3	14,1	13,8	13,6
PH	4,5	4,6	4,5	4,5	4,3
A.T.T	0,2	0,2	0,23	0,21	0,25
L*(luminosidade)	23,51	23,21	23,5	22,6	22,6
A*	5,07	5,03	5,06	5,02	5,02
B*	0,72	0,72	0,72	0,73	0,82

A.T.T= acidez total titulavel (g ácido acético/100 g amostra).

Tabela 4-10 Características físico-químicas e estabilidade da polpa de tamarindo.

Análise	Tempo (dias)				
	0	15	30	60	90
Sol. solúveis (°Brix)	19,5	19,8	20,1	19,7	19,6
pH	2,39	2,36	2,39	2,35	2,33
A.T.T	0,91	0,91	0,91	0,93	0,89
L*(luminosidade)	40,84	40,7	40,82	40,81	40,71
A*	8,37	8,37	8,26	8,25	7,56
b*	16,80	16,5	16,2	16,7	17,1

A.T.T= acidez total titulavel (g ácido acético/100 g amostra).

Os resultados apresentados na Tabela 4-9 e na Tabela 4-10 mostraram pequenas variações em função do tempo de estocagem sem maiores conseqüências para a posterior formulação dos “blends” tamarindo:beterraba não apresentando aparentes alterações nas características de cor e aroma.

4.4 Análises microbiológicas

Os resultados das avaliações microbiológicas da polpa de tamarindo correspondente ao ensaio E estão mostrados na Tabela 4-11,

Tabela 4-11 Resultados das análises microbiológicas de bolores e leveduras, contagem padrão, coliformes totais e coliformes fecais do ensaio E de extração da polpa de tamarindo.

Ensaio	Coliformes totais (NMP/ml)	Coliformes fecais (NMP/ml)	Contagem Bolores e leveduras (UFC/ml)	Contagem Total (UFC/ml)
Ensaio E-1	<3	<3	$1,9 \times 10^4$	$1,7 \times 10^4$
Ensaio E-2	<3	<3	$1,3 \times 10^4$	$5,9 \times 10^3$
Ensaio E-3	<3	<3	$2,1 \times 10^3$	$1,2 \times 10^3$
Ensaio E-4	<3	<3	$4,1 \times 10^2$	$3,9 \times 10^3$

As amostras submetidas para análise microbiológica, correspondem aos ensaios da Tabela 4-11, acima descrita. As amostras analisadas nos ensaios E-1 e E-2 apresentaram contagem elevada de bolores e leveduras, sendo que as polpas correspondentes aos ensaios E-3 e E-4 estão dentro dos limites estabelecidos pela legislação vigente, a qual preconiza uma contagem máxima de bolores e leveduras de 10^4 UFC/ml para polpas in natura e dentro dos padrões higiênico-sanitários, estando, portanto, aptas para o consumo. Embora as amostras dos ensaios E-3 e E-4 se encontrassem aptas para o consumo, elas foram pasteurizadas objetivando uma boa conservação na estocagem. Posteriormente foi realizada uma nova análise microbiológica para verificar a redução das anteriores contagens e sua conformidade com os padrões. Desta vez se realizaram as análises de contagem total e bolores e leveduras, as quais são apresentadas na Tabela 4-12.

Tabela 4-12 Resultados das análises microbiológicas de bolores e leveduras, contagem padrão do ensaio E de extração da polpa de tamarindo pasteurizada.

Ensaio	Coliformes totais (NMP/ml)	Coliformes fecais (NMP/ml)	Contagem Bolores e leveduras (UFC/g)	Contagem Total (UFC/g)
Ensaio E-3	<3	<3	<10 UFC/g	<10 UFC/g
Ensaio E-4	<3	<3	30 UFC/g	<10 UFC/g

Os resultados obtidos na Tabela 4-12 mostraram que o número mais provável de coliformes totais e fecais por grama foi menor que 3 e os resultados das análises microbiológicas de bolores e leveduras dos ensaios E-3 e E-4 encontrá-se dentro dos limites permitidos pela legislação, após o qual as polpas foram congeladas e estocadas.

4.5 Formulação das misturas

Os dados do planejamento experimental foram analisados através da aplicação do módulo *Experimental Design* do programa de computador *Statistica*, versão 5.0 da empresa *Statsoft*, utilizando análise de variância (ANOVA) para a validação dos modelos. O nível de confiança adotado foi de 75%.

Contudo, observou-se que para todas as determinações, nenhuma das variáveis independentes apresentou diferencia significativa a um nível de confiança de 75%, com exceção do atributo acidez, para o qual a variável linear tamarindo apresentou-se significativa. As variáveis independentes também não apresentaram interações significativas entre si.

As análises de variância para cada variável dependente (atributo) apontaram a falta de correlação matemática dos resultados experimentais com o modelo matemático proposto pelo software.

Isto pode ser explicado pela falta de consenso dos provadores na avaliação dos atributos sensoriais, causada pela falta de treinamento desta

equipe sensorial. As notas sensoriais dos testes apresentaram grande amplitude de valores, mesmo realizando-se repetições, o que comprova a necessidade de treinamento da equipe ou de maior familiaridade com o produto.

Desta forma, as notas para cada atributo avaliados nas diferentes misturas foram “mascaradas” pela média, o que torna a análise dos resultados ineficaz utilizando a metodologia de superfície de resposta.

Entretanto, foram obtidas superfícies de resposta para cada atributo avaliado que indicaram a mesma tendência para a melhor formulação. Para isto as notas sensoriais foram normalizadas, considerando as notas que pertencessem ao intervalo de ± 1 desvio padrão em torno do valor médio.

Na Figura 4-1 é apresentado o gráfico da superfície de resposta que ilustra o atributo acidez sensorial o qual mostra a tendência das concentrações de tamarindo e beterraba que proporcionam o “blend” mais próximo do ideal, de acordo com a aceitação sensorial.

As concentrações ideais de tamarindo e beterraba, apontadas como as regiões vermelhas do gráfico mostrado na Figura 4-1, encontram-se próximas aos pontos centrais, que corresponde aproximadamente à utilização de 35% de polpa de tamarindo e 20% de beterraba como a formulação que teve uma maior aceitação sensorial.

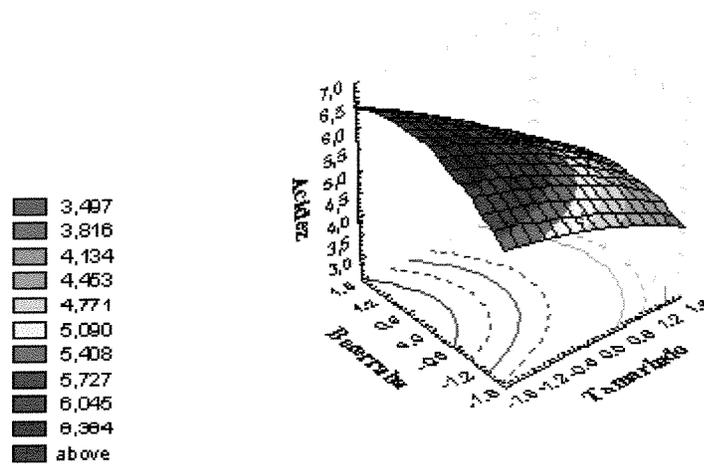


Figura 4-1 Gráfico da superfície de resposta para o atributo acidez sensorial no planejamento experimental de misturas do “blend” tamarindo-beterraba.

A Figura 4-2 apresenta o gráfico da superfície de resposta do atributo cor sensorial mostrando como tendência que, as concentrações de suco de beterraba proporcionam ao “blend” uma cor mais próxima do ideal, de acordo com a aceitação sensorial.

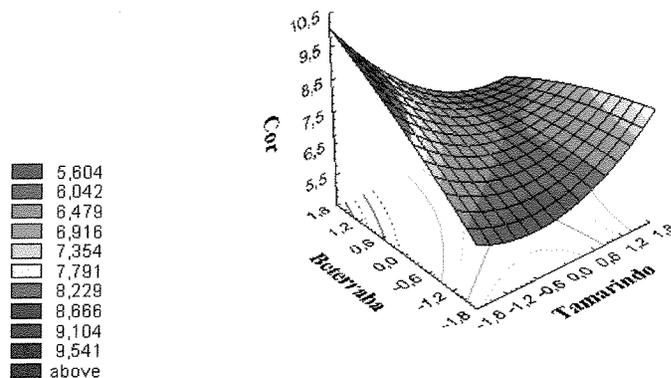


Figura 4-2 Gráfico da superfície de resposta para o atributo sensorial cor no planejamento experimental de misturas do “blend” tamarindo-beterraba

A Figura 4-3 apresenta o gráfico que ilustra o atributo sensorial aroma, mostrando a tendência das concentrações de tamarindo que proporcionam ao

“blend” uma característica apropriada mais próxima do ideal com a qual o “blend” poderia ter maior aceitabilidade sensorial pelos provadores.

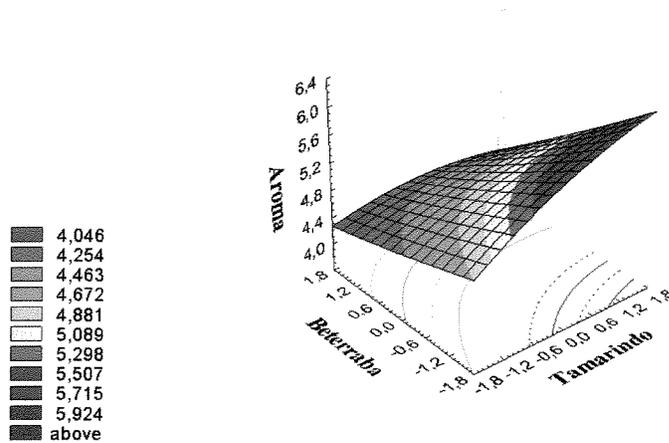


Figura 4-3 Gráfico da superfície de resposta para o atributo sensorial aroma no planejamento experimental de misturas do “blend” tamarindo-beterraba.

A Tabela 4-13 mostra as avaliações de sólidos solúveis (°Brix) e pH correspondentes às 11 formulações testadas dos “blends” de tamarindo-beterraba.

Tabela 4-13 Resultados das análises físico químicas realizadas em 11 formulações.

Amostra	Formulação	Sólidos solúveis (°Brix)	pH
Amostra 1	F-1	19,9	2,83
Amostra 2	F-3	20,0	2,93
Amostra 3	F-5	19,9	2,77
Amostra 4	F-8	20,0	2,92
Amostra 5	F-2	20,5	2,74
Amostra 6	F-6	20,1	2,87
Amostra 7	F-9	20,6	2,75
Amostra 8	F-10	20,3	2,78
Amostra 9	F-4	20,4	2,74
Amostra 10	F-7	20,6	2,80
Amostra 11	F-11	20,4	2,75

Os resultados nas análises de sólidos solúveis e pH nas diferentes formulações dos “blends”, mostrados na Tabela 4-13, não apresentaram diferença estatística significativa. A Tabela 4-14 apresenta as avaliações de cor realizadas nas 11 formulações testadas.

Tabela 4-14 Resultados das análises de cor realizadas nas diferentes formulações dos “blends”.

Amostra	Formulação	L*	a*	b*
Amostra 1	F-1	24,40	6,67	0,12
Amostra 2	F-3	24,99	7,66	0,58
Amostra 3	F-5	24,08	6,60	0,09
Amostra 4	F-8	24,85	6,97	0,84
Amostra 5	F-2	26,65	9,34	1,89
Amostra 6	F-6	25,14	9,36	0,57
Amostra 7	F-9	25,78	10,27	1,05
Amostra 8	F-10	27,51	9,53	2,87
Amostra 9	F-4	24,94	11,85	1,80
Amostra 10	F-7	25,54	11,00	1,66
Amostra 11	F-11	24,66	11,59	0,96

As análises de cor instrumental em relação à luminosidade não apresentaram diferença estatística significativa. Para os valores dos componentes a^* e b^* , as diferentes formulações mostraram uma diferença estatisticamente significativa, sobre tudo para o componente b^* que apresentou maior variabilidade. Observou-se de modo geral nas diferentes formulações maior intensidade da cor vermelha, verificado não só pelo aspecto visual, mas também através de determinação do parâmetro a^* e a variabilidade mostrada no componente b^* (cor amarela) pode-se atribuir às formulações com maior porcentagem de polpa de tamarindo.

4.6 Avaliação sensorial

A avaliação sensorial foi realizada mediante um teste de aceitação com escala hedônica não estruturada de 9 pontos; objetivando avaliar a aceitação sensorial das 11 formulações do “blend” tamarindo-beterraba com um número total de 35 provadores.

Os resultados obtidos são apresentados a seguir nas tabelas e gráficos respectivos. Cabe observar que nas tabelas a nomenclatura dada para cada amostra corresponde a uma determinada formulação.

A Tabela 4-15 apresenta os resultados obtidos na avaliação da aceitação da cor do “blend” tamarindo beterraba.

Tabela 4-15 Médias de aceitação de cor e freqüência das respostas, agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 1, 2 e 3.

COR				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 1	F-1	6.307 ^a \pm 1.740	10	80
Amostra 2	F-3	7.296 ^b \pm 1.343	3.7	93.5
Amostra 3	F-5	6.421 ^a \pm 1.636	14.3	78.6

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

O gráfico na Figura 4-4 mostra a distribuição das porcentagens de respostas obtidas pela aceitação de cor do “blend” tamarindo beterraba.

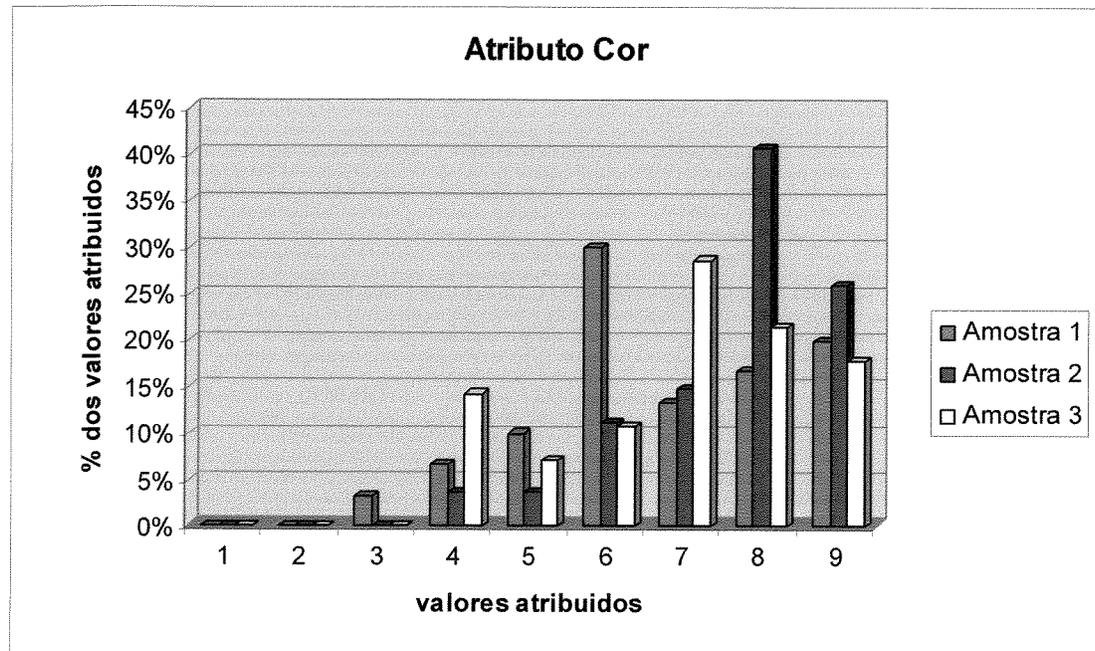


Figura 4-4 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20).

0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Os resultados obtidos na avaliação sensorial do atributo cor do “blend” mostraram a preferência por parte dos consumidores pela amostra 2, correspondente a 30% de suco de beterraba na formulação. Mostra-se também que não houve diferença significativa entre as amostra 1 e amostra 3.

A seguir, a Tabela 4-16 exprime os valores médios obtidos pela avaliação sensorial do sabor nos “blends” tamarindo-beterraba. A Figura 4-5 mostra a distribuição porcentual das respostas obtidas para a aceitação do sabor.

Tabela 4-16 Médias de aceitação de sabor e frequência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 1, 2 e 3.

SABOR				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Frequência de respostas em % (valores ≤ 4)	Frequência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 1	F-1	6.073 ^a \pm 1.692	10	70
Amostra 2	F-3	6.059 ^b \pm 2.011	21.1	74.0
Amostra 3	F-5	6.196 ^a \pm 1.529	3.6	75

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

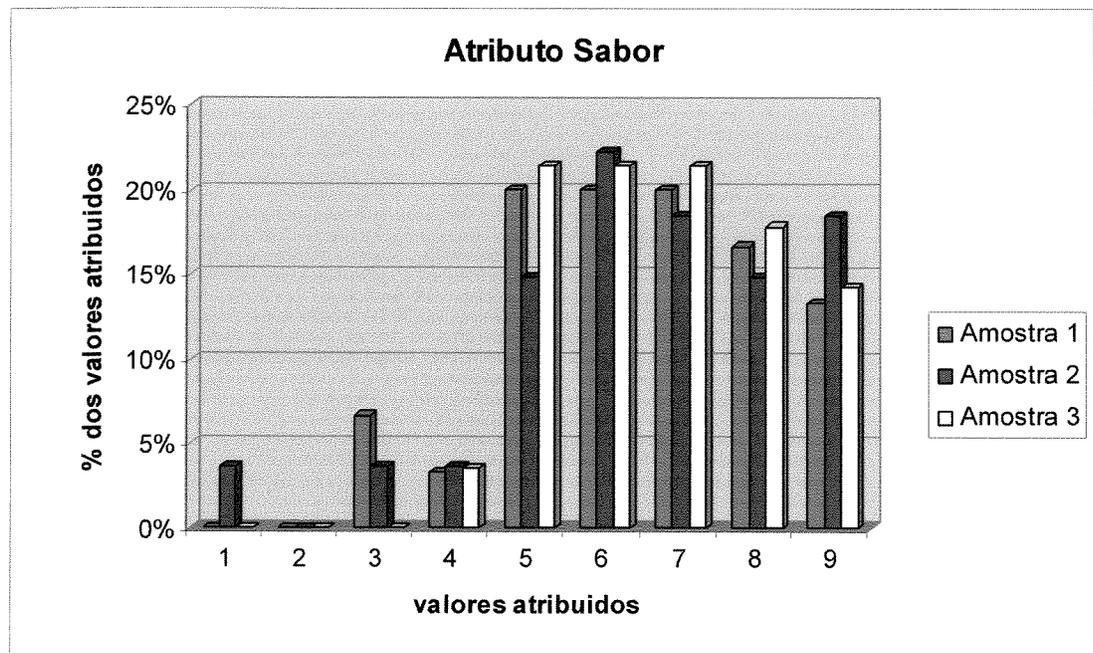


Figura 4-5 Percentagens de respostas referentes à aceitação de sabor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Os dados obtidos na avaliação sensorial do atributo sabor mostraram que existe uma tendência na preferência pela amostra 3. Existe também uma maior variação no caso da amostra 2.

A Tabela 4-17 apresenta os valores médios obtidos pela avaliação sensorial do atributo aroma e a distribuição das porcentagens é mostrada na Figura 4-6.

Tabela 4-17 Médias de aceitação de aroma e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≤ 6 para as amostras 1, 2 e 3.

AROMA				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 1	F-1	4.687 ^a \pm 2.238	33.3	40
Amostra 2	F-3	4.326 ^a \pm 2.459	51.8	44.4
Amostra 3	F-5	4.454 ^a \pm 2.082	46.5	39.3

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5% 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

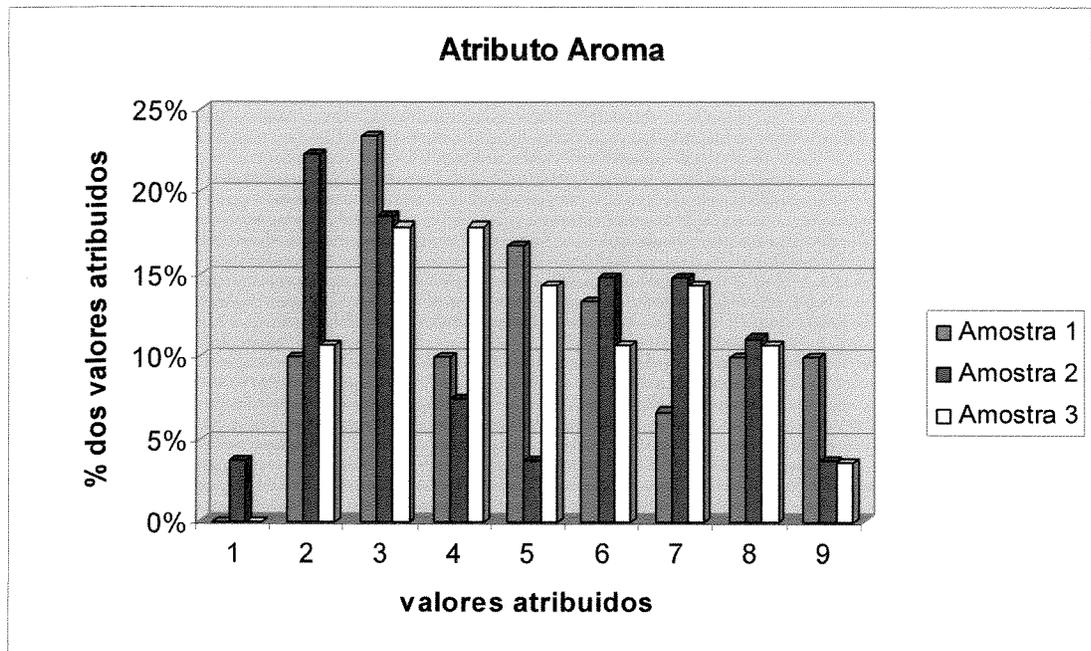


Figura 4-6 Percentagens de respostas referentes à aceitação de aroma para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Os resultados obtidos na avaliação do atributo aroma mostraram que não existe uma diferença significativa entre as amostras 1, 2 e 3. A amostra 2 apresenta uma maior variação devido ao fato de que a quantidade de respostas sensoriais no intervalo ≥ 6 foi menor que as respostas no intervalo ≤ 4 .

Os dados obtidos na avaliação sensorial referentes à aceitação da impressão global do “blend” são mostrados na Tabela 4-18. A Figura 4-7 expressa as porcentagens de respostas recebidas.

Tabela 4-18 Médias de aceitação de impressão global e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 1, 2 e 3.

IG				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 1	F-1	5.947 ^a \pm 1.482	10	66.7
Amostra 2	F-3	6.026 ^a \pm 1.934	11.1	66.7
Amostra 3	F-5	5.664 ^b \pm 1.316	7.1	71.4

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

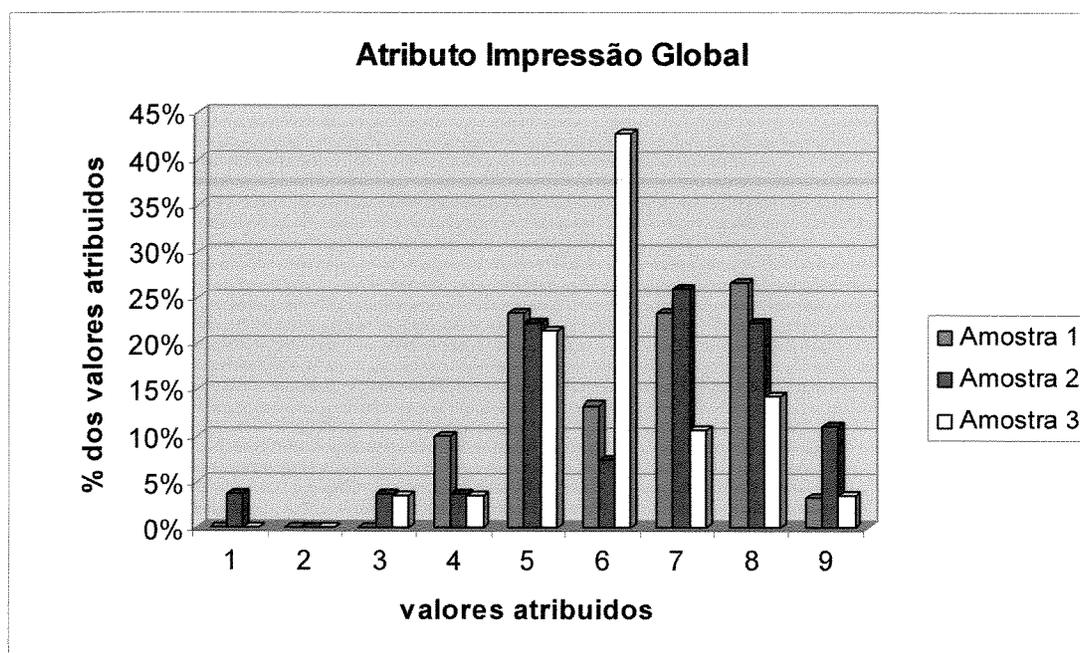


Figura 4-7 Percentagens de respostas referentes à aceitação de IG para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20).

0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Os resultados da avaliação da impressão global mostram que existe uma leve preferência de aceitação pelas amostras 1 e 2, embora a amostra 2 possua um desvio padrão maior que as outras duas amostras.

Os valores médios atribuídos pelos provadores quanto à acidez do produto encontram-se na Tabela 4-19. A Figura 4-8 mostra a distribuição percentual dos valores obtidos.

Tabela 4-19 Médias de aceitação de acidez e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 1, 2 e 3.

ACIDEZ				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 1	F-1	6.153 ^a \pm 1.887	20	66.7
Amostra 2	F-3	6.241 ^a \pm 2.184	18.5	74.1
Amostra 3	F-5	5.371 ^b \pm 2.079	25	57.1

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

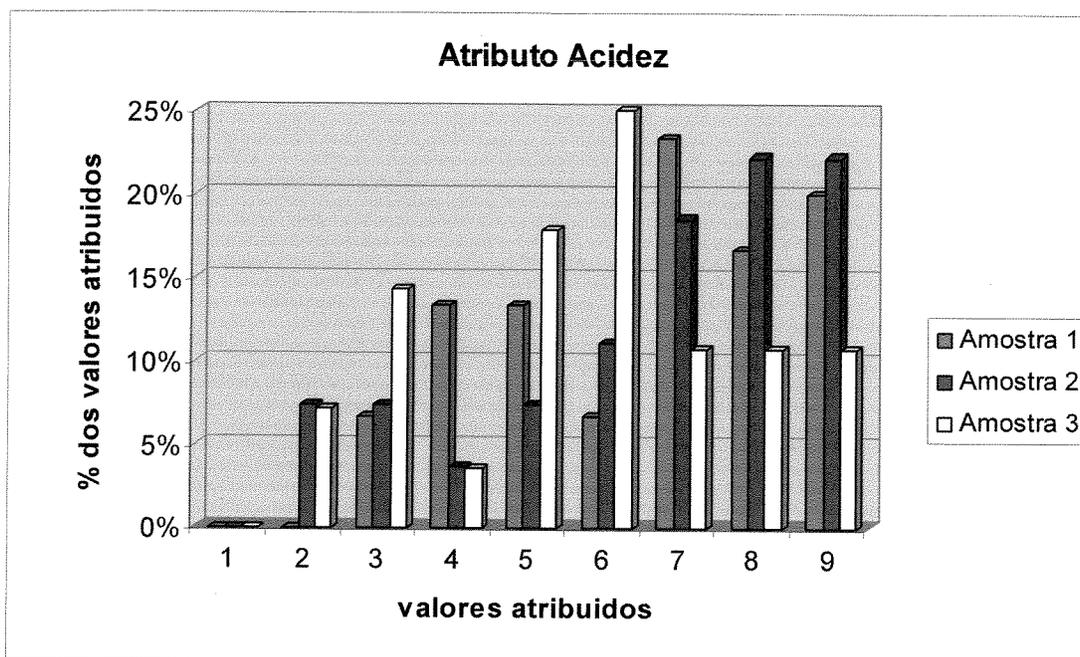


Figura 4-8 Percentagens de respostas referentes à aceitação de acidez para as amostras dos "blends" de tamarindo:beterraba Amostra 1 (25:10) Amostra 2 (25:30) Amostra 3 (35:20). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Houve uma diferença significativa quanto à aceitação do atributo acidez em relação à amostra 3, que apresentou uma menor preferência por parte dos

provadores. As mostras 1 e 2 não possuíram diferença estatística significativa entre elas. Isto pode ser justificado pelo fato da amostra 3 conter maior porcentagem de tamarindo na sua formulação.

Os dados obtidos na avaliação sensorial referente ao atributo cor do produto são expressos em valores médios na Tabela 4-20. A Figura 4-9 detalha a distribuição porcentual dos valores obtidos quanto à cor do produto.

Tabela 4-20 Médias de aceitação de cor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 4, 5 e 6.

COR				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 4	F-8	6.986 ^a \pm 1.311	0	89.3
Amostra 5	F-2	6.230 ^b \pm 1.772	10	73.3
Amostra 6	F-6	6.528 ^a \pm 1.599	3.1	78.1

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

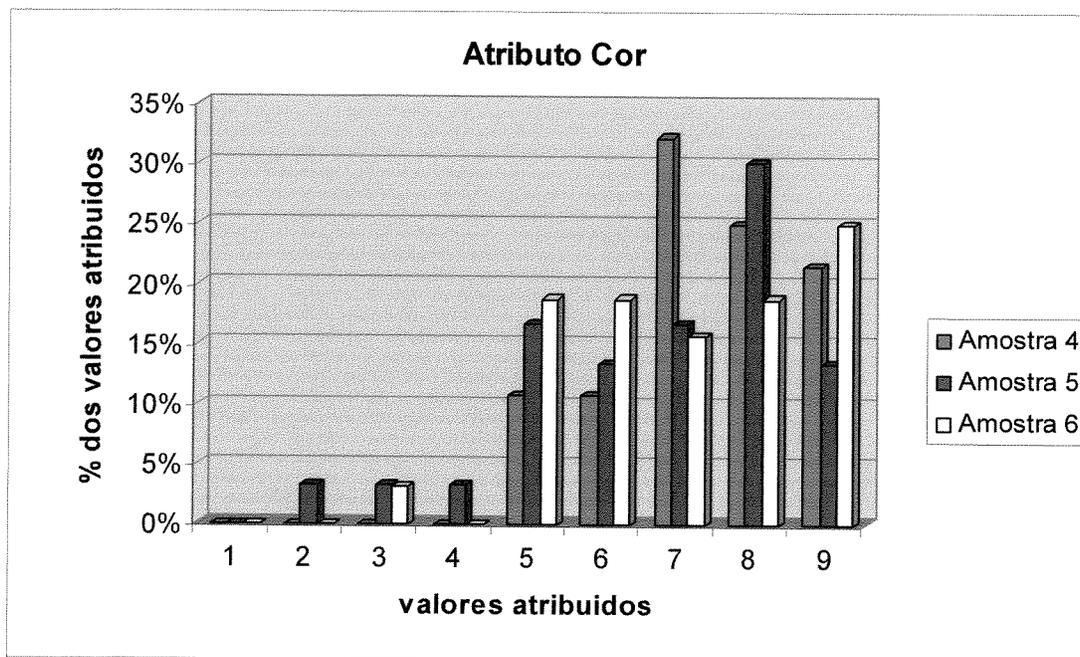


Figura 4-9 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

As amostras 4 e 6 foram as que tiveram maior preferência por conter uma maior porcentagem do suco de beterraba, o qual conferiu cor atraente ao produto. A amostra 5 teve uma menor aceitabilidade por apresentar uma cor mais escura conferida pela porcentagem de polpa adicionada na formulação.

Os valores médios obtidos na avaliação sensorial do atributo sabor para as amostras 4, 5 e 6 estão expressa na Tabela 4-21. A Figura 4-10 detalha a distribuição percentual dos valores obtidos quanto ao sabor do produto.

Tabela 4-21 Médias de aceitação de sabor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 4, 5 e 6.

SABOR				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 4	F-8	6.382 ^a \pm 1.658	10.7	71.4
Amostra 5	F-2	6.000 ^a \pm 1.671	13.3	70.0
Amostra 6	F-6	5.756 ^b \pm 2.053	21.9	59.4

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

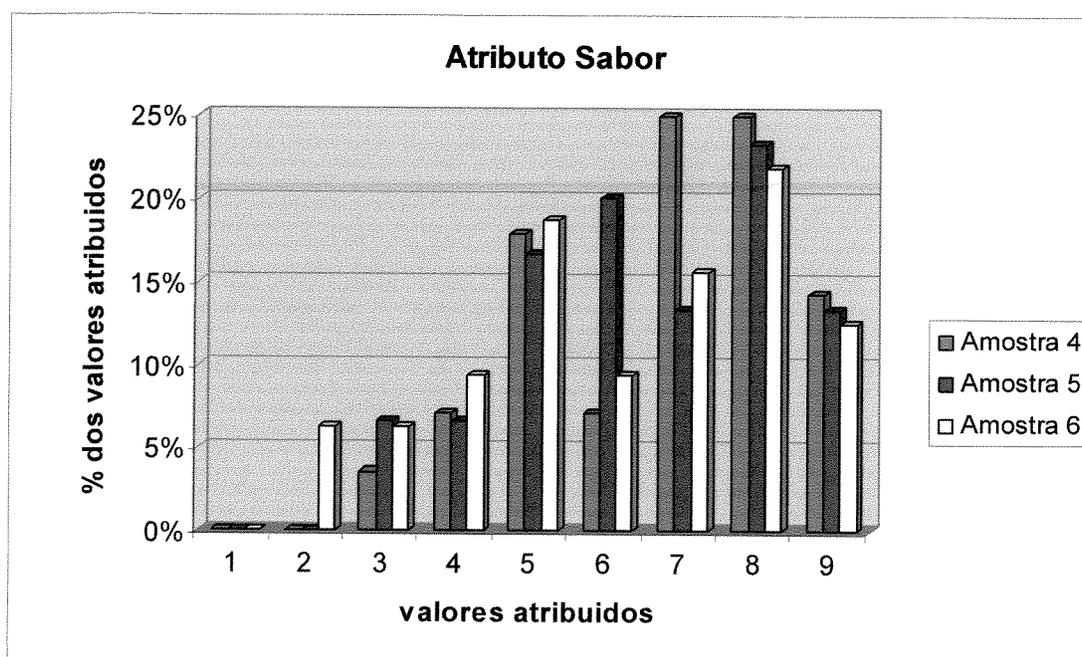


Figura 4-10 Percentagens de respostas referentes à aceitação de sabor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

As amostras 4 e 5 não apresentaram diferença estatística e tiveram médias superiores em relação à amostra 6, o que indica que não foi perceptível a grande variação existente na formulação das amostras 4 e 5. A amostra 6 apresentou uma maior variação, indicando uma flutuação maior das respostas.

As médias obtidas pela avaliação sensorial na aceitação de aroma nos produtos estão na Tabela 4-22. A Figura 4-11 representa a distribuição porcentual dos valores atribuídos à aceitação do aroma nas amostras 4, 5 e 6.

Tabela 4-22 Médias de aceitação de aroma e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 4, 5 e 6.

AROMA				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 4	F-8	4.468 ^a \pm 2.199	46.4	42.9
Amostra 5	F-2	5.580 ^b \pm 2.021	20	60
Amostra 6	F-6	4.969 ^a \pm 2.308	40.6	53.1

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

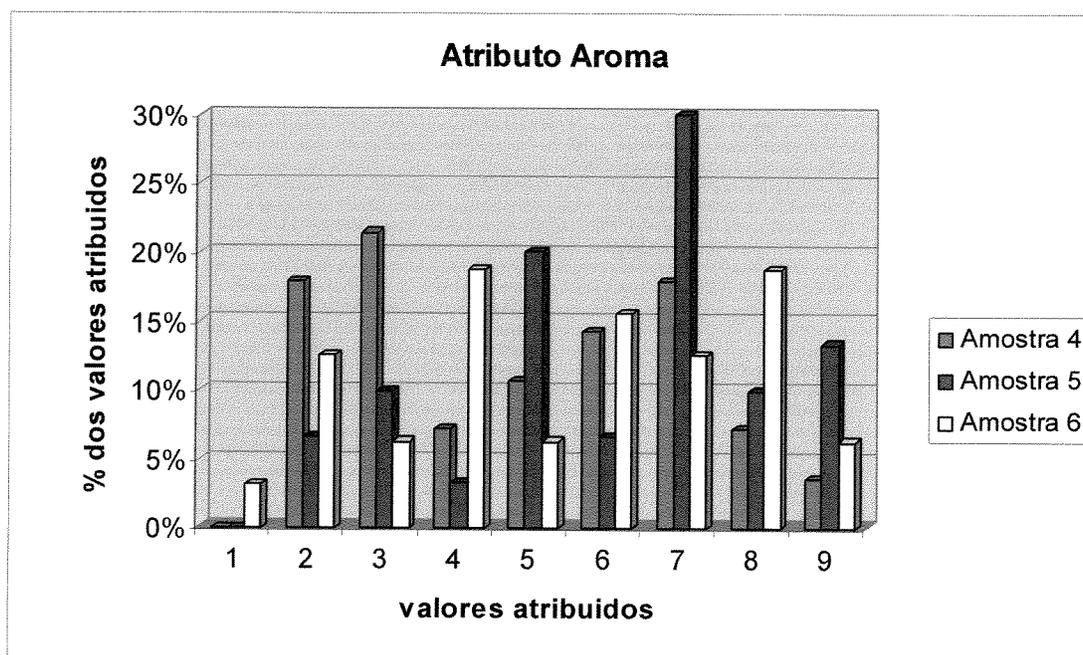


Figura 4-11 Percentagens de respostas referentes à aceitação de aroma para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Com relação ao aroma, as amostras 4 e 6 não apresentaram entre si diferença significativa pelos provadores, em comparação com a amostra 5 que

teve uma maior preferência por conter 45% de polpa de tamarindo na sua formulação.

As médias obtidas pela avaliação sensorial das amostras 4, 5 e 6 quanto a impressão global são mostradas na Tabela 4-23. A Figura 4-12 detalha a distribuição porcentual dos valores obtidos quanto à impressão global do produto.

Tabela 4-23 Médias de aceitação de impressão global e frequência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 4, 5 e 6.

IG				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Frequência de respostas em % (valores ≤ 4)	Frequência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 4	F-8	6.157 ^a \pm 1.323	3.6	75.0
Amostra 5	F-2	5.983 ^b \pm 1.557	16.7	73.3
Amostra 6	F-6	5.956 ^b \pm 1.786	15.6	65.6

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

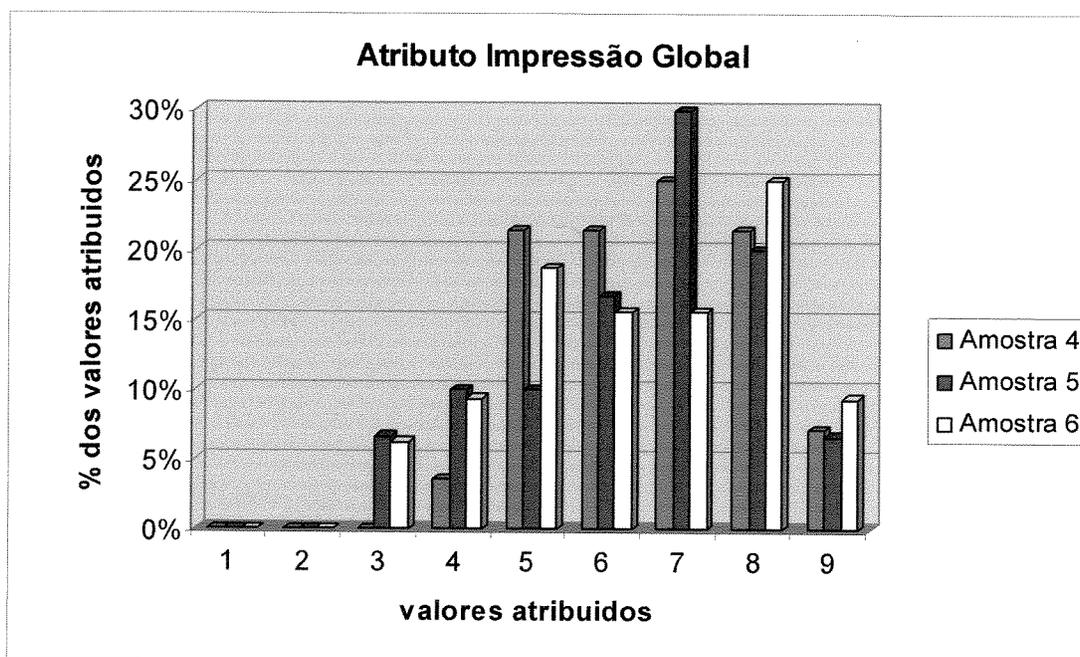


Figura 4-12 Percentagens de respostas referentes à aceitação de IG para as amostras dos "blends" de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Com relação à impressão global das amostras 4, 5 e 6, a primeira teve uma maior aceitação, apresentado também uma menor variação estatística nas avaliações. As outras amostras não apresentaram diferença significativa entre elas.

As médias das notas atribuídas às amostras 4,5 e 6 quanto à aceitação da acidez são mostradas na Tabela 4-24. A Figura 4-13 apresenta a distribuição porcentual dos valores obtidos na acidez do produto.

Tabela 4-24 Médias de aceitação de acidez e frequência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 4, 5 e 6.

ACIDEZ				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Frequência de respostas em % (valores ≤ 4)	Frequência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 4	F-8	6.136 ^a \pm 2.174	25	71.4
Amostra 5	F-2	4.953 ^b \pm 2.226	36.7	60.0
Amostra 6	F-6	5.753 ^c \pm 2.036	25.0	71.9

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

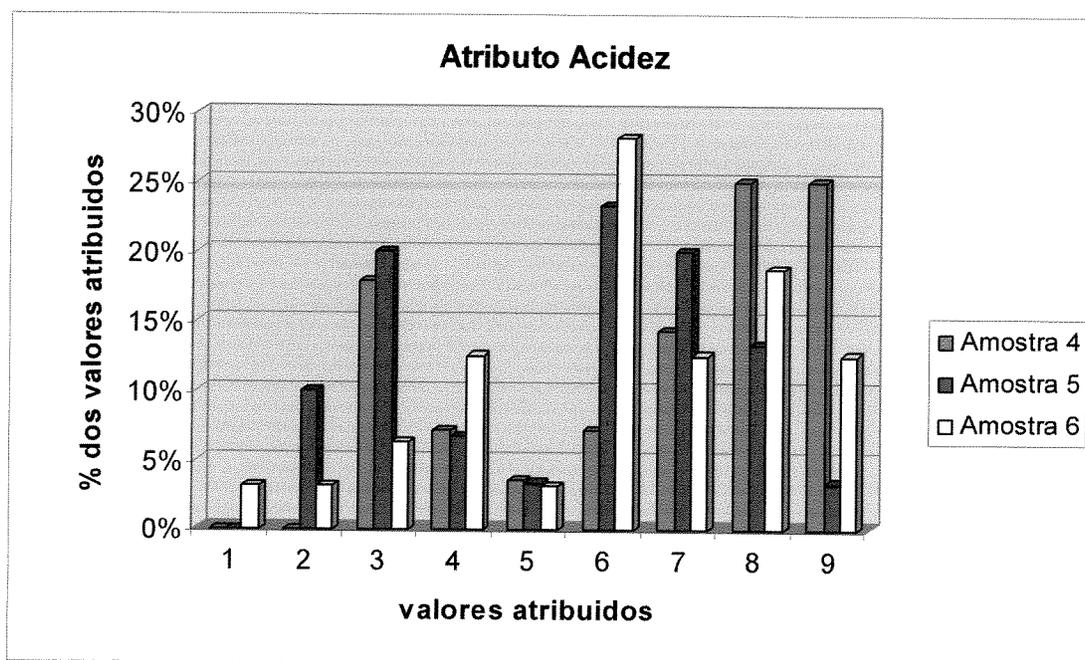


Figura 4-13 Percentagens de respostas referentes à aceitação de acidez para as amostras dos "blends" de tamarindo:beterraba Amostra 4 (21:20) Amostra 5 (45:10) Amostra 6 (35:20). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Em relação à acidez, a equipe de provadores teve uma maior variação na percepção da acidez do produto nas amostras 4, 5 e 6, sendo que a avaliação geral mostrou que existe uma maior preferência pela amostra 4 que contém na sua formulação 35% de tamarindo. A amostra 6 apresentou também um bom grau de aceitação nas respostas.

Os dados obtidos pela avaliação do atributo cor das amostras 7, 8 e 9 encontram-se expressos em valores médios na Tabela 4-25. A Figura 4-14 mostra a distribuição dos valores percentuais obtidos pela aceitação no atributo cor do produto.

Tabela 4-25 Médias de aceitação de cor e frequência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.

COR				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Frequência de respostas em % (valores ≤ 4)	Frequência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 7	F-9	6.452 ^a \pm 1.693	9.7	77.4
Amostra 8	F-10	5.442 ^b \pm 1.892	30.3	60.6
Amostra 9	F-4	5.932 ^c \pm 2.073	16.4	71.0

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

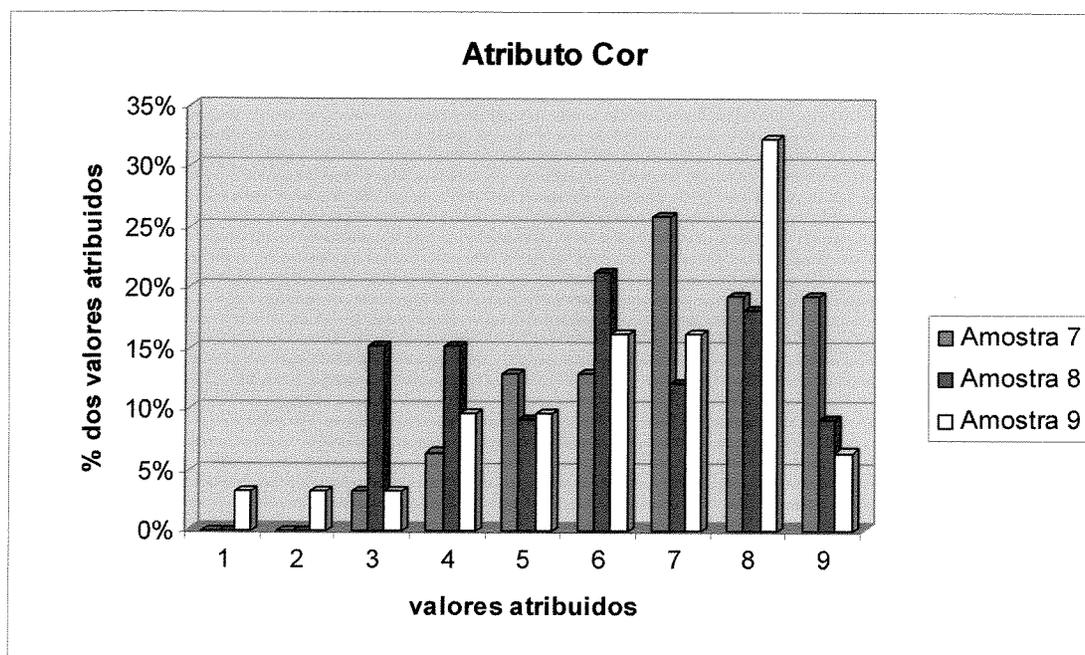


Figura 4-14 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo;

Quanto à cor do produto, a amostra 7 teve um maior grau de preferência nas avaliações, seguida pela amostra 9 e finalmente a amostra 8 que apresentou uma média de preferência menor com relação às outras duas. Estatisticamente, as três amostras apresentaram diferenças significativas, sendo que a amostra 9 teve uma maior variação na avaliação. Estes resultados mostraram que a porcentagem de suco de beterraba usado na formulação tem uma influência marcante na preferência dos consumidores.

Os dados obtidos na avaliação sensorial da aceitação do sabor nos produtos é expresso como médias na Tabela 4-26. A Figura 4-15 mostra a distribuição percentual dos valores obtidos pela aceitação sensorial do sabor das amostras 7, 8 e 9.

Tabela 4-26 Médias de aceitação de sabor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.

SABOR				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 7	F-9	4.997 ^a \pm 1.842	38.7	48.4
Amostra 8	F-10	5.791 ^b \pm 1.803	21.2	57.6
Amostra 9	F-4	4.755 ^a \pm 1.559	32.3	48.4

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

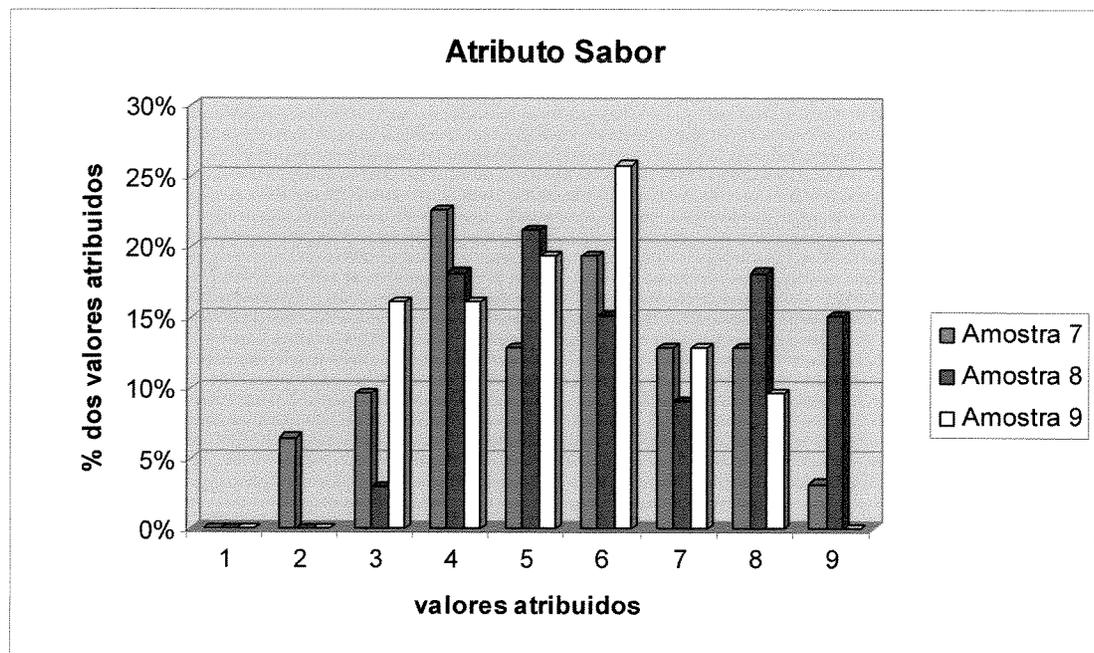


Figura 4-15 Percentagens de respostas referentes à aceitação de sabor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Quanto ao sabor, as amostras 7 e 9 tiveram menos preferência por parte dos provadores e não apresentaram diferença estatística significativa; em relação com a amostra 8, ela teve um grau de aceitação superior, apresentando diferença estatística em relação com as outras duas.

As médias obtidas pela avaliação sensorial dos produtos quanto ao aroma estão mostrados na Tabela 4-27. A Figura 4-16 apresenta a distribuição percentual atribuída pelos provadores quanto ao aroma nas amostras 7, 8 e 9.

Tabela 4-27 Médias de aceitação de aroma e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.

AROMA				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 7	F-9	4.710 ^a \pm 2.191	41.9	41.9
Amostra 8	F-10	5.524 ^b \pm 1.833	18.2	60.6
Amostra 9	F-4	4.777 ^a \pm 1.637	25.8	41.9

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

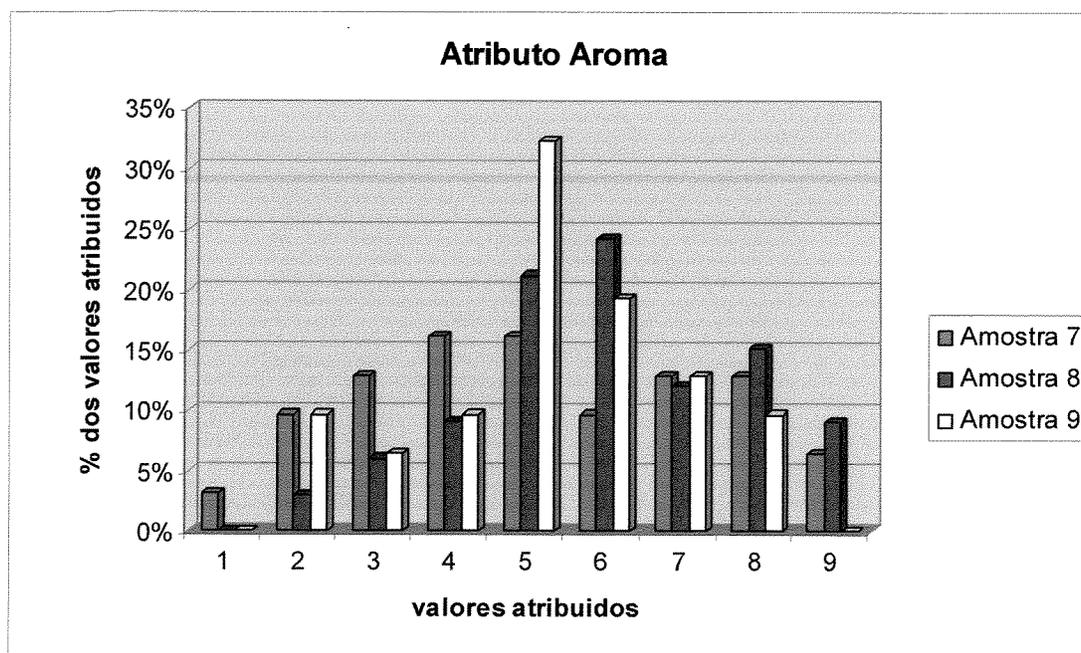


Figura 4-16 Percentagens de respostas referentes à aceitação de aroma para as amostras dos "blends" de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo

A amostra 8 teve uma maior aceitabilidade em comparação com as amostras 7 e 9, a que apresentou uma freqüência significativamente maior de respostas nos valores superiores a 6. Estatisticamente as amostras 7 e 9 não apresentaram diferença significativa entre elas, entanto que a amostra 8 teve uma diferença significativa em relação com as outras duas.

A avaliação sensorial expressa em médias com respeito ao atributo de impressão global encontra-se na Tabela 4-28. A Figura 4-17 refere-se à distribuição percentual dos valores dados no atributo impressão global das amostras 7, 8 e 9.

Tabela 4-28 Médias de aceitação de impressão global e frequência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.

IG				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Frequência de respostas em % (valores ≤ 4)	Frequência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 7	F-9	4.987 ^a \pm 1.917	35.5	54.8
Amostra 8	F-10	5.391 ^b \pm 1.616	18.2	48.5
Amostra 9	F-4	5.016 ^c \pm 1.289	12.9	48.4

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

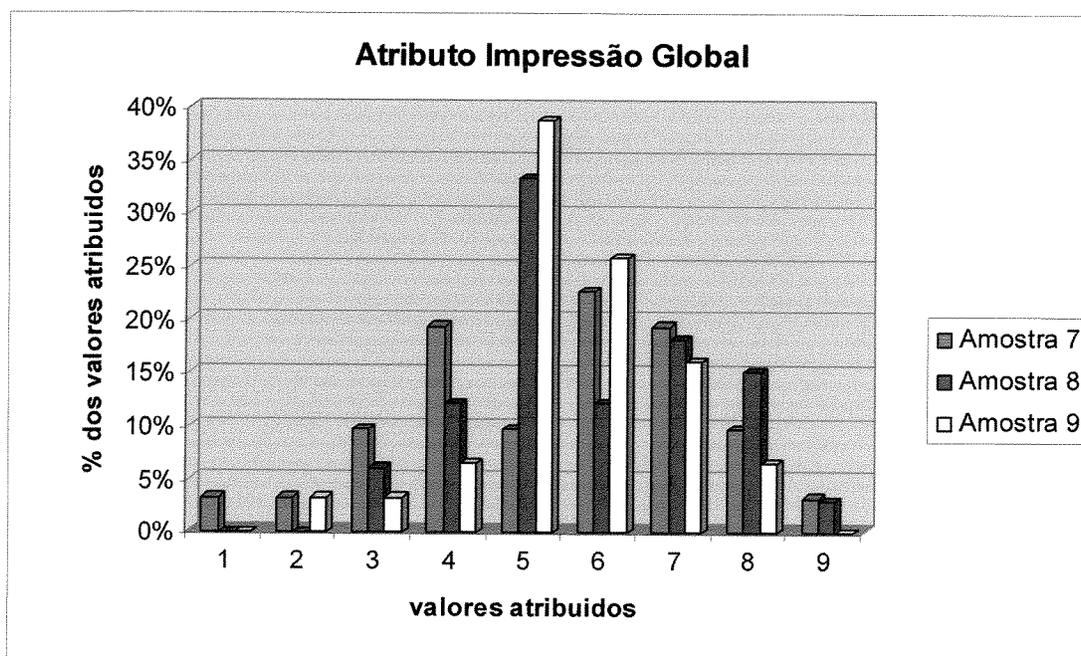


Figura 4-17 Percentagens de respostas referentes à impressão global para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Quanto à impressão global do produto, a amostra 8 teve uma preferência maior com relação às outras duas amostras. As amostras 7 e 9 tiveram uma média de aceitação muito próxima, embora o desvio padrão e a distribuição de freqüências em ambas indique uma variação nas avaliações.

Os dados obtidos pela avaliação sensorial do atributo acidez nas amostras 7, 8 e 9 encontram-se expressas na Tabela 4-29. A Figura 4-18 mostra a distribuição das porcentagens das respostas quanto a aceitação da acidez do produto.

Tabela 4-29 Médias de aceitação de acidez e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 7, 8 e 9.

ACIDEZ				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Frequencia de respostas em % (valores ≤ 4)	Frequencia de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 7	F-9	4.355 ^a \pm 2.277	51.6	32.3
Amostra 8	F-10	4.524 ^a \pm 2.279	48.5	39.4
Amostra 9	F-4	4.561 ^a \pm 2.080	41.9	41.9

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

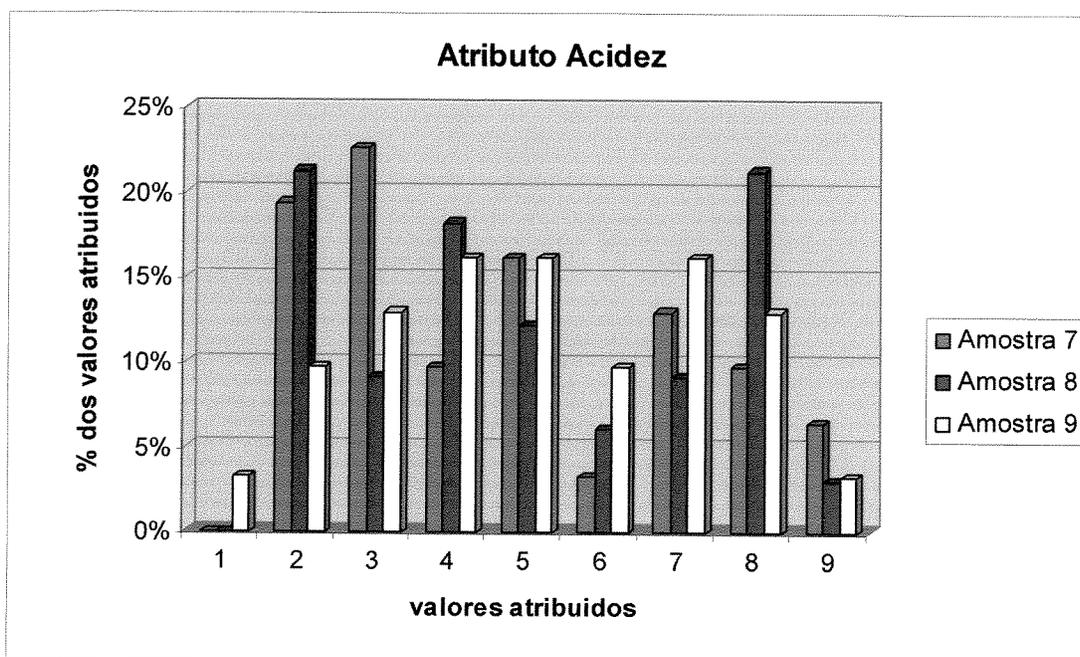


Figura 4-18 Percentagens de respostas referentes à aceitação de acidez para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 7 (49:20) Amostra 8 (35:6) Amostra 9 (45:30). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Na avaliação da acidez, as amostras não apresentaram diferença estatística significativa entre si. Existe uma ligeira tendência de preferência das amostras 8 e 9.

Na Tabela 4-30 são apresentados os dados obtidos na avaliação sensorial do atributo cor para as amostras 10 e 11. A Figura 4-19 apresenta a distribuição percentual dos valores obtidos pela aceitação sensorial da cor no produto.

Tabela 4-30 Médias de aceitação de cor e frequência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.

COR				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Frequencia de respostas em % (valores ≤ 4)	Frequencia de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 10	F-7	6.324 ^a \pm 1.721	12.1	84.8
Amostra 11	F-11	6.083 ^a \pm 1.837	10.0	73.3

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

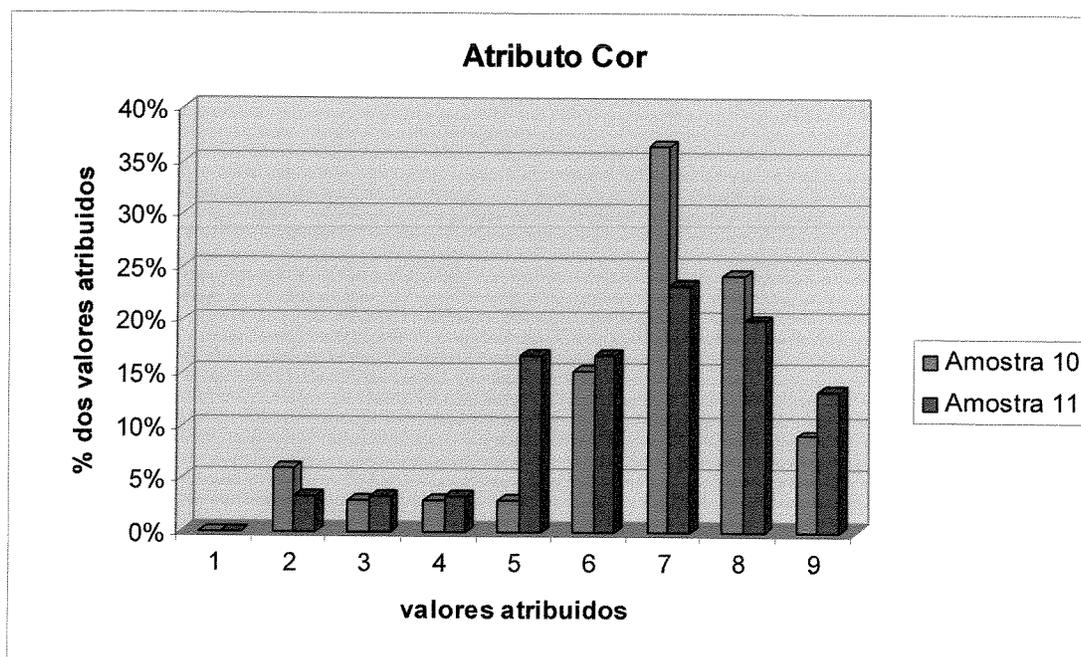


Figura 4-19 Percentagens de respostas referentes à aceitação de cor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

A avaliação do atributo cor nas amostras 10 e 11 mostra que não existe diferença estatística significativa entre ambas e a frequência de respostas em valores maiores a 6 refletem a preferência dos consumidores por ambos tipos de formulação nos quais proporções de suco de beterraba de 20% ou superiores.

Na Tabela 4-31 podem observar-se os dados obtidos na avaliação sensorial do atributo sabor para as amostras 10 e 11. A Figura 4-20 mostra a distribuição porcentual dos valores obtidos pela aceitação sensorial do atributo sabor.

Tabela 4-31 Médias de aceitação de sabor e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.

SABOR				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 10	F-7	5.494 ^a \pm 2.005	36.4	57.6
Amostra 11	F-11	4.597 ^b \pm 1.736	43.3	43.3

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

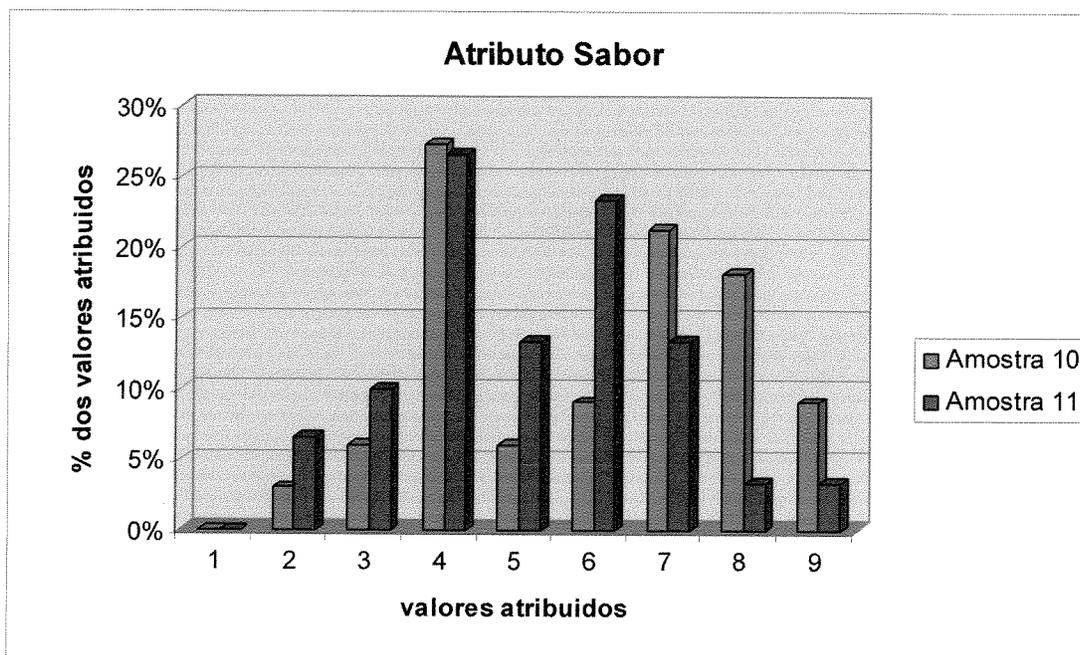


Figura 4-20 Percentagens de respostas referentes à aceitação de sabor para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Com relação à percepção do atributo sabor, pode-se concluir que as amostras apresentaram diferença estatística significativa entre si. Sendo que a amostra 10 teve uma preferência superior em relação à amostra 11.

As médias obtidas pela avaliação sensorial das amostras 10 e 11 são apresentadas na Tabela 4-32. A Figura 4-21 exprime os valores percentuais atribuídos pelos provadores quanto à aceitação de aroma nas amostras testadas.

Tabela 4-32 Médias de aceitação de aroma e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.

AROMA				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 10	F-7	4.994 ^a \pm 1.807	30.3	42.4
Amostra 11	F-11	3.940 ^b \pm 1.978	49.7	30.0

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

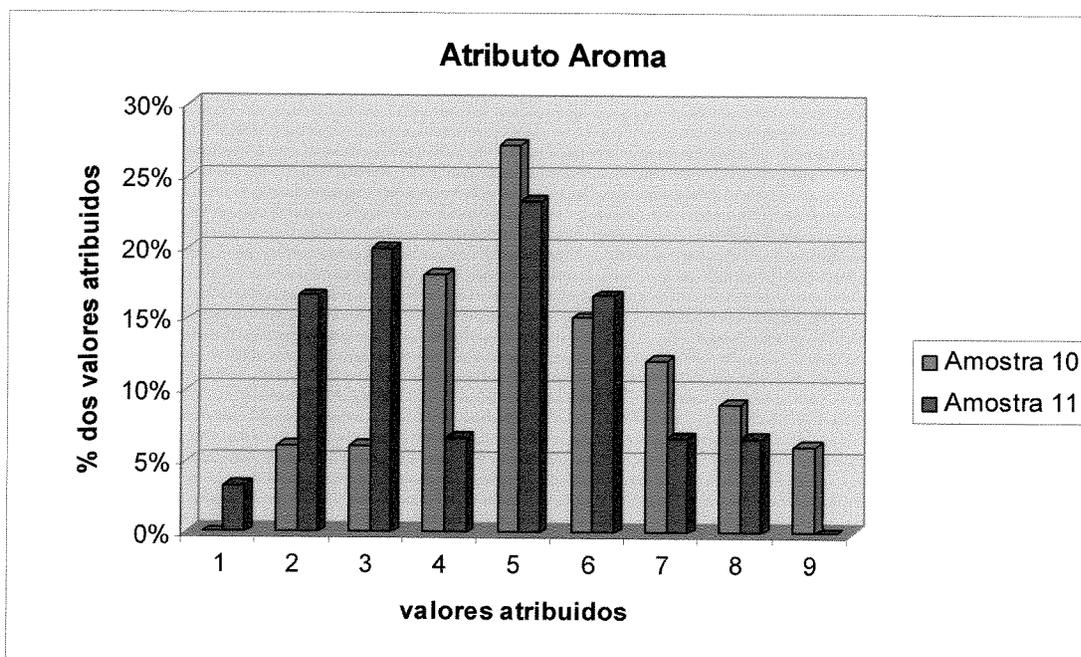


Figura 4-21 Percentagens de respostas referentes à aceitação de aroma para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

Com relação à percepção do atributo aroma, pode-se concluir que as amostras 10 e 11 apresentaram diferença estatística significativa entre si. Tanto a frequência de respostas em porcentagem para valores superiores a 6 como a média superior mostraram uma maior preferência pela amostra 10.

As médias obtidas pela avaliação sensorial das amostras 10 e 11 quanto à impressão global estão mostradas na Tabela 4-33. A Figura 4-22 exprime os valores percentuais atribuídos pelos provadores quanto a impressão global das amostras testadas.

Tabela 4-33 Médias de aceitação de impressão global e freqüência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.

IG				
Amostras	Formulação	Média \pm desvio padrão	Freqüência de respostas em % (valores ≤ 4)	Freqüência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 10	F-7	5.491 ^a \pm 1.613	18.2	63.6
Amostra 11	F-11	4.873 ^b \pm 1.744	40	46.7

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

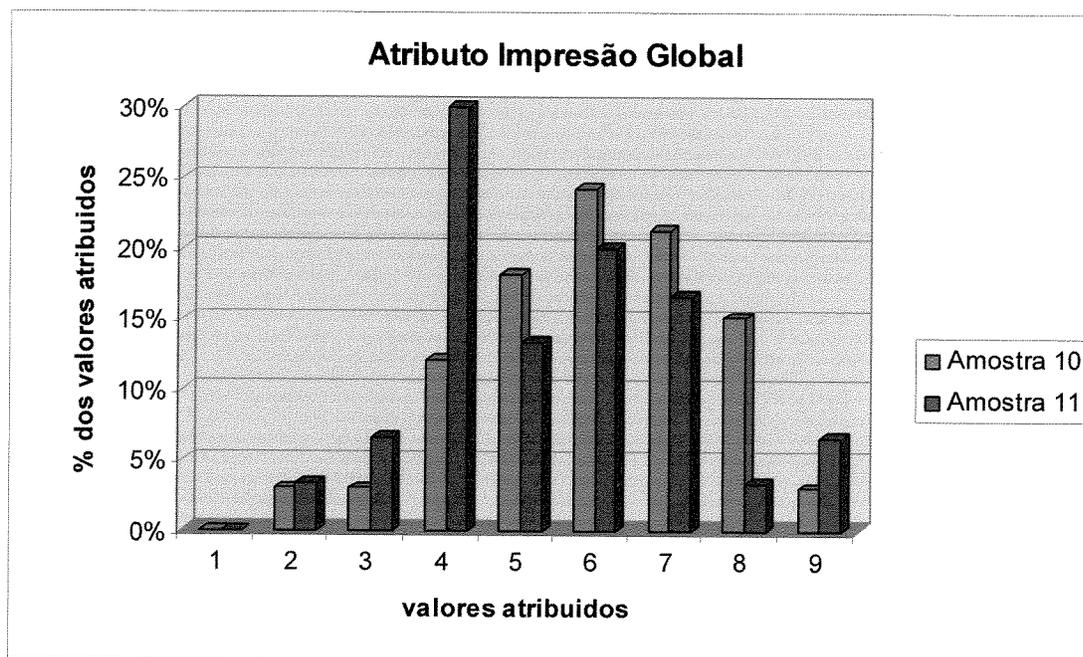


Figura 4-22 Percentagens de respostas referentes à aceitação de impressão global para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

As amostras 10 e 11 apresentaram diferença significativa entre elas, sendo que a média de preferência da amostra 10 foi superior. A distribuição de freqüências indica também que a amostra 10 foi a mais preferida pelos provadores.

Os dados obtidos na avaliação sensorial do atributo acidez nas amostras 10 e 11 estão refletidas na Tabela 4-34. A Figura 4-23 mostra a distribuição em valores percentuais obtidos pelo atributo acidez nas amostras testadas.

Tabela 4-34 Médias de aceitação de acidez e frequência das respostas agrupadas em valores ≤ 4 e ≥ 6 para as amostras 10 e 11.

ACIDEZ				
Amostras	Formulação	Media \pm desvio padrão	Frequência de respostas em % (valores ≤ 4)	Frequência de respostas em % (valores ≥ 6)
Amostra 10	F-7	5.618 ^a \pm 2.170	30.3	63.6
Amostra 11	F-11	5.300 ^b \pm 1.666	29.7	50.0

*Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

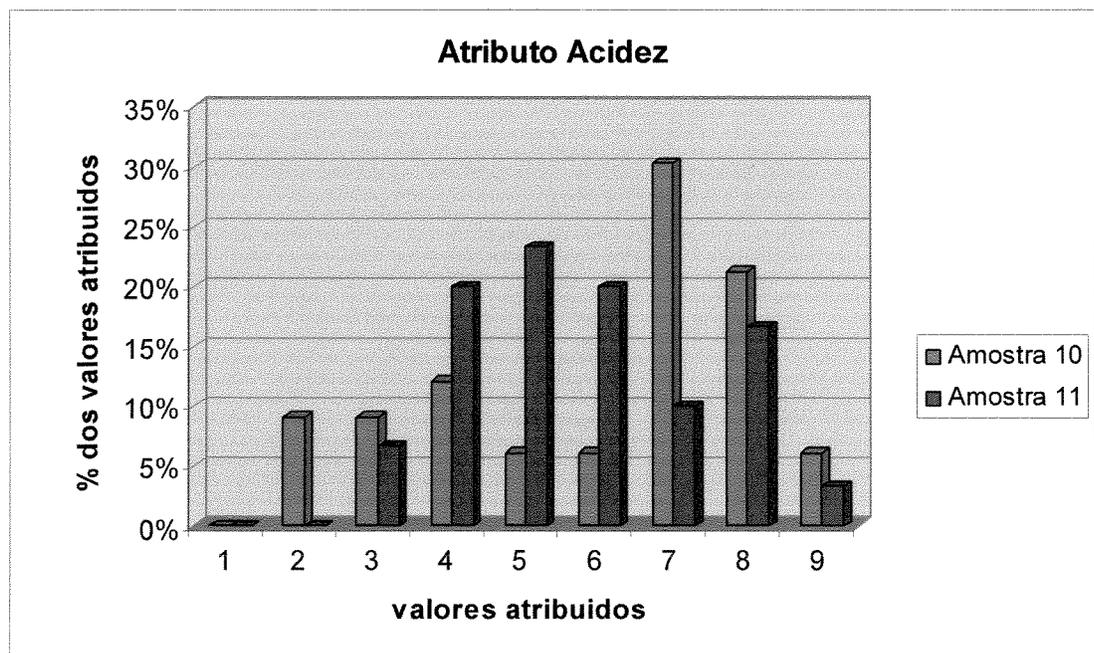


Figura 4-23 Percentagens de respostas referentes à aceitação de acidez para as amostras dos “blends” de tamarindo:beterraba Amostra 10 (35:20) Amostra 11 (35:34). 0 = desgostei muitíssimo 9 = gostei muitíssimo.

O atributo acidez para as amostras 10 e 11 apresentou diferença estatística entre elas. A amostra 10 foi a mais preferida pelos provadores, embora a variação das avaliações foi maior que no caso da amostra 11.

Após a análise sensorial realizada nas 11 formulações de “blends”, concluí-se que as amostras que apresentaram maior aceitabilidade pelos provadores foram as amostras 6 e 10 que correspondem às formulações F-6 e F-7, respectivamente. Ambas formulações correspondem aos pontos centrais do planejamento experimental, as que estão compostas de 35% de tamarindo e 20% de beterraba. Estatisticamente, essas amostras apresentaram os menores coeficientes de variação obtidos a partir das médias globais de cada atributo para cada formulação. Tal fato indicaria que a avaliação de ambas formulações teve menor flutuação nas notas assinadas por cada provador para os diferentes atributos. Também, elas tiveram valores de média e desvio padrão muito próximo, o que indicaria a repetibilidade de ambas avaliações.

4.6.1 Intenção de compra

Avaliação da intenção de compra é um dado importante no desenvolvimento de um novo produto. Os valores médios atribuídos à intenção de compra nas diversas amostras são apresentados na Tabela 4-35.

Tabela 4-35 Médias da pontuação quanto à Intenção de compra.

Amostra	Formulação	Média ± desvio padrão
Amostra 1	F-1	2,57 ^a ± 0,655
Amostra 2	F-3	3,21 ^b ± 1,304
Amostra 3	F-5	2,70 ^a ± 0,776
Amostra 4	F-8	3,15 ^c ± 0,936
Amostra 5	F-2	2,46 ^a ± 0,504
Amostra 6	F-6	3,70 ^d ± 0,381
Amostra 7	F-9	2,37 ^e ± 0,801
Amostra 8	F-10	2,28 ^e ± 0,479
Amostra 9	F-4	2,49 ^a ± 0,763
Amostra 10	F-7	3,65 ^d ± 0,480
Amostra 11	F-11	2,05 ^e ± 0,799

Médias seguidas de letras distintas diferem entre si ao nível de significância de 5%. 1 = definitivamente não compraria; 2 = provavelmente não compraria; 3 = talvez sim/tal vez não; 4 = provavelmente compraria; 5 = definitivamente compraria.

Através dos resultados analisados pode-se dizer que as amostras 6 e 10 (formulações F-6 e F-7) não deferiram estatisticamente entre si, apresentado uma intenção de compra com valores observados de 3,7 e 3,65, respectivamente, estando próximo a 4 (provavelmente compraria). As demais amostras apresentaram valores próximos de 3 e 2 o que significaria uma menor intenção de compra.

4.7 Caracterização físico-química do “blend” tamarindo-beterraba

A Tabela 4-36 mostra as características físico-químicas do “blend” tamarindo-beterraba composto de 35% de tamarindo e 20% de beterraba conforme às formulações F-6 e F-7 que foram escolhidas na avaliação sensorial

Tabela 4-36 Características físico-químicas do “blend” ideal tamarindo-beterraba.

Parâmetro	Valor
pH	2,75
Proteínas (%)	0,73
Lipídios (%)	0,12
Fibras totais (%)	1,25
Cinzas (%)	0,73
Sólidos Solúveis (°Brix)	19,8
Sólidos totais	19,0
Acidez total titulável (g Ac. tartárico /100g)	0,38
Betaninas (mg/100 ml).	3,97
L*(luminosidade)	24,98
a* (componente vermelho)	9,49
b* (componente amarelo)	1,84

Os resultados das avaliações, realizadas quanto a estabilidade do “blend” ideal tomados nos tempos de 0, 30, 60 e 90 dias são mostrados na Tabela 4-37.

Tabela 4-37 Características físico-químicas e estabilidade do “blend” ideal tamarindo-beterraba.

Análise		Tempo (dias)			
		0	30	60	90
S.S. (°Brix)	E	20,2	20,3	20,5	19,8
	N	19,8	19,7	19,3	19,5
pH	E	2,77	2,72	2,83	2,85
	N	2,75	2,78	2,67	2,76
A.T.T	E	0,36	0,34	0,33	0,34
	N	0,38	0,36	0,36	0,34
Sólidos totais (% p/p)	E	19,2	19,0	18,9	19,1
	N	19,0	19,0	19,1	18,9

Amostra E = “blend” com EDTA. N = “blend” sem aditivos;

S.S.=sólidos solúveis; A.T.T= acidez total titulavel(g ácido tartárico/100 g amostra).

Na Tabela 4-37 pode-se observar que o teor de sólidos solúveis permaneceu estável ao longo do tempo para o “blend” com EDTA e para o “blend” sem aditivos. Em referência ao pH, este manteve-se constante no “blend” sem aditivos e no caso do “blend” com EDTA o pH apresentou um ligeiro incremento. Em relação ao teor de sólidos solúveis e acidez total titulável, foi observado que não houve variação ao longo dos diferentes tempos nos que foram avaliados os “blends”.

4.8 Análise microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas dos “blends” tamarindo-beterraba são mostrados na Tabela 4-38.

Tabela 4-38 Resultados das análises microbiológicas de contagem total e bolores e leveduras do “blend” ideal Tamarindo-beterraba.

Amostra	Contagem Bolores e leveduras (UFC/ml)	Contagem Total (UFC/ml)
Amostra E*	<10	<10
Amostra N*	10	<10
Amostra E**	<10	<10
Amostra N**	10	<10

Amostra E = “blend” com EDTA. N = “blend” sem aditivos

* Avaliação microbiológica no início

** Avaliação microbiológica após 90 dias

De acordo com os resultados mostrados na Tabela 4-38, ambos “blends” permaneceram comercialmente estéreis, sendo possível garantir a estabilidade microbiológica do produto durante o armazenamento pois as análises realizadas garantem a qualidade microbiológica do produto ao longo do tempo.

Conclusões Gerais

O presente trabalho de pesquisa fornece resultados interessantes com base nos quais conclui-se que:

No processo de extração foram determinadas como condições ideais de extração as seguintes: relação fruta:água de 1:1,5 a temperatura de 50 °C e tempo de maceração de 20 min. Processando a estas condições de extração obteve-se uma polpa com 67,75% de rendimento médio e valor de sólidos solúveis de 19,5 °Brix. A polpa extraída nessas condições apresentou características homogêneas com aroma característico da fruta.

Quanto a formulação do “blend” tamarindo-beterraba conclui-se, com base no planejamento experimental e na avaliação sensorial através dos testes de aceitação, que a formulação próxima do ideal é 35:20 (polpa de tamarindo:suco de beterraba) com 20 °Brix. Resultando num produto com características sensoriais e nutritivas atraentes para os consumidores.

O produto desenvolvido na presente pesquisa pode ser aceito pelos consumidores, fornecendo assim um produto com apelos sensoriais de sabor, cor e aroma atraentes e conteúdos nutricionais saudáveis.

Referências Bibliográficas

1. ÁLVARES . F. N. P. **On-Line**. Diário do Comércio de Rio de Janeiro. Disponível em:
http://www.fnp.com.br/fnp/notasnoticias/segunda_feira_09/09/2002. Acesso em 10/12/2002.
2. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis**. 14th ed. Arlington, VA, USA, 1984.
3. AOAC (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis**. 16th ed. Washington, USA, 1995, v.1-2.
4. AOAC. (Association of Official Analytical Chemists). **Official Methods of Analysis**. Edited by Patricia Cunniff. 16th ed. 3rd, cap.37, 1997. v.2.
5. BENERO, J. R. A mechanical method for extracting tamarind pulp. **Puerto Rico Agricultural Journal**, n. 56(2), p. 185-186, 1972.
6. BLIGH, E.G; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Can. Journal of Biochemical Physics**, n. 37, p. 911-917, 1959.
7. BOBBIO, P. A.; BOBBIO, F. O. **Química do processamento de alimentos**, 1995.
8. BRASIL (1994). Brasil – Ministério da Agricultura. Lei No. 8.918 de 14 de Julho de 1994.
9. CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Museu Paraense Emílio Goeldi, Belém, 1991.
10. CHATURVEDI, A. N.; BHATT, D. N.; MISHRA, C.M.; SINGH, S.L. Root development in some tree species on user soils. **Journal of Tropical Forestry**, n. 2(2), 119-130, 1986.

11. CLAY J. W.; SAMPAIO P. T. B.; CLEMENT, C. R. **Biodiversidade Amazônica – exemplos e estratégias de utilização**; Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA) e SEBRAE. 2000. 409 p.
12. COSTA A.; IGARASHI, G.; MALUF. W. Boletim técnico de hortaliças. Universidade Federal de Lavras – UFLA. n. 59, p. 1-11. 2000.
13. CURIA, A. V; HOUGH, G.; MARTINEZ, M. C.; MARGALEF, M. I. How Argentine consumers understand the spanish translation of the 9-point hedonic scale. **Food Quality and Preference**, v.12, n. 3, p.217-221, 2001.
14. CZAPSKY, J. Productions of good quality juice from beetroot. **Frzemysse-Fermentacygny-i-Owocowo-Warzyzny**, n. 23(11), p. 23-25, 1979.
15. FAN-YUNG, A. F.; KHOTIVANI, A. V. Changes in betaine during the production of beetroot juice. **Izvestiya- Vysshikh-Uchebnykh-Zavedenii, Pishchevaya-Tekhnologia**, n. 6, p. 152-153, 1975.
16. FAN-YUNG, A. F.; SOLOID, M. E.; KHOTIVANI, A. V. Improved technology and biological value of beetroot juice. **Konservnaya-Ovoshchesushi'naya-Promyshlennost**, n. 6, p.41-42, 1973.
17. FAVERET P.; TEXEIRA E.; LIMA DE PAULA, R. Agroindústria: exportações de sucos e polpas. Informe setorial. Dez./2000. p .1-5.
18. FEUNGCHAN, S., YIMSAWAT, T., CHINDAPRASERT, S & KITPOWSONG, P. Studies on the color change of tamarind pulp in storage. Thai, **Journal of Agricultural Science**, special issue, n. 1, p. 52-56, 1996.
19. FERREIRA, V. L. P. **Princípios e aplicações da colorimetria em alimentos**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, Instruções Técnicas n.19, p.42, 1991.
20. FRANCO, G. **Tabela de composição química dos alimentos**. 9ª ed. Rio de Janeiro. Livraria Atheneu Editora. 307 p. 1992.

-
21. GRAJEK, W.; WALKOWIAK, D.; CZAPSKI, J. Changes in pigment content in Red Beet juice denitrified by para-coccus denitrificans. **Fruit Processing**, n. 10, p. 400-404, 1997.
22. KIRK, R.; SAWYER, R.; **Pearson's composition and analysis of food**. 9th Edition. Longman, London, 1991.
23. KOON, A. F. **Processamento e caracterização de néctar misto de frutas e hortaliças (beterraba, cenoura, carambola e morango)**. 2000. Tese (Mestrado)-Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000,
24. KORGO, A. Development of consumption and raw materials. Till today and in the future. **Fruit Processing**, v. 6, n. 12, p. 478-481, 1996.
25. KHURANA, A. L.; HO C. T. HPLC analysis of nonvolatile flavor components in tamarind, Tamarindus indica l. **Journal of Liquid Chromatography**. V. 12 n. 3, p. 419-430, 1989.
26. LOPEZ, A.; JOHNSON, J. M. Apple-grapefruit juice products. **Research Division Bulletin**. Virginia Polytechnic Institute and State University Blacksburg, Virginia, EUA, p. 27, 1971.
27. LUH, B. S.; EL-TINAY, A. L. Nectars, pulpy juices and fruti juice blends. In: NAGY, S., CHEN, C; SHAN, P. E. **Fruit Juice Technology**. AGSCIENCE, INC. AUBURDALE, Florida, 1993.
28. MAIA, M. L. Mercado de frutas é pouco explorado no Brasil. **Jornal O Estado de S. Paulo**. São Paulo, 30 jul. 1997, p. 15.
29. MAIN, G. M. F.; MORRIS, J.; McNEW, R. Quality and stability of blueberry juice blended with apple, grape and cranberry juice. **Journal of Food Quality**. v. 24, n. 2, p.111-125. 2001.
30. MANJUNATH, M.N.; SATTIGERI, V.D.; RAMA RAO, S.N.; USHA RANI, M.; NAGARAJA, K.V. Phisico-chemical composition of commercial tamarind power. **Indian Food Packer**. n. 45, p. 39-42, 1991.

-
31. MEILGAARD, M.; CIVILLE, G. V.; CARR, B. T. **Sensory Evaluation Techniques**. Boca Raton: CRC Press, 1988, p. 281.
32. MORTON, J. F. **Tamarind. Fruit of warm climates**. Disponível em: http://www.hort.purdue.edu/newcrop/indices/index_qrst.html. Acesso em 25/10/2001.
33. MYSKIN, M. M.; FOKIN, N. D. Frozen vegetable paste. **Konservnaya-i-Ovshchesushihil'naya-Promyshlennost'**, n. 6, p. 4-42, 1973.
34. NETO, B.B; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. 2ª ed. Campinas-SP: Editora da UNICAMP, 1996.
35. O'MAHONY, M. **Sensory Evaluation of Food: Statistical Methods and Procedures**. Series: Food Science and Technology Marcel Dekker, Inc. New York, 1986, p. 187.
36. PARROTA, J. A. Tamarindus Indica L. Tamarind. SO-ITF-SM-30. New Orleans LA. US. Department of Agriculture, Forest Service, Southern Forest Experiment Station. 5 p.
37. PASH, J. H. & ELBE, J. H. VON. Red and yellow pigments from betaines hold promises as substitutes for colors banned by FDA. **Candy & Snack Industry**, v. 1442, n. 3, p. 32-35, 1977.
38. PEDDERSON, C. S. Vegetable juices. In: Fruti and vegetable juice processing technology, (Ed.). NELSON, P. E. and Tressler. **AVI Publishing Company**, Westport, Connecticut, 1980.
39. PSZCZOLA, D. E. Drinks for everyone. **Food Technology**, v. 49, n.9, p. 30, 1995.
40. QUEIROZ A. Fruticultura: um mercado estratégico para a produção agro-ecológica no Brasil. **Agriannual 2001**; FNP Consultoria e Comércio. 2001.

-
41. RESTUM J. C. As pequenas empresas e a biodiversidade. Disponível em: <http://200.252.248.103/sites/revistasebrae/02/artigo3.htm>. Acesso em 04/02/2003.
42. QUINTEROS, E. T. T. **Processamento e estabilidade de néctares de acerola-cenoura**. Campinas, 1995. 96p. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos. 1995.
43. SÁENZ, C.; SEPÚLVEDA, E. **Cactus-Pear Juices**. Dpto. Agroindustria y Enología. Facultad de Ciencias Agronómicas. Universidad de Chile. Chile, 2001.
44. SANGRERO-NIEVES, L., BARTLEY, J. P.; PROVIS-SCHWEDE, A. Supercritical fluid extraction of the volatile constituents from *Tamarindus indica* L. **Journal of essential oil research**. v. 6, n. 5, p. 547-548, 1994.
45. SAO PAULO. Secretaria de Agricultura e Abastecimento do Estado de Sao Paulo. **Diga não ao Desperdício: Dicas e receitas**. S.P, 1993.
46. SEAGRI. **Cultura do tamarindo**. Secretaria de Agricultura, Irrigação e Reforma Agrária. Disponível em: <http://www.seagri.ba.gov.br/tamarindo.html>. Acesso em 25/10/2001.
47. SHANKARACHARYA, N. B. Tamarind – Chemistry, technology and uses – a critical appraisal. **Journal of food science technology**, v. 35, n. 3, p. 193-208, 1998.
48. SILER, A.; MORRIS, R. Quality Effects of Carbonation and Ethyl Maltol on Venus and Concord Grape Juices and Their Grape-Apple Blends. **American Journal Enology Viticulture**, v. 44, n. 3, 1993.
49. STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**, 2ª Ed. Academic Press, San Diego, 1993
50. TAKAHASHI, G.A.P. Monografia de corantes naturais para fins alimentícios-Padões de identidade e qualidade, 2ª ed. **Adolf Lutz**, p. 37-41, Sao Paulo 1987.

51. TIPTON, S.; MORRIS J.; MAIN, G.; SHARP C.; McNew R. Grape Juice as an extender and sweetener for blueberry drinks. University of Arkansas, Institute of Food Science and Engineering. **Journal of Food Quality**. v. 22, n. 3, p. 275-285, 1999.
52. USDA (United States Department of Agriculture) National Nutrient Database for Standard Reference, Release 15 (August 2002). Disponível em <http://www.nal.usda.gov>. Acesso em 15/01/2003.
53. VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. Compendium of methods for the microbiological examination of food. 3o ed. **American Public Health Association (APHA)**. Washington, 1992. 1219p.
54. VEENEMAN, M. More than juice – segmentation brings new opportunities for the fruit – juice industry. **Fruit Processing**, v. 6, p. 205-208, 1999.
55. ZETELAKI, K. H. Cocktails prepared from enzymatically solubilized vegetables and fruit. **Acta Alimentaria**, v 15(2), p.151-161, 1986.