

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

**ESTUDO TECNOLÓGICO DE UM NÉCTAR MISTO DE CAJÁ
(*SPONDIAS LUTEA* L.) E UMBU (*SPONDIAS TUBEROSA*,
ARRUDA CÂMARA).**

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

RAFAELLA DE ANDRADE MATTIETTO
Engenheira Química
Mestre em Tecnologia de Alimentos

Prof^ª Dr^ª HILARY CASTLE DE MENEZES
Orientadora

CAMPINAS–SP
2005

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

M434e Mattietto, Rafaella de Andrade
Estudo tecnológico de um néctar misto de cajá (*Spondias Lutea* L.) e umbu (*Spondias Tuberosa*, Arruda Câmara) /
Rafaella de Andrade Mattietto. – Campinas, SP: [s.n.], 2005.

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

1. Cajá. 2. Umbu. 3. Polpa de frutas. 4. Conservação.
5. Estabilidade. I. Menezes, Hilary Castle de. II.
Universidade Estadual de Campinas.Faculdade de Engenharia de
Alimentos. III. Título.

(cars/fea)

Título em inglês: Technological study of a mixed nectar from cajá (*Spondias Lutea* L.) e
Umbu (*Spondias Tuberosa*, Arruda Câmara)

Palavras-chave em inglês (Keywords): Caja, Umbu, Fruit pulp, Conservation, Stability

Título: Doutor em Tecnologia de Alimentos

Banca examinadora: Hilary Castle de Menezes

Fernanda Paula Collares

Maria Luzenira de Souza

Shirley Aparecida Garcia Berbari

Flávio Luís Schmidt

Helena Maria André Bolini

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dr^a. Hilary Castle de Menezes
(Orientadora)

Prof^a. Dr^a. Fernanda Paula Collares

Prof^a. Dr^a. Maria Luzenira de Souza

Prof^a Dr^a Shirley Aparecida Garcia Berbari

Prof. Dr. Flávio Luís Schmidt

Prof^a. Dr^a. Helena Maria André Bolini

Aos meus pais Yone e Pier,

Por, ao longo de toda minha vida, terem sido os meus maiores professores.

DEDICO

“De tudo ficaram três coisas:

A certeza de que estamos começando, a certeza de que é preciso continuar e a
certeza de que podemos ser interrompidos antes de terminar. Fazer sempre da
interrupção um novo caminho, fazer da queda um passo de dança, do sonho uma
ponte e da procura um encontro”.

Fernando Sabino

AGRADECIMENTOS

À Deus, por guiar sempre os meus passos.

Aos meus pais, Yone e Pier, por todo amor, dedicação e apoio incondicional.

À professora Hilary, por ter sido mais do que uma orientadora. Foi um exemplo de que uma relação profissional pode também reunir amizade, carinho e compreensão. Muito obrigada por tudo!!!

À FAPESP pela bolsa de estudos e pela reserva técnica que muito ajudou no desenvolvimento deste trabalho.

Aos membros da banca examinadora, pela enorme contribuição e sugestões apresentadas para a redação final da tese.

Ao FRUTHOTEC/ITAL por ter disponibilizado o uso da despoldadeira de escovas na fase final deste trabalho.

À “equipe” de processamento: muito obrigada a todos que colaboraram nos dias de despoldamento dos frutos. Em especial a Alessandra, Daniela, Bruna, Jason, Fabião, Adalto e seu João.

À Marília Folegatti por ter colaborado no envio dos frutos de umbu ao longo de todo o trabalho.

Aos provadores das análises sensoriais, em especial a equipe de ADQ e de vida-de-prateleira, pela paciência e enorme colaboração.

À toda minha família que mesmo de longe torce e vibra com as minhas conquistas: em especial ao meu irmão Leonardo, minha cunhada Andreazinha, minha avó Anna e minhas queridas “cousins”: Larissa e Camila.

À Leilinha, por todos esses anos de convívio e dedicação. Mais do que uma grande amiga, ela se tornou uma segunda mãe, pela forma que cuidou de mim. Junto ao Floppy, um orelhudo que surgiu na minha vida e desde aí me trouxe muitas alegrias, eles se tornam a minha família campineira. Eu não teria conseguido sem vocês!!!

À Alê: amiga de todas as horas, um porto seguro, de carinho e atenção. Meu muito obrigada por estar sempre presente, na minha vida pessoal e nesta tese, como uma grande companheira de trabalho.

Às minhas amigas tão queridas Dani, Verena e Tina, por todas as horas. Foram tantos momentos juntas, dividindo alegrias e emoções. Vocês sempre estarão nas minhas melhores lembranças!

Às amigas de sempre e para sempre, fiéis companheiras para toda vida: Clau, Zilminha, Kaká, Gilce, Suely, Carol, Claudine, Mari, ao trio de Evelyns - Farias, Trindade e Alves, Vanessinha e Eunice.

Ao Marcus e a Cida, amigos que fizeram parte de uma época tão boa da minha vida. Campinas sem vocês não teria sido tão especial. Guardo com carinho todas as nossas boas lembranças.

Aos amigos que fiz em Campinas e na Unicamp, que tornaram os dias mais leves e prazerosos. Em especial: Lu, Silvinha, Marcelinho, Carla, Maristela, Rodrigo, Henrique, Cris Taxi, Laura, Gabizinha, Carol, Luciana, Juliana, Simone, Ms.Eli, Fer, Elisangela, Regina, Karina, Enilene, Eduardo, Luciano, Vanessa, Victor, Paulo, Pri Efrain, Fabião, Renata, Álisson, Victor Almeida e Fábio.

Às técnicas do inesquecível Laboratório de Frutas, Aninha e Priscila, por toda amizade, carinho e apoio ao longo de todos esses anos.

À Ana Lourdes por ter me ensinado os encantos da microbiologia e estar sempre a disposição toda vez que precisei. Obrigada por tudo!!!

À Berna do Laboratório de Microbiologia, pela ajuda e boas risadas. E à Dona Denir, por ser essa pessoa simples e maravilhosa!

À Clarice (Clarys) e Bruninha, que trabalharam comigo em suas respectivas iniciações científicas. Ensinar vocês foi um grande aprendizado!

Ao Marcelo Prado, pela amizade e por ter ajudado nas análises de vitamina A.

À Selma e Lara, que me ajudaram na análise dos resultados da ADQ e ao Daniel, que também muito contribuiu nos resultados do planejamento experimental.

Aos amigos do Pará, porém companheiros em Campinas, por todos os bons momentos que tivemos! Vocês sempre serão amigos para o resto do caminho: Renatinha, “Maxwell”, Tiaguinho, Cleyton, Pedro Ivo, Lydi, Alexandre e Arnaldo.

Ao Estevinho, pela eterna amizade e carinho sempre tão especial.

À Suzi e ao “tio” Ed, pela grande amizade que firmamos ainda mais aqui!

À Dona Dê e seu Moacir, que sempre me trataram com muito carinho e foram sempre muito gentis nas minhas idas a Piracicaba.

Aos colegas do FRUTHOTEC/ITAL, pela recepção calorosa e gentil. Apesar do tempo de convívio ter sido pouco, gostaria de registrar o meu afeto pelas pessoas que convivi, em especial ao Rogério Tocchini e Shirley Berbari. E também a minha já amiga Patricia Prati, que se tornou ainda mais próxima e uma grande companheira de todas as horas.

A todos os professores, que ao longo da minha carreira, me deram base para que eu chegasse até aqui. Em especial aos meus ex-orientadores: Rosinelson Pena, Marco Pontes, Cláudio Ribeiro, Elisa Neves e Marisa Jackix.

À todos que aqui não citei, mas de que certa forma ajudaram e estiveram presentes ao longo deste trabalho, o meu MUITO OBRIGADA!!!

ÍNDICE GERAL.....	xi
ÍNDICE DE TABELAS.....	xix
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xxiii
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xxvii
RESUMO GERAL.....	xxix
GENERAL SUMMARY	xxx
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
OBJETIVOS.....	9

CAPÍTULO 1. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. FRUTAS E MERCADO.....	11
2. CAJÁ (<i>Spondias lutea</i> L.).....	13
2.1 Considerações Gerais.....	14
2.2 A árvore e seus frutos	15
2.3 Composição e valor nutricional.....	20
3. UMBU (<i>Spondias tuberosa</i> Arr. Câmara).....	23
3.1 A árvore e seus frutos	25
3.2 Composição e valor nutricional.....	30
4. FRUTAS E FUNCIONALIDADE.....	32
4.1 Carotenóides.....	34
4.2 Taninos	35
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	37

CAPÍTULO 2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE SUAS POLPAS.

RESUMO	45
ABSTRACT	47
1. INTRODUÇÃO	49
2. MATERIAL E MÉTODOS	52
2.1 MATERIAL	52
2.1.2 Cajá e Umbu	52
2.2 MÉTODOS	52
2.2.1 Caracterização física	52
2.2.2 Caracterização físico-química dos frutos <i>in natura</i>	53
2.2.3 Avaliação mineralógica dos frutos <i>in natura</i>	55
2.2.4 Avaliação microbiológica dos frutos <i>in natura</i>	55
2.2.5 Análise colorimétrica	56
2.2.6 Extração da polpa dos frutos	56
2.2.7 Avaliação das polpas extraídas de cajá e umbu	57
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	59
3.1 CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS FRUTOS	59
3.1.1. Cajá	59
3.1.2. Umbu	61
3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS <i>IN NATURA</i>	63
3.2.1. Cajá	63
3.2.2. Umbu	64
3.3. ANÁLISE MINERALÓGICA DOS FRUTOS <i>IN NATURA</i>	67
3.4. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DOS FRUTOS <i>IN NATURA</i>	69
3.5. EXTRAÇÃO DA POLPA DOS FRUTOS	70
3.5.1. Cajá	70
3.5.2. Umbu	74
3.5.3. Análise colorimétrica	76
3.5.4. Análise microbiológica dos frutos após extração	77
4. CONCLUSÕES	81
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83

CAPÍTULO 3. AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DA POLPA CONGELADA DOS FRUTOS DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara).

RESUMO	89
ABSTRACT	91
1. INTRODUÇÃO	93
2. MATERIAL E MÉTODOS	96
2.1 MATERIAL	96
2.1.2 Cajá e Umbu	96
2.2 MÉTODOS	96
2.2.1 Extração da polpa dos frutos	96
2.2.2 Estabilidade das polpas extraídas de cajá e umbu sob efeito do congelamento	97
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	101
3.1 ESTABILIDADE DAS POLPAS CONGELADAS DE CAJÁ E UMBU	101
3.1.1 Caracterização físico-química	101
- pH e Acidez Titulável Total	101
- Sólidos solúveis (°Brix)	105
- Açúcares Totais, Redutores e Não Redutores	107
- Taninos	111
- Carotenóides Totais	115
3.1.2 Análise colorimétrica	117
3.1.3 Análise microbiológica	120
3.1.4 Análise geral do estudo da estabilidade das polpas	121
4. CONCLUSÕES	123
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	125

CAPÍTULO 4. DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO DE UM NÉCTAR MISTO DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara).

RESUMO	129
ABSTRACT	131
1. INTRODUÇÃO	133
2. MATERIAL E MÉTODOS	137
2.1 MATERIAL.....	137
2.1.2 Cajá e Umbu.....	137
2.2 MÉTODOS.....	137
2.2.1 Extração da polpa dos frutos.....	137
2.2.2 Desenvolvimento da formulação do néctar misto.....	138
2.2.2.1 Análise sensorial preliminar.....	139
2.2.2.2 Análise sensorial aplicada para formulação do néctar misto.....	140
3. RESULTADOS	143
3.1 EXTRAÇÃO DA POLPA DOS FRUTOS.....	143
3.2 DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO DO NÉCTAR MISTO.....	145
3.2.1 Análise sensorial preliminar.....	145
3.2.2 Análise sensorial aplicada para formulação do néctar misto.....	151
4. CONCLUSÕES	155
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	157

CAPÍTULO 5. OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PASTEURIZAÇÃO DE UM NÉCTAR MISTO DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara).

RESUMO	161
ABSTRACT	163
1. INTRODUÇÃO	165
2. MATERIAL E MÉTODOS	168
2.1 MATERIAL	168
2.1.2 Cajá e Umbu	168
2.2 MÉTODOS	169
2.2.1 Planejamento experimental	169
2.2.2 Avaliação do planejamento experimental	172
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	175
3.1 OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PASTEURIZAÇÃO	175
3.2 AVALIAÇÃO GERAL DO ESTUDO DA PASTEURIZAÇÃO	193
4. CONCLUSÕES	203
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	205

CAPÍTULO 6. ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE UM NÉCTAR MISTO DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE PASTEURIZAÇÃO.

RESUMO.....	209
ABSTRACT.....	211
1. INTRODUÇÃO.....	213
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	216
2.1 AMOSTRAS.....	216
2.2 EQUIPE SENSORIAL.....	217
2.2.1 Pré-seleção dos provadores.....	217
2.2.2 Desenvolvimento de Terminologia Descritiva.....	218
2.2.3 Seleção da Equipe Final de provadores.....	219
2.3 AVALIAÇÃO DAS AMOSTRAS.....	219
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	220
3.1 AMOSTRAS.....	220
3.2 TERMINOLOGIA DESCRITIVA.....	221
3.3 SELEÇÃO DOS PROVADORES.....	221
3.4 PERFIL SENSORIAL DAS AMOSTRAS.....	223
4. CONCLUSÕES.....	237
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	239

CAPÍTULO 7. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE UM NÉCTAR MISTO DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) E AVALIAÇÃO DE SUA ESTABILIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO.

RESUMO	241
ABSTRACT	243
1. INTRODUÇÃO	245
2. MATERIAL E MÉTODOS	248
2.1 Cajá e Umbu.....	248
2.2 MÉTODOS.....	249
2.2.1 Obtenção do néctar e pasteurização.....	249
2.2.2. Caracterização e composição centesimal do néctar misto.....	250
2.2.3 Acompanhamento da estabilidade do produto.....	252
2.2.3.1 Análises físico-químicas.....	252
2.2.3.2 Análise colorimétrica.....	253
2.2.3.3 Análises microbiológicas.....	253
2.2.3.4 Análise sensorial.....	254
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	255
3.1 Caracterização e composição centesimal do néctar misto.....	255
3.2 Acompanhamento da estabilidade do produto.....	256
3.2.1 Análises físico-químicas.....	256
3.2.2 Análise colorimétrica.....	258
3.2.3 Análises microbiológicas.....	259
3.2.4 Análise sensorial.....	267
4. CONCLUSÕES	271
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	273
CONCLUSÃO GERAL	279

ÍNDICE DE TABELAS

1.1 Características físico-químicas de cajás, de acordo com diversos autores.....	20
1.2 Características físico-químicas de umbus, de acordo com alguns autores.....	31
2.1 Resultados da caracterização física do cajá.....	59
2.2 Rendimentos calculados para o fruto cajá.....	60
2.3 Resultados da caracterização física do umbu.....	61
2.4 Resultados calculados para o fruto umbu.....	62
2.5 Caracterização físico-química da polpa de cajá.....	63
2.6 Caracterização físico-química da polpa de umbu.....	65
2.7 Composição mineralógica das polpas <i>in natura</i> de cajá e umbu.....	67
2.8 Análises microbiológicas dos frutos <i>in natura</i> de cajá e umbu.....	69
2.9 Dados de rendimento em polpa dos extratores utilizados na obtenção da polpa de cajá.....	70
2.10 Resultados da análise de quebra de sementes durante o processo de despolpamento do cajá.....	71
2.11 Análises físico-químicas da polpa de cajá extraída em equipamento de pás e escovas.....	72
2.12 Caracterização físico-química da polpa de cajá (polpa+casca) após despolpamento mecânico em extrator de escovas.....	73

2.13 Composição mineralógica da polpa de cajá (polpa+casca) após despolpamento mecânico em extrator de escovas.....	74
2.14 Dados de rendimento em polpa dos extratores utilizados na obtenção da polpa de umbu.....	74
2.15 Resultados da análise de quebra de sementes durante o processo de despolpamento do umbu.....	75
2.16 Comparação entre as extrações do umbu através de análises físico-químicas.....	76
2.17 Valores de luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*) para polpa de cajá <i>in natura</i> e polpa extraída.....	76
2.18 Valores de luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*) para polpa de umbu <i>in natura</i> e polpa extraída.....	77
2.19 Análises microbiológicas da polpa extraída de cajá.....	78
2.20 Análises microbiológicas da polpa extraída de umbu.....	79
3.1 Valores de luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*) para polpa de cajá durante os meses de estocagem sob congelamento.....	118
3.2 Valores de luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*) para polpa de umbu durante os meses de estocagem sob congelamento.....	119
3.3 Análises microbiológicas da polpa de cajá sob congelamento a -18°C	120
3.4 Análises microbiológicas da polpa de umbu sob congelamento a -18°C	121
4.1 Delineamento experimental com as combinações (em %) entre as polpas dos frutos.....	138
4.2 Dados de rendimento na obtenção da polpa de cajá e umbu.....	143

4.3 Avaliação físico-química das polpas obtidas.....	143
4.4 Avaliação microbiológica nas polpas de cajá e umbu.....	144
4.5 Médias das notas obtidas para o teste de aceitação dos néctares em diferentes concentrações finais de açúcares.....	145
4.7 Médias das notas submetidas ao teste de TUKEY $p \leq 0,05$	151
5.1 Níveis codificados e reais das variáveis independentes: temperatura (X_1) e tempo (X_2).....	170
5.2 Quadro de ensaios do planejamento fatorial completo 2^2 , contendo 3 pontos centrais e 4 axiais.....	170
5.3 Divisão das amostras em sessões.....	173
5.4 Matriz do planejamento 2^2 , contendo 3 pontos centrais e 4 axiais.....	175
5.5 Microbiologia do néctar não pasteurizado e redução da carga microbiana dos tratamentos.....	176
5.6 Coeficientes de regressão calculados para a variável CONTAGEM TOTAL.....	177
5.7 Análise de variância para a variável CONTAGEM TOTAL.....	179
5.8 Coeficientes de regressão calculados para a variável ACEITAÇÃO.....	185
5.9 Análise de variância para a variável ACEITAÇÃO.....	185
5.10 Coeficientes de regressão calculados para a variável INTENÇÃO DE COMPRA.....	189
5.11 Análise de variância para a variável INTENÇÃO DE COMPRA.....	189

5.12 Médias das variáveis submetidas ao teste de TUKEY a $p \leq 0,05$	193
6.1 Análises realizadas nos néctares sem tratamento e tratados termicamente.....	220
6.2 Médias dos atributos sensoriais que caracterizam as amostras.....	225
7.1 Caracterização e composição centesimal do néctar misto.....	255
7.2 Avaliação físico-química do néctar durante a estocagem de 90 dias à temperatura ambiente.....	257
7.3 Valores da luminosidade (L^*), das coordenadas (a^* e b^*) e diferenças em relação ao tempo zero (ΔE^*) para estocagem do néctar misto.....	258
7.4 Resultados das análises microbiológicas durante o armazenamento.....	259
7.5 Resultados da análise microbiológica realizada em garrafa visualmente alterada aos 75 dias de estocagem do néctar misto.....	263
7.6 Médias dos resultados sensoriais atribuídos ao néctar misto ao longo da estocagem.....	268

ÍNDICE DE FIGURAS

1.1 (a) Árvore da cajazeira. (b) Frutos da cajazeira.....	17
1.2 (a) Árvore da umbuzeiro (b) Frutos do umbuzeiro.....	27
3.1 Valores de pH observados ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.....	101
3.2 Acidez titulável observada ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.....	103
3.3 Variação de °Brix observada ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.....	105
3.4 Variação dos açúcares totais ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.....	107
3.5 Variação dos açúcares redutores ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.....	109
3.6 Variação dos açúcares não redutores ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.....	111
3.7 Variação dos teores de taninos ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.....	113
3.8 Variação nos teores de carotenóides totais ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.....	115
4.1 Ficha sensorial aplicada nas análises sensoriais do néctar de cajá e néctar de umbu.....	140
4.2 Fluxograma do processamento para obtenção do néctar misto.....	141

4.3 Ficha sensorial aplicada na avaliação das formulações do néctar misto de cajá e umbu.....	142
4.4 Escala do Ideal: avaliação do grau de doçura para néctar de cajá.....	147
4.5 Escala do Ideal: avaliação do grau de doçura para néctar de umbu.....	149
4.6 Intenção de compra das formulações: níveis de intenção <i>versus</i> número de provadores.....	153
5.1 Esquema do sistema de pasteurização utilizado.....	171
5.2 Ficha sensorial aplicada no estudo da aceitação no néctar misto submetido aos diversos tratamentos térmicos.....	173
5.3 Gráficos de superfície e contorno para a variável CONTAGEM TOTAL.....	181
5.4 Gráficos de superfície e contorno para a variável ACEITAÇÃO.....	187
5.5 Gráficos de superfície e contorno para a variável INTENÇÃO DE COMPRA.....	191
5.6 Efeito dos tratamentos na variação das notas.....	195
5.7 Médias, erro padrão e desvios relacionando as amostras por TUKEY a $p \leq 0,05$	197
5.8 Efeito dos tratamentos na variação da intenção de compra.....	199
5.9 Médias, erro padrão e desvios relacionando as amostras por TUKEY a $p \leq 0,05$	201
6.1 Representação gráfica do perfil sensorial das amostras de néctar misto de umbu e cajá.....	223

6.2	Projeção das amostras e os atributos sensoriais de aparência e sensação bucal nos componentes principais I e II.....	227
6.3	Projeção das amostras e os atributos sensoriais de aparência e sensação bucal nos componentes principais I e III.....	229
6.4	Projeção das amostras e os atributos sensoriais de aroma, sabor e gosto nos componentes principais I e II.....	231
6.5	Projeção das amostras e os atributos sensoriais de aroma, sabor e gosto nos componentes principais I e III.....	233
7.1	Esquema do sistema de pasteurização utilizado.....	249
7.2	Ficha sensorial aplicada no estudo da estabilidade do néctar misto.....	254
7.3	Histograma das contagens de bactérias mesófilas e bolores e leveduras ao longo do armazenamento.....	261
7.4	(a) Imagem obtida de lâmina preparada a partir do fungo encontrado no néctar (aumento de 560x). (b) Estrutura do <i>Byssoschlamys fulva</i>	265
7.5	Percentual de aceitação dos atributos ao longo dos dias de armazenamento.....	269

ÍNDICE DE ANEXOS

6.1-Questionário aplicado na triagem dos provadores.....	281
6.2-Fichas sensoriais aplicadas para a realização do “Matching Test”.....	282
6.3-Fichas sensoriais aplicadas para a realização dos Testes de Intensidade.....	283
6.4-Ficha sensorial aplicada para o levantamento de termos descritores das amostras (Método de Rede).....	284
6.5-Definições e materiais de referência dos descritores adotados para o néctar misto de umbu e cajá.....	285
6.6-Ficha sensorial aplicada nos treinamentos e na análise final das amostras.....	287
6.7-Valores de $p_{amostra}$ obtidos por 12 provadores em cada atributo no teste de seleção da equipe.....	289
6.8-Valores $p_{repetição}$ obtidos por 12 provadores em cada atributo no teste de seleção da equipe.....	291
6.9-Avaliação sensorial de cada atributo realizado por 12 provadores, mostrando a interação amostra x provador (significativa a $p<0,05$).....	293

RESUMO GERAL

Atualmente, observa-se uma nova tendência no consumo alimentar, com uma demanda cada vez maior por alimentos devido às suas propriedades nutricionais e funcionais. Os sucos de frutas são fontes importantes de vitaminas, sais minerais, ácidos orgânicos e fibras, cujo efeito na saúde é fundamental. Pelo crescente interesse em produtos saudáveis, houve uma grande expansão na agroindústria de frutas, principalmente aquelas com características sensoriais bastante exóticas, provenientes na sua grande maioria da região Norte e Nordeste do país. Mesmo com todo esse crescente interesse, inúmeras espécies frutíferas de excelentes propriedades nutricionais e sensoriais, com grande potencial de industrialização, continuam sem um destaque maior. Entre elas, pode-se citar o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) e o cajá (*Spondias lutea* L.), ambas espécies pertencentes à família Anacardiaceae. Apesar de terem sido alvo de algumas recentes pesquisas quanto à sua composição e aproveitamento tecnológico, estes frutos ainda apresentam uma grande escassez de dados científicos. Considerados como de alta perecibilidade, o estudo sobre o seu aproveitamento torna-se ainda mais importante, pois assim um grande desperdício pode ser evitado. Sendo assim, o presente trabalho teve como objetivo geral desenvolver um néctar misto, à base dos frutos de umbu e cajá, que atendesse não só ao requerimento nutricional, como também ao sensorial. A pesquisa também se propôs a verificar como os processos tecnológicos envolvidos afetaram as características de ambos os frutos. O umbu e o cajá foram escolhidos para este projeto de pesquisa não somente devido ao seu apelo exótico e pela necessidade de um melhor aproveitamento tecnológico dessas matérias-primas, mas também por suas propriedades funcionais. Estes frutos são ricos em taninos e, além disso, o cajá apresenta teores elevados de carotenóides. Estes compostos vêm sendo estudados pelas suas atividades antioxidantes, o que faz do néctar proposto um produto com características funcionais, além das suas propriedades nutricionais.

GENERAL SUMMARY

Currently a new tendency in food consumption can be observed, with an increasing demand for foods based on the nutritional and functional properties. Fruit juices are important sources of vitamins, minerals, organic acids and fibres, with fundamental effects on health. Due to this increasing interest in health foods there has been considerable expansion in the fruit agro-industry, mainly with respect to those fruits with highly exotic sensory characteristics, coming mostly from the Northern and North eastern regions of the country. Despite this increasing interest, numerous fruit species with excellent nutritional and sensory properties and considerable potential for industrialisation continue little known. These include umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) and cajá (*Spondias lutea* L.), both members of the Anacardiaceae family. Although these fruits have been targets of recent research, scientific data about them is scarce. Studies on their industrialisation are highly important to avoid losses, due to their high perishability. Thus the main objective of this study was to develop a mixed nectar based on umbu and caja, satisfying both nutritional and sensory requirements. The effect of the technological processes involved on the initial characteristics of both fruits was also studied. Umbu and caja were not chosen merely for their exotic appeal and to improve the technological exploitation of these raw materials, but also for their functional properties. Both are rich in tannins and caja also shows high carotenoid contents. These compounds are under study for anti-oxidant activity, making the proposed nectar a product with functional characteristics in addition to its nutritional ones.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. FRUTAS E MERCADO

A fruticultura brasileira, com produção de 43 milhões de toneladas anuais, em área plantada de 2,2 milhões de ha, é o 3º maior produtor de frutas frescas do mundo, sendo superado apenas pela China e Índia, com 55,6 e 48,1 milhões de toneladas, respectivamente (NAKA, 2004).

O universo botânico complexo das fruteiras brasileiras é caracterizado pela extensão e diversidade, que inclui frutas de clima temperado e tropical, além das chamadas exóticas, como a graviola, cupuaçu, açaí, ciriguela, pitomba, sapoti, dentre tantas outras espécies. A importância sócio-econômica desse universo é estratégica nos esforços para incremento e diversificação de metas de exportação, integração de cadeias do agronegócio e geração de emprego e renda (NAKA, 2004).

As vendas de frutas processadas vêm aumentando no mercado brasileiro, em virtude da melhoria da qualidade dos produtos ofertados, do maior número de mulheres trabalhando fora de casa, do maior número de pessoas morando sozinhas, do aumento da renda e da maior facilidade para adquirir produtos já prontos para o consumo, muitas vezes até importados. Desta forma, sucos prontos para beber, frutas minimamente processadas, já lavadas, descascadas e fatiadas, e outros alimentos industrializados têm recebido a preferência do consumidor (SEBRAE, 2004).

Em 2003, o faturamento do setor de derivados de frutas e vegetais ficou em torno de R\$8,4 bilhões (GROSS e JACOB, 2004). Neste setor, a indústria de bebidas tem papel marcante. Gôndolas de supermercados e lojas de conveniência apresentam ao consumidor dezenas de marcas e sabores de sucos, dos mais tradicionais aos mais exóticos. Assim, a fruticultura é vista com seriedade de

business: atividade rentável, saudável, geradora de divisas e empregos. Nas universidades e laboratórios dos próprios produtores de sucos, diversos estudos são feitos no sentido de aproveitar a flora frutífera brasileira, a mais rica e exótica do mundo (LABRUNA, 2001).

O crescimento do segmento de sucos reflete a mudança de hábitos do consumidor, que se preocupa com a saúde e qualidade do alimento que ingere. Essa tendência é mundial e, no Brasil, o consumo de sucos prontos para beber cresce a cada ano. Em 2003, foram 296 milhões de litros, em 2004, 332 milhões e a expectativa da indústria é fechar 2005 em 391 milhões de litros (HORVATH, 2005).

Segundo Carlessi (2005), o mercado de bebidas não alcoólicas é altamente promissor e no acumulado dos últimos 3 anos, o movimento do setor vem registrando crescimento real acima do PIB. Em adição, cita que existe a tendência da desaceleração no consumo de refrigerantes e um grande crescimento do segmento de sucos prontos para beber.

O mercado interno para polpa de frutas também encontra-se em expansão e é constituído pelas próprias indústrias de bebidas, pela tradicional agroindústria de doces em massa, sorveterias e confeitarias, além de fabricantes de derivados lácteos e de *baby-foods* (AMARO, 1997 citado por SEBRAE, 2004).

A demanda por frutas tropicais, altamente positiva no final dos anos 90, só poderá tornar-se um grande mercado se incluirmos os produtos agro-industriais em uma estratégia de desenvolvimento, não privilegiando apenas as frutas frescas. A oferta das frutas frescas vem incentivar a demanda, é a vitrine, a promoção do conceito, porém a maior parte do consumo só poderá acontecer com produtos transformados (NAKA, 2004).

Deste modo, além de atender as tendências de mercado, as agroindústrias processadoras de frutas possuem um papel importante e dinamizador dentro de um pólo frutícola. A implantação de agroindústrias, além de agregar valor às frutas, reduz os desperdícios e as perdas oriundos dos processos de seleção e classificação, promove o aproveitamento dos excedentes de safra, cria empregos permanentes e interioriza o desenvolvimento (SEBRAE, 2004).

2. CAJÁ (*Spondias lutea* L.)

A cajazeira é uma árvore frutífera, que se encontra dispersa nas regiões tropicais da América, África e Àsia. No Brasil, é encontrada principalmente nos estados do Norte e Nordeste, mas também encontra-se disseminada em menor escala em quase todos os quadrantes do país (SACRAMENTO e SOUZA, 2000; BOSCO et al., 2000).

Os frutos da cajazeira recebem diferentes denominações, de acordo com a região de origem. Na Amazônia, é vulgarmente conhecido como *Taperebá*; no sudeste do Brasil como *cajá-mirim*, *cajá-pequeno* e na maioria dos estados do Nordeste, onde ocorre espontaneamente em condições silvestres competindo com outras espécies vegetais, ou em quintais e sítios e, até mesmo, na proteção e sombreamento do cacauero, é simplesmente conhecido por *cajá* (BOSCO et al., 2000).

Segundo Souza et al. (1999), a cajazeira é procedente da América do Sul e Antilhas, nativa da Amazônia e assim, é encontrada no Brasil e desde o sul do México até o Peru. No Brasil, são encontradas isoladas ou agrupadas, notadamente na Amazônia e na Mata Atlântica, prováveis zonas de dispersão da espécie. As zonas mais úmidas dos estados do Nordeste e na Amazônia, em matas de terra firme ou de várzea caracterizam o habitat natural da espécie (CAVALCANTE, 1991; BOSCO et al., 2000) .

2.1 Considerações Gerais

A cajazeira (*Spondias lutea* L.) pertence à família *Anacardiaceae* e ao gênero *Spondias*, que possui entre 8 a 12 espécies na região tropical do mundo, entre as quais se encontram os frutos da ceriguela (*Spondias purpurea* L.), cajarana (*Spondias cytherea* Sonn.), cajá-manga (*Spondias dulcis*), umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm) e os naturais híbridos umbu-cajá (*Spondias tuberosa* x *Spondias lutea*) e umbuguela (*Spondias tuberosa* x *Spondias purpurea*). Na literatura, a fruta cajá é referida às vezes como *Spondias mobin* L. (HOEHNE, 1946; BORA et al., 1991; SOUZA, 1998; SILVA JUNIOR et al., 2004).

Considerada como uma árvore frutífera tropical, a cajazeira situa-se entre as frutíferas perenes, produzindo frutos nutritivos, saborosos e de grande aceitação de mercado. Trata-se de espécie que sobrevive de forma silvestre, cuja exploração é feita de modo extrativista (SACRAMENTO e SOUZA, 2000; BOSCO et al., 2000).

A espécie encontra condições favoráveis de sobrevivência nos mais variados ecossistemas brasileiros, notadamente, naqueles existentes no Norte e Nordeste, por apresentarem maior estabilidade de temperatura e umidade relativa do ar. As condições climáticas ideais para o desenvolvimento da espécie são: temperatura média anual entre 25 a 28°C, umidade relativa do ar entre 60 a 80% e precipitação pluviométrica entre 700 e 1600 mm, distribuída com certa regularidade nos meses de abril a agosto (BOSCO et al., 2000).

No Brasil, notadamente no Norte e Nordeste, a espécie têm considerável importância social e econômica, fato comprovado pela crescente comercialização de seus frutos e produtos processados (SOUZA, 1998).

Além da importância regional, os frutos da cajazeira vêm ganhando um papel de destaque no agronegócio brasileiro, com o desenvolvimento de novos produtos e a comercialização em maior escala de sua polpa (SACRAMENTO e SOUZA, 2000).

Devido ao crescente interesse, algumas pesquisas sobre os métodos de propagação da espécie foram desenvolvidas, pois somente com domínio das técnicas de propagação, será possível a fixação de genótipos superiores, domesticação e cultivo em escala comercial (SOUZA, 1998; SOUZA e ARAUJO, 1999; BOSCO et al., 2000).

Souza (1998) ainda cita que o conhecimento existente na literatura sobre a espécie é incipiente, sendo a maioria das informações descritiva e com ênfase nas características botânicas. O autor destaca a necessidade de pesquisas em todos os elos da cadeia produtiva.

2.2. A árvore e seus frutos

A árvore da cajazeira (Figura 1.1a) apresenta tronco ereto, casca acinzentada ou brancacenta, rugosa e com fendas, sendo muito grossa. É a árvore mais alta do gênero *Spondias*, podendo chegar até 30 metros de altura (SACRAMENTO e SOUZA, 2000; BOSCO et al., 2000).

Com copa ampla e espalhada, a espécie pode ser utilizada como “cerca viva” em sombreamentos, como por exemplo em plantações de cacau. No sul da Bahia, é comum esta prática. A madeira também pode ser torneada, moldada ou usada na fabricação de vigas, caibros e ripas, porém é raramente usada em construções internas, pois é considerada de qualidade inferior e muito susceptível ao ataque de insetos (MENESES FILHO et al., 1993).

Seus frutos (Figura 1.1b) são caracterizados como drupas de 3 a 6cm de comprimento, ovóides ou oblongos, achatados na base, com cor variando do amarelo ao alaranjado. A casca é fina, lisa, com polpa pouco espessa também variando do amarelo ao alaranjado, succulenta e de sabor ácido – adocicado (SILVA e SILVA, 1995; BOSCO et al., 2000).

Com sabor exótico e diferenciado, o cajá já é bastante apreciado por aqueles que regionalmente tem acesso ao fruto. É bastante consumido *in natura* e na forma processada, em inúmeros produtos entre os quais, pode-se citar: polpas, sucos, néctares, doces, geléias, sorvetes e gelados, bebidas fermentadas e destiladas (CAVALCANTE, 1991; SILVA e SILVA, 1995; SACRAMENTO e SOUZA, 2000; BOSCO et al., 2000; BRASIL, 2002).

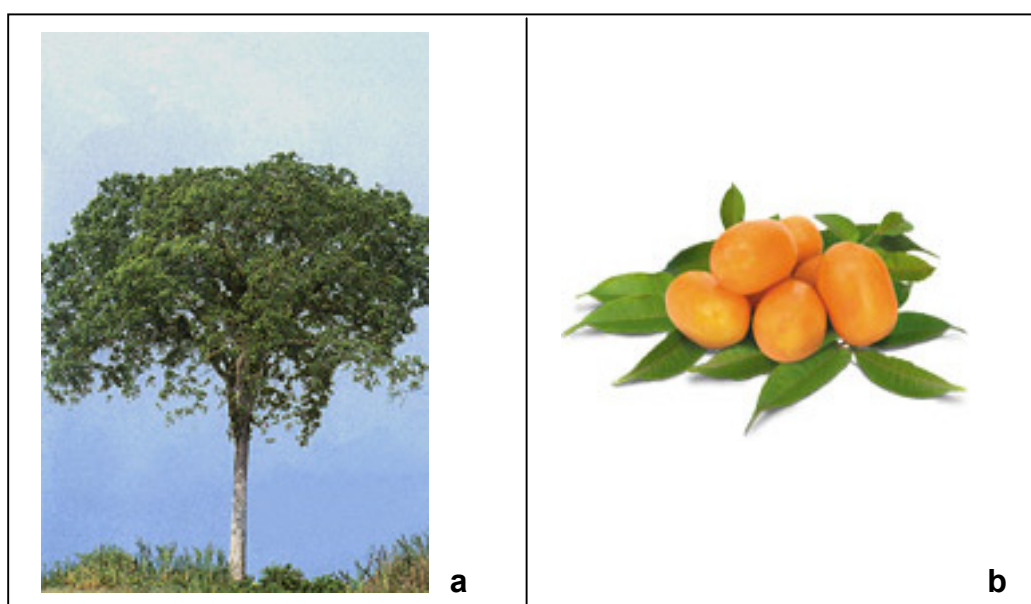


Figura 1.1. (a) Árvore da cajazeira; (b) Frutos da cajazeira.

A época de colheita varia nos diversos estados brasileiros, em detrimento do regime pluviométrico peculiar a cada ambiente ou da constituição intrínseca à própria planta (BOSCO et al., 2000). Como exemplo, na região Amazônica, a safra geralmente ocorre de dezembro a fevereiro e na região Nordeste, de março a maio (SACRAMENTO e SOUZA, 2000).

A altura das cajazeiras dificulta a colheita dos frutos na planta, desse modo, os cajás maduros desprendem-se da planta e caem. Na queda, muitos frutos se danificam ao se chocarem com galhos ou mesmo com o solo. Os frutos danificados perdem líquido e entram em processo de fermentação, além de ficarem expostos ao ataque de patógenos, formigas, insetos e roedores. Desse modo, a colheita, mesmo no chão, deve ser feita pelo menos duas vezes ao dia, para preservar a qualidade. Devido a problemas de colheita, condições de acesso e transporte, estima-se que menos de 30% da produção de cajá seja aproveitada atualmente para consumo humano (SACRAMENTO e SOUZA, 2000; BOSCO et al., 2000).

Nos últimos anos, o cajá ganhou o mercado interno brasileiro através de sua polpa congelada. Dias et al. (2003) citam que a maior parte da produção da fruta está voltada para a produção de polpas. Tal fato é justificável, devido a perecibilidade do fruto, o cajá deve ser comercializado em no máximo 48 horas após colheita (BOSCO et al., 2000).

Joas (1982) menciona que a polpa de cajá pode ser usada no preparo de bebidas levemente ácidas com agradável sabor, o qual é muito apreciado pelos europeus.

Gomes (1985) descreve o fruto da cajazeira como sendo saboroso e refrescante, apropriado para a produção de geléias, compotas, refrescos e sorvetes. Do suco se faz uma boa aguardente e um licor delicado. Cita, ainda que a cajazeira é uma frutífera com potencial enorme para agroindústria, mas ainda é subestimada e merece um investimento maior na sua utilização.

Arkcoll (2000), em um estudo sobre perspectiva de espécies vegetais brasileiras, em especial as tropicais, que apresentam grande viabilidade comercial, cita entre as primeiras, o cajá.

2.3. Composição e valor nutricional

Algumas pesquisas com os frutos já foram desenvolvidas no sentido de caracterizá-lo físico-quimicamente. A Tabela 1.1 mostra os resultados segundo cada autor.

Tabela 1.1. Características físico-químicas de cajás, de acordo com diversos autores.

	SACRAMENTO E SOUZA (2000)	BARBOSA et al. (1981)	DA SILVA (1999)	DIAS et al. (2003)	BORA et al. (1991)	BRASIL (2002)
pH	2,4 a 3,0	2,1	2,99	3,3	3,38	----
⁰ Brix	11,4 a 15	10,2	8,80	12,3	11,73	----
Acidez Total (%)	0,9 a 1,6	1,65	1,43	1,0	1,71	----
Açúcar red.	6,1 a 10,8	6,74	4,53	8,0	5,35	----
Proteínas (g/100g)	----	----	----	----	0,25	0,80
Gordura (g/100g)	----	----	----	----	0,66	2,10
Fibras (g/100g)	----	----	----	----	1,10	1,00
Cálcio (mg/100g)	----	----	----	----	28,60	26,00
Fósforo (mg/100g)	----	40,00	----	----	26,35	31,00
Ferro (mg/100g)	----	----	----	----	1,20	2,20
Ác. ascórbico (mg/100g)	28,2 a 54,7	11,06	5,24	34,86	20,80	28,00

Convêm ressaltar que as características físico-químicas das frutas de uma determinada espécie variam, além do fator genético, com o local, época de colheita, estágio de maturação, tratamentos culturais e outros.

Quanto às propriedades nutritivas do cajá, em 100 gramas de polpa do fruto encontra-se em maior quantidade vitamina B1 (50µg) e B2 (40µg), vitamina A (64µg), C (35,90 mg) e niacina (0,26mg). Quanto aos minerais, a polpa de cajá apresenta valores de 28,60 a 56mg para cálcio, 26,21 a 67mg para fósforo, 0,30 a 2,20mg para ferro e 226,53mg para potássio (BORA et al., 1991; FRANCO, 1992; ALBINO et al., 1999).

Os baixos teores em proteínas (na literatura os valores variam entre 0,25 a 0,80g/100g) e lipídios (0,20g/100g) fazem da polpa de cajá um alimento que fornece um valor energético de aproximadamente 46kcal/100g de fruta (BORA et al., 1991; FRANCO, 1992).

Segundo Kimura (1989), o cajá (polpa e película comestível) fornece um valor de vitamina A maior que o caju, goiaba e alguns cultivares de mamão e manga. O teor de vitamina A está em torno de 1350UI/100g.

Na polpa do fruto, encontra-se elevado teor de carotenóides: α -caroteno (0,61 a 2,55 μ g/g), β -caroteno (1,53 a 2,7 μ g/g), zeinoxantina (4,62 a 4,85 μ g/g), β -criptoxantina (5,25 a 10,75 μ g/g) e luteína (2,88 a 7,24 μ g/g). O 9-cis- β -caroteno e 13-cis- β -caroteno também são encontrados, porém em concentrações menores (0,26 a 0,81 μ g/g) (HAMANO e MERCADANTE, 2000).

O cajá também é um fruto rico em taninos. Segundo Bora et al. (1991), na polpa do fruto, em média são encontrados 420mg/100g de taninos. Esse valor é bem superior aos encontrados em outras frutas tropicais, como por exemplo, mamão (19,10mg/100g), banana (55mg/100g) e sapoti (34,5mg/100g).

Pesquisas científicas confirmam as ações terapêuticas do cajá como um antifúngico e antiviral naturais. Corthout et al. (1991) isolaram dois elagitaninos (geranino e galloilgeranino) e mostraram uma pronunciada atividade antiviral contra o vírus da *Herpes* (tipo 1) e o vírus *Coxsackie*. Os mesmos autores, em 1992, isolaram ésteres de caffeeoil na polpa de cajá e mostraram a eficácia do ácido 2-O-Caffeoil -(+)- allohidroxicitrico como agente antiviral contra os mesmos vírus acima citados.

Jacinto et al. (2004) estudaram a atividade antioxidante do extrato de cajá em homogenato de cérebro de ratos. Utilizando como padrão o α -tocoferol, somente a concentração mais alta testada do fruto cajá (10mg/mL) apresentou boa atividade antioxidante.

Narain et al. (2004) destacam o cajá como uma das frutas tropicais mais aromáticas e estudaram os voláteis de sua polpa através de cromatografia gasosa de alta resolução e espectrometria de massa. Foram identificados 33 compostos, com os predominantes pertencendo às classes de ésteres (48,76%), álcoois (21,69%), aldeídos (11,61%) e cetonas (4,19%). Outros compostos aromáticos como γ -octalactona, ácidos butírico e hexanóico ajudam a formar o aroma característico da fruta.

3. UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara)

O umbuzeiro ou imbuzeiro é uma planta típica do sertão e do agreste brasileiro, tendo como origem mais precisamente a região semi-árida nordestina. Cresce espontaneamente nas regiões do Cariri paraibano, no agreste piauiense e nas caatingas baiana, alagoana e pernambucana, onde ocorre a maior concentração de plantas (LIMA et al., 2000).

Segundo Giacometti (1993), o centro de alta diversidade e domesticação da espécie encontra-se classificado como *Centro 6*: Centro Nordeste/Caatinga, onde vários autores constataram a ocorrência natural de elevado número de plantas dessa espécie. O *Centro 6* inclui a caatinga dos estados de Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas e Chapada Diamantina na Bahia.

A palavra imbu e a variação umbu têm origem do tupi - guarani “Y´m´bu”, que significa “árvore que dá de beber”, em alusão à água contida nas túberas, que era consumida pelos índios que habitavam as caatingas (CORRÊA, 1978 citado por LIMA et al., 2000).

Assim como a cajazeira, o umbu também pertence à família *Anacardiaceae* e ao gênero *Spondias*, e como planta que sempre ocorreu de forma natural, a sua exploração tem sido feita, ao longo do tempo, com base no extrativismo.

Segundo Lima et al. (2000), o umbuzeiro é uma espécie frutífera pouco explorada, praticamente sem cultivo em escala comercial, porém com grande potencial socio-econômico.

Albuquerque e Andrade (2002) realizaram uma pesquisa de campo sobre o uso de recursos vegetais da caatinga, especialmente do agreste de Pernambuco. Foram descritas e comentadas 75 espécies para diversas finalidades, especialmente medicinais e comestíveis. Para revelar as espécies mais importantes, foi realizada uma análise quantitativa levando em consideração: (i) nível de fidedignidade; (ii) o grau de consenso entre as respostas; (iii) a popularidade relativa e (iv) a importância relativa da planta. O umbu foi a espécie que apresentou melhores resultados, sendo citada por 100% dos entrevistados e indicando uma importância na região também de 100%.

Donadio (1986) cita o estado da Bahia como detentor de 86,42% da produção de umbu, seguido por Pernambuco com 6,45% e Rio Grande do Norte com 2,79%. Em meados daquele ano, o autor já alertava para o decréscimo na produção dos frutos devido a falta de investimentos para uma cultura que garante, na época da safra, a subsistência de muitas famílias nordestinas.

Silva et al. (1987) chamam atenção para a conquista de mercados importadores, principalmente o europeu, pois existem boas perspectivas em nível mundial. Somente no ano de 1987, 200 toneladas na forma de suco foram exportadas para a Alemanha e Holanda, segundo estes autores.

Araújo et al. (2000), em trabalho mais recente, citam que o negócio agrícola do umbu gira em torno de 6 milhões de reais/ano na colheita, beneficiamento e comercialização do fruto. Os autores ressaltam a importância dos estudos de produção de genótipos superiores, visando o cultivo comercial.

3.1. A árvore e seus frutos

O umbuzeiro (Figura 1.2a) é uma árvore xerófila, de porte mediano, esparramada e de alta longevidade, cuja idade ultrapassa os cem anos. Apresenta altura média de 5 metros com tronco atrofiado e retorcido, cheio de ramificações (SILVA et al., 1987; LIMA et al., 2000).

O sistema radicular compõe-se de raízes longas, mais ou menos superficiais, contudo muito desenvolvidas. Inúmeras raízes concentram-se nos primeiros 100 cm de solo e são denominadas xilopódios ou túberas, as quais normalmente medem 20 cm de diâmetro e pesam 4 kg. Suculentas, de sabor doce e agradável, são ricas em reservas nutritivas e aproveitadas na alimentação pelos sertanejos. São conhecidas vulgarmente como *cafofas*, *cuncas* ou *batatas de umbu* (LIMA et al., 2000).

Alves et al. (2002) testaram a aceitabilidade de picles fermentado do xilopódio do umbuzeiro, obtendo para o sabor do produto a nota 6 (gostei ligeiramente). Os autores sugerem a melhoria do produto acrescentando uma etapa de dessalga, antes da embalagem.

O umbuzeiro caracteriza-se pela alta resistência à seca, devido principalmente ao sistema radicular. As condições climáticas ideais giram em torno dos 400 a 800 mm anuais de precipitação pluviométrica e temperatura entre 12 a 38°C (SILVA et al., 1987).

O fruto do umbu (Figura 1.2b) é uma drupa glabra ou levemente pilosa. Normalmente, a coloração do fruto é amarela - esverdeada quando maduro, com polpa suculenta de sabor agridoce, tendo no centro uma única grande semente. A forma dos frutos varia entre arredondada, ovóide e oblonga (LIMA et al., 2000).

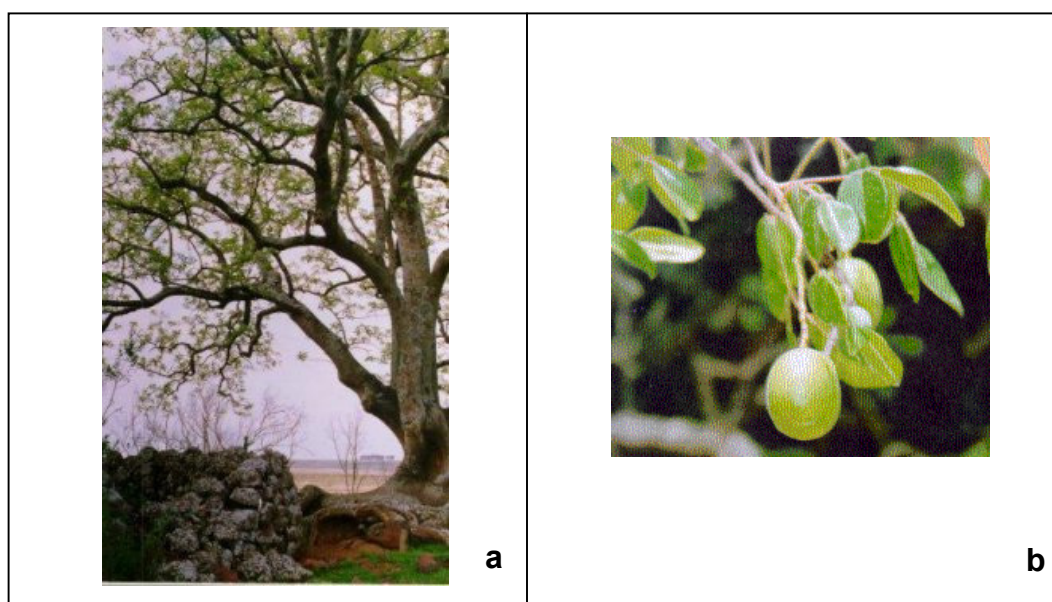


Figura 1.2. (a) Árvore do umbuzeiro; (b) Frutos do umbuzeiro.

A frutificação é copiosa e ocorre depois do início das chuvas, chegando uma planta a produzir mais de 300 kg de frutos por safra. O período de frutificação é de aproximadamente 2 meses e meio, compreendendo os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março. Existe, todavia, uma grande diversidade para produção de frutos por planta, uma vez que elas apresentam uma grande variabilidade genética dentro da espécie *Spondias tuberosa* (GUERRA, 1981 citado por LIMA et al., 2000).

Caracterizando frutos de umbuzeiros, Silva et al. (1987) constataram variação fenotípica para os caracteres estudados, sugerindo existência de alta variabilidade genética dentro da família.

Segundo Lima et al. (2000), a significativa variabilidade encontrada entre as plantas estudadas sugere um ótimo potencial para selecionar plantas de elite, visando a sua multiplicação e futuro uso em pomares racionais de umbuzeiro.

A colheita do fruto é feita manualmente, com os frutos ainda “de vez” para facilitar o transporte. O umbu é climatérico e completa sua maturação após a colheita (ARAÚJO et al., 2000).

Existe uma gama de produtos que podem ser desenvolvidos à base de umbu, muitos já são feitos artesanalmente como umbuzada, geléias (de pasta de umbu, de água de umbu, do suco de umbu), compota de umbu, bolo de umbu, brigadeiro de umbu, sorvetes, etc. (CAMPOS, 2002).

Industrialmente, a principal forma de comercialização é a polpa congelada. Diversas empresas da região Nordeste já comercializam a polpa regularmente (LIMA et al., 2000).

Cavalcanti et al. (2000) citam a grande capacidade que a planta tem para contribuir na industrialização de novos produtos, sendo o umbu utilizado para sucos, néctares, umbuzadas, licores, xaropes, pastas concentradas, umbus cristalizados, entre outros.

Matsuura et al. (2000) desenvolveram geléia de umbu com diferentes teores de polpa. Os produtos desenvolvidos apresentaram boa aceitação sensorial, sendo que a formulação mais bem aceita utilizou a proporção polpa:açúcar de 50:50 e um menor teor de sólidos insolúveis da polpa.

De Souza et al. (2000) elaboraram passa de umbu por secagem convencional e combinada (pré-secagem osmótica + convencional). O produto submetido ao processo osmótico teve a preferência do degustador, assim como a secagem até o teor de umidade de 40%(b.u) se destacou estatisticamente em relação ao 30%(b.u).

Pinto et al. (2000) estudaram o efeito de variáveis no processamento de doce em massa de umbu verde e maduro sobre a qualidade e aceitação. O trabalho concluiu que é possível obter doces de ambas as polpas, com um bom nível de aceitação, permitindo um possível aproveitamento do umbu verde. Entretanto, entre as formulações testadas para o mesmo, a sem correção da acidez apresentou menor aceitação.

3.2. Composição e valor nutricional

A composição química mostra uma riqueza em vitaminas. Em 100 gramas de polpa do fruto, encontra-se principalmente vitamina B1 (40µg) e B2 (40µg), vitamina A (30µg), C (13,50 a 33mg) e niacina (0,50mg). A polpa é também rica em minerais, com teores entre 15 a 20mg para cálcio, 14 a 28mg para fósforo e 1,46 a 2mg para ferro (NARAIN et al., 1992; FRANCO, 1992).

O umbu é um fruto rico em compostos fenólicos. BISPO (1989) determinou que a polpa do fruto apresenta um teor de taninos de 126,27mg/100g. Esse valor é inferior ao cajá, porém ainda superior aos encontrados em outras frutas tropicais, como por exemplo, mamão e banana.

Narain et al. (1992), analisando a composição química da polpa de umbu, também demonstraram a presença de taninos na ordem de 120mg/100g.

Jacinto et al. (2004) estudaram a atividade antioxidante do extrato de umbu em homogenato de cérebro de ratos. Utilizando como padrão o α - tocoferol, os resultados demonstraram que o umbu foi o fruto que apresentou melhor atividade antioxidante em todas as concentrações testadas. Até a menor concentração de 0,5mg/mL forneceu excelentes resultados como proteção contra peroxidação lipídica. Além do umbu, o estudo foi realizado com os frutos cajá, caju e mangaba.

Poucas pesquisas foram publicadas sobre a caracterização físico-química do umbu. A Tabela 1.2 mostra os resultados segundo cada autor.

Tabela 1.2. Características físico-químicas de umbus, de acordo com alguns autores.

	BISPO (1989)	NARAIN et al. (1992)	FRANCO (2002)
pH	2,45	3,07	----
⁰ Brix	10	9,47	----
Acidez Total (%)	1,23	1,14	----
Umidade (%)	89,89	87,25	----
Proteínas (%)	0,52	0,31	0,60
Gordura (%)	0,35	0,85	0,40
Fibras (%)	0,37	1,04	----
Cinzas (%)	0,35	0,30	----
Açúcares Totais (g/100g)	7,95	5,38	10,60
Cálcio (mg/100g)	26,33	15,6	20,00
Ferro (mg/100g)	1,66	1,46	2,00
Ác. ascórbico (mg/100g)	9,61	15,8	13,5

Os baixos teores em proteínas e lipídios fazem da polpa de umbu um alimento de baixo valor energético, com valores entre 27 a 44kcal/100g de fruta (BISPO,1989; NARAIN et al., 1992; FRANCO, 1992).

Thomazini (1998) realizou o isolamento, separação, identificação e análise sensorial dos compostos voláteis de umbu através de cromatografia gasosa de alta resolução, espectrometria de massa e teste olfatométrico. O trabalho detectou 44 compostos voláteis no “headspace” do umbu, dos quais 16 foram identificados como α -pineno, canfeno, β -pineno, β -mirceno, α -felandreno, 3-careno, (+) -2-careno, d-limoneno, (E)-ocimeno, ocimeno, alo-ocimeno, α -copaeno, trans-cariofileno, α -cariofileno, α -muuroleno e δ -cadineno.

4. FRUTAS E FUNCIONALIDADE

O valor medicinal das plantas, em geral, é conhecido e mesmo utilizado em larga escala em algumas regiões, ou mais comumente em áreas rurais. Existem até enciclopédias que tratam das plantas medicinais, englobando as plantas frutíferas, das quais pode-se obter remédios para muitas moléstias. As formas de utilização das plantas como remédios são as mais variadas, podendo ser preparados cataplasmas, decocção, infusões, macerados, sucos, etc (DONADIO, 2003).

Desde os tempos mais remotos, o cajá e o umbu vêm sendo utilizados na medicina popular. Os sucos de cajá e de umbu são reputados como febrífugos (BALBACH, 1979; BARBOSA et al., 1981). Há relatos sobre o uso popular do cajá como antiinflamatório de ação protetora da pele e mucosa, antiblenorrágico, antidiarréico, antidisentérico, na prevenção de hemorróidas e também devido à adstringência é conhecido como um agente emético (FONSECA e DE NOVA, 2001; MORTON, 2001).

Marques (1977) citado por Bispo (1989) relata que a casca, frutos e até as flores do umbuzeiro são empregados na medicina popular. A água da raiz é utilizada para combater verminoses e problemas intestinais.

Na realidade, as frutas, por conterem uma variedade de vitaminas e minerais essenciais, sempre foram consideradas como alimentos reguladores do metabolismo. Do ponto de vista das propriedades funcionais fisiológicas, esse alimentos têm sido altamente recomendados pela sua riqueza em vitamina C, carotenóides, substâncias fenólicas, substâncias sulfuradas, dentre muitos outros, que pela ação antioxidante, “limpadoras” de radicais livres e sequestrantes de carcinógenos e de seus metabólitos, exercem ação protetora contra a evolução de processos degenerativos que conduzem precocemente a doenças e ao envelhecimento (SGARBIERI e PACHECO, 1999).

A possibilidade do uso de alimentos na redução de risco de doenças crônico-degenerativas tem sido assunto constante em eventos na área de nutrição e alimentação. Diversos fatores vêm motivando ou justificando esse interesse, tais como: o reconhecimento da relação saúde-nutrição-doença, pesquisas clínicas e levantamentos epidemiológicos e, ainda, perspectivas industriais (LAJOLO, 2001).

Segundo De Angelis (2001), as evidências epidemiológicas vêm se associando a pesquisas bioquímicas e clínicas que mostram a presença, em alimentos, de componentes químicos que podem ter ação biológica, importante na manutenção da saúde da população, além dos nutrientes conhecidos com as suas necessidades diárias já estabelecidas.

Acredita-se que uma dieta rica em frutas e vegetais pode proteger contra uma série de doenças, entre elas as cardiovasculares, câncer e outras doenças crônicas. Entre os principais mecanismos de ação desses alimentos na prevenção de doenças, pode-se citar a atividade antioxidante; a detoxificação de enzimas; a estimulação do sistema imune; a diminuição do colesterol e pressão arterial e a atividade antibacteriana e antiviral (VANNUCCHI e JORDÃO JR, 2001). O maior número de informações está relacionado às correlações com as propriedades antioxidantes das vitaminas E e C, porém outros componentes devem ser também considerados, como os fitoquímicos.

Vários compostos químicos encontrados em plantas (entre eles, carotenóides e compostos fenólicos) são agrupados sob o termo fitoquímicos. A palavra vem da justaposição do radical grego *phyto*, que significa planta, e da palavra químico. A maneira exata na qual os compostos de plantas ajudam a combater as doenças ainda está sendo estudada, pois os mecanismos são tão diversos quanto os compostos.

4.1 Carotenóides

Os carotenos formam um dos grupos de pigmentos mais difundidos na natureza, sendo responsáveis pela coloração amarela, laranja e vermelha de grande número de frutas, folhas e algumas flores (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

De 600 carotenóides, menos de 10% são precursores da vitamina A, ou seja, que são efetivamente convertidos em vitamina A na parede intestinal e no fígado. O betacaroteno é considerado como a mais elevada atividade de pró-vitamina. Muitos, apesar de não apresentarem essa atividade, são muito importantes do ponto de vista do combate à oxidação de radicais livres. Pode-se destacar as luteínas, zeaxantinas, criptoxantinas e os licopenos (VAN POPPEL, 1993; VANNUCCHI e JORDÃO JR, 2001). Os diversos efeitos dos carotenóides no organismo e sua possível ação na prevenção de doenças têm sido objeto de investigação em todo o mundo.

Apesar das investigações serem ainda muito discutíveis, várias evidências epidemiológicas parecem estar apontando para conexões de maior risco de cânceres entre indivíduos que, em geral, consomem alimentação pobre em vegetais e frutas (OSLON, 1999; DE ANGELIS, 2001).

A pesquisa realizada por Poo Zobel et al. (1997) suporta a hipótese de que os carotenóides contidos nos vegetais exercem ação protetora de câncer pela diminuição da oxidação degenerativa do DNA em humanos. O estudo foi realizado com homens que ingeriam diariamente 330mL de suco de tomate, 330mL de suco de cenoura e 10 gramas de espinafre seco.

Hertog et al. (1996) citado por De Angelis (2001) concluíram que o maior consumo de vegetais, em especial frutas, está correlacionado com a redução de risco de mortalidade por câncer em homens de meia-idade. O estudo acompanhou 2212 homens por três anos.

Existem relatos sobre testes epidemiológicos em que a ingestão elevada de carotenóides reduz o risco de formação de placas ateroscleróticas, risco de câncer de mama em mulheres, risco de câncer de próstata e diminuição da mortalidade em idosos por doenças cardiovasculares (OSLON, 1999; SGARBIERI e PACHECO, 1999; GARDNER et al., 2000; DE ANGELIS, 2001; VANNUCCHI e JORDÃO JR, 2001).

4.2 Taninos

Taninos são substâncias fenólicas hidrossolúveis com massa molecular entre 500 a 3.000 Daltons, capazes de precipitar alcalóides e outras proteínas. Tais compostos distribuem-se no reino vegetal e possuem como característica a forte adstringência (BOBBIO e BOBBIO, 2001).

Os taninos podem ser classificados como hidrolisáveis e não hidrolisáveis, sendo estes últimos presentes em maior quantidade nos alimentos normalmente consumidos. Os taninos não hidrolisáveis ou condensados estão presentes na fração fibra alimentar dos vegetais e são formados por polímeros de flavonóides, constituídos predominantemente por unidades de flavan-3-ols e flavan-3,4-diols (SALUNKHE et al., 1990).

A elevada associação entre o consumo de alimentos vegetais ricos em taninos e a menor incidência de determinados tipos de doenças crônico-degenerativas, observados em vários grupos populacionais, tem estimulado a pesquisa científica a explorar possíveis propriedades funcionais dessas substâncias no organismo humano. Entretanto, evidências científicas reais que apontem para a elucidação de tais interações fisiológicas ainda não foram devidamente esclarecidas (TIRAPEGUI e CASTRO, 2001).

Bravo (1998) também cita que o interesse em compostos fenólicos tem aumentado, principalmente pela capacidade antioxidante dos mesmos (captura de radicais livres e quelação de metais) e suas possíveis implicações na saúde humana, tais como no tratamento e prevenção do câncer, doenças cardiovasculares e outras patologias.

Segundo as pesquisas, entre as propriedades funcionais dos taninos pode-se citar a atividade anticariogênica, antioxidante, ação bactericida e fungicida, atividade anticarcinogênica e menor incidência de doença coronariana (SGARBIERI e PACHECO, 1999; TIRAPEGUI e CASTRO, 2001; DE ANGELIS, 2001).

Segundo Tirapegui e Castro (2001), a ingestão de taninos na dieta também resume alguns efeitos negativos, conhecidos como fatores antinutricionais, entre os quais pode-se citar: decréscimo da ingestão alimentar, redução na absorção de nutrientes e complexação com íons metálicos. Por outro lado, segundo os mesmos autores, nas concentrações que os taninos ocorrem naturalmente em alimentos, não se observa um efeito negativo à saúde de indivíduos adultos e saudáveis. Assim, abre-se uma nova fronteira tanto para o desenvolvimento de novos produtos que contenham taninos naturalmente ou para a orientação dietética de grupos populacionais específicos. Para tal, ressalva-se a necessidade de mais estudos na área, para garantir o consumo seguro e eficiente dessas substâncias, otimizando-se o efeito benéfico destes à saúde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, E.; BARRETO, R.L.S.B.; COELHO, A.C.D.; COELHO, R.D.; MENDES, A.C.R. Análise da concentração de potássio em alguns frutos cultivados no nordeste. **Higiene Alimentar**. v.13, n.62, p.34-36, 1999.

ALBURQUERQUE, U.P.; ANDRADE, L.H.C. Uso de recursos vegetais da caatinga: o caso do agreste do estado de Pernambuco (Nordeste do Brasil). **Interciencia**, Caracas, v.27, n.7, jul., 2002.

ALVES, A.R.C.; LUCHESE, R.H.; BORGES, S.V.; CAVALCANTI, N.B. Aceitabilidade de picles fermentado de xilopódio do umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2002. **Nota científica**. Porto Alegre: 2002. Versão digital (CD_ROM).

ARAÚJO, F.P.de.; SANTOS, C.A.F.; CAVALCANTI, N.B. Cultivo do umbuzeiro. Petrolina: EMBRAPA Semi - Árido, 2000. (Instruções Técnicas, 24).

ARKCOLL, D. New crops from Brazil. In: JANICK, J.; SIMON, J.E. **Advances in new crops**. Portland: Timber Press, 1990. Disponível em: <www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/V1-367.html>. Acesso em: 23 out., 2000.

BALBACH, A. **As Frutas na Medicina Doméstica**. 18 ed. São Paulo: EDEL., 1979.

BARBOSA, W.C.; NAZARÉ, R.F.R.; HASHIMOTO, K. Estudo bromatológico e tecnológico da graviola e do taperebá. Belém, EMBRAPA. **Boletim de pesquisa** nº 32.15p. 1981.

BISPO, E.S. **Estudos de produtos industrializáveis de Umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. 1989. 119p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1989.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Editora Varela, 2001. 143p.

BORA, P.S.; NARAIN, N.; HOLSCHUH, H.J.; VASCONCELOS, M.A.S. Changes in Physical and Chemical Composition during Maturation of Yellow Mombin (*Spondias mombin*) Fruits. **Food Chemistry**. v.41, p.341-348, 1991.

BOSCO, J.; SOARES, K.T.; AGUIAR FILHO, S.P.; BARROS, R.V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA-PB, 29p, 2000.

BRASIL. **Alimentos regionais brasileiros**. Ministério da Saúde, Secretaria de Políticas de Saúde, Coordenação Geral da Política de Alimentação e Nutrição. 1 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism and nutritional significance. **Nutr Rev.**, v.56, p.317-333, 1998.

CAMPOS, C.O. **Umbu, mais algumas considerações**. Salvador: EBDA, 2002. 13p. (EBDA. Série Extensão, 6)

CARLESSI, R. **Lucro líquido e certo**. Revista Distribuição. Disponível em <http://www.revistadistribuição.com.br/content.asp?page=93&id_edicao=20>. Acesso em 02 mar.2005.

CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém, 5ª ed., Museu Paraense Emílio Goeldi, Edições CEJUP: CNPQ. p.90-96, 1991.

CAVALCANTI, N.B. RESENDE, G.M.; BRITO, L.T.L.de. Processamento do fruto do imbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.). **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v.24, n.1, p.252-259, 2000.

CORTHOUT,J.;PIETERS,L.;CLAEYS,M.;VANDEN BERGHE,D.; VLIETINCK,A. Antiviral Ellagitannins from *Spondias Mombin*. **Phytochemistry**. v.30. n.4, p.1129-1130, 1991.

DA SILVA, A.P.V.da; MAIA, G.A.;OLIVEIRA, G.S.F.;FIGUEIREDO, R.W.; BRASIL, I.M. Estudo da produção do suco clarificado de cajá (*Spondias lutea* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p.33-36, jan/apr., 1999.

DE ANGELIS, R.C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde:** fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. 295p.

DE SOUZA, S.;CAVALCANTI MATA, M.E.R.M.; BRAGA, M.E.D.; MONTEIRO FILHO, A.F. Confecção da passa de umbu (*Spondias tuberosa*, Arruda Câmara). In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, v.3.2000. **Livro de Resumos**. Fortaleza: 2000, p.11.64.

DIAS, D.R.; SCHWAN, R.F.;LIMA, L.C.O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.23, n.3, p. 342-350, set/dez., 2003.

DONADIO, L.C. A situação atual e potencial da fruticultura brasileira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 8, 1986, Brasília. **Anais...** Sociedade Brasileira de Fruticultura, 1986. P.501-511.

DONADIO, L.C. Fruticultura para pomares domésticos. Disponível em <www.todafruta.com.br/todafruta/mostre_conteudo.asp?conteudo2768> Acesso em: 15 dez. 2003

FONSECA, V.S.; NOVA, M.L.C.de. **Plantas Medicinais: uma trilha de surpresas**. Disponível em <<http://www.jbrj.gov.br/arboreto/trilha.htm>>. Acesso em 02 agosto de 2001.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9^a ed. Rio de Janeiro: Atheneu Editora, 1992. 307p.

GARDNER, P.T.; TAMSIN, A.C.; WHITE, D.B.; McPHAIL, G.G.D. The relative contributions of vitamin C, carotenoids and phenolics to the antioxidant potencial of fruit juices. **Food Chemistry**, v.68, p.471-474, 2000.

GIACOMETTI, D.C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais...**Cruz das Almas: Embrapa/CNPMF, 1993, p.13-27.

GOMES, R.P. **Fruticultura brasileira**. 11 ed. São Paulo: Editora Nobel, 1985. 446p.

GROSS, D.; JACOB, H. Panorama da indústria de alimentos: fome de crescimento. **Revista da FI**. São Paulo: Editora Fonte, v.31, jun/ago., 2004.

HAMANO, P.S.; MERCADANTE, A.Z. Compositions of carotenoids from commercial products of caja (*Spondias lutea*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14, p.335-343, ago., 2001.

HOEHNE, F.C. **Frutas Indígenas**. Secretaria de Agricultura, Industria e Comércio. Instituto de Botânica. p.17-19, 1946. São Paulo.

HORVATH, S. **Opção pelo saudável: consumidor troca gaseificados por sucos prontos para beber.** Revista Forbes Brasil on line. Disponível em <<http://forbesonline.com.br/edicoes/105/artigo5306-1.asp?o=s>>. Acesso em 02 mar. 2005.

JACINTO, K.A. Atividade antioxidante dos frutos cajá, caju, umbu e mangaba em homogenato de cérebro de ratos. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2004. **Nota científica.** Recife: 2004. Versão digital (CD-ROM).

JOAS, J. Les mombins: des possibilités technologiques intéressantes. **Fruits**, v.37, n.11, p.727-729, 1982.

KIMURA, M. **Reavaliação de métodos analíticos e determinação da composição de carotenóides e valor da vitamina A em mamão e cajá.** 1989. 103p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade estadual de Campinas, Campinas, 1989.

LABRUNA, J.C. Sucos prontos: matam a sede do mercado. **Engarrafador moderno: revista de negócios e tecnologia em bebidas.** São Paulo: ADEN Editora e Comunicações LTDA, ano X, n.84, abr., 2001.

LAJOLO, F.M. Alimentos Funcionais. Uma visão geral. In: DE ANGELIS, R.C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde:** fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. Cap.33, p.173-179.

LIMA, L.F.N.do.; ARAÚJO, J.E.V.; ESPÍNDOLA, A.C.M.de. **Umbu (Spondias tuberosa Arr. Câm.).** Jaboticabal: Funep, 2000. 29p.

MATSUURA, F.C.A.U.; FOLEGATTI, M.I.S.; CARDOSO, R.L.; LIMA, R. R. Desenvolvimento do produto geléia de umbu com diferentes teores de polpa. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, v.3.2000. **Livro de Resumos**. Fortaleza: 2000, p.11.90.

MENESES FILHO, L.C. de.; FERRAZ, P. A. de.; FERRAZ, J..M.M.; FERREIRA, L.A. **Comportamento de 28 espécies arbóreas tropicais sob diferentes regimes de luz em Rio Branco, Acre**. Rio Branco: UFAC, 1993. p.51 a 55, 1993.

MORTON, J.F. **Fruits of Warm Climates**. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/morton/index.html>> Acesso em: 02 set. 2001.

NAKA, J. **A diversidade das frutas brasileiras**. Disponível em <www.defesaagropecuaria.gov.br/sarc/profruta/pdf/frutas%20brasileiras.pdf> Acesso em: 26 nov. 2004

NARAIN, N.; BORA, P.S.; HOLSCHUH, H.J.; VASCONCELOS, M.A.S. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**. v.44, p.255-259, 1992.

NARIAN, N.; ALMEIDA, J.N.das.; GALVÃO, M.S.de.; MADRUGA, M.S.; DE BRITO, E.S. Compostos voláteis dos frutos de maracujá (*Passiflora edulis* forma *Flavicarpa*) e de cajá (*Spondias mombin* L.) obtidos pela técnica de *headspace* dinâmico. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p. 342-350, apr/jun., 2004.

OLSON, J.A. Carotenoids and human health. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**. v.49, n.1-S, p.7-S a 11-S, 1999.

PINTO, P.R.; BORGES, S.V.; CAVALCANTI, N.B.; OLIVEIRA, V.M.; DELIZA, R. Efeito de variáveis do processamento de doce em massa de umbu verde e maduro sobre a sua qualidade e aceitação. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, v.3.2000. **Livro de Resumos**. Fortaleza: 2000, p.11.19.

POO ZOBEL, B.L.; BUB, L.; MULLER, H.; WOLLOWSKI, I. RECKEMMER, G. Consumption of vegetables reduces genetic damage in humans. **Carcinogenesis**, v.18, n.9, p.1847-1850, 1997.

SACRAMENTO, C.K.; SOUZA, F.X.de. **Cajá (*Spondias mombin* L.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 42p. (Série Frutas Nativas, 4).

SEBRAE. SEBRAE/MG: **A agroindústria de frutas**. Disponível em <www.sebraemg.com.br/agronegocios/Fruticultura/Cap5.doc>. Acesso: em 28 nov. 2004

SALUNKHE, D.K.; CHAVAN, J.K.; KADAM, S.S. **Dietary tannins**: consequences and remedies. Boca Raton: CRC Press, 1990. 200p.

SGARBIERI, V.C.; PACHECO, M.T.B. Revisão: Alimentos Funcionais Fisiológicos. **Braz. J. Food Technol.**, 2(1.2), p. 7-19, 1999.

SILVA, A.Q.; SILVA, H. Cajá, uma frutífera tropical. **Informativo SBF**, Itajaí, v.14, n.4, dez., 1995.

SILVA, C.M.M. de; PIRES, I.E.; SILVA, H.D.da. **Caracterização dos frutos do umbuzeiro**. Petrolina: Embrapa, 1987. 17p. (Embrapa. Boletim de Pesquisa, 34)

SILVA JUNIOR, J.F.; BEZERRA, J.E.F.; LEDERMAN, I.E.; ALVES, M.A.; NETO, M.L.M. Collecting, *ex situ* conservation and characterization of “cajá-umbu” (*Spondias mombin* x *Spondias tuberosa*) germplasm in Pernambuco State, Brazil. **Genetic Resources and Crop Evolution**. v.51, p.343-349, 2004.

SOUZA F. X. de. **Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: EMBRAPA-SEBRAE (CE), 1998. 28p. (Documento, 27).

SOUZA F. X. de.; ARAÚJO, C.A.T. **Avaliação dos métodos de propagação de algumas Spondias agroindustriais**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1999. 4p. (Comunicado Técnico, 31).

THOMAZINI, M. **Compostos voláteis de sucos provenientes da fruta e da polpa congeladas de umbu (Spondias tuberosa, Anacardaceae)**. 1998. 91p. Dissertação (Mestre em Ciência dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1998.

TIRAPÉGUI, J.; CASTRO, I.A.de. Taninos na dieta humana: aspectos funcionais. In: DE ANGELIS, R.C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde**: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. Cap.44, p.253-265.

VAN POPPEL, G. Carotenoids and cancer: An update with emphasis on human intervention studies. **European Journal of Cancer**, v.29A, n.9, p.1335-1344, 1993.

VANNUCCHI, H.; JORDÃO JR, A. Radicais Livres, antioxidantes e dieta. A importância das frutas e verduras. In: DE ANGELIS, R.C. **Importância de alimentos vegetais na proteção da saúde**: fisiologia da nutrição protetora e preventiva de enfermidades degenerativas. São Paulo: Editora Atheneu, 2001. Cap.33, p.193-201.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICA E FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) E OTIMIZAÇÃO DO PROCESSO DE EXTRAÇÃO DE SUAS POLPAS.

RESUMO

O cajá e umbu são frutos tropicais amplamente consumidos *in natura* ou na forma de produtos processados no Norte e Nordeste do Brasil, respectivamente. Devido à crescente aceitação de seus produtos e a incessante busca por novos sabores, a agroindústria de suas polpas vêm despertando interesse tanto para o mercado interno brasileiro quanto para exportações. Entretanto, apesar do forte interesse comercial, poucos dados científicos sobre os frutos são encontrados e estudos para obtenção de polpas de qualidade também são escassos. Assim, o objetivo desse trabalho foi caracterizar física e físico-quimicamente as polpas dos frutos e testar dois tipos de extratores (*pás* e *escovas*) para obtenção de polpa com qualidade superior. Realizou-se análises da composição centesimal das polpas, assim como a determinação de pH, acidez titulável, sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, vitaminas C e A, taninos, carotenóides totais, cor e minerais. Um acompanhamento microbiológico de processo foi realizado, com análises de bolores e leveduras, grupo coliformes e contagem total de bactérias. As caracterizações revelaram que os frutos têm uma composição química parecida, porém o cajá se destaca quanto aos teores de taninos e carotenóides. Para ambos os frutos, a otimização do melhor método de extração das polpas indicou o extrator do tipo *escovas* (despolpamento por abrasão), por apresentar melhor rendimento, condições de processo e qualidade microbiológica do produto final.

Palavras-chave: caracterização, física, físico-química, polpa, cajá, umbu.

ABSTRACT

Caja and *umbu* are tropical fruits widely consumed *in natura* or in the form of processed products in the North and Northeast of Brazil, respectively. Due to the increasing acceptance of their products and the incessant search for new flavours, the agroindustry processing these pulps is stimulating interest on both the internal Brazilian and exportation markets. However, despite the strong commercial interest, little scientific data on these fruits is available, and studies to obtain quality pulps are also scarce. Thus the objective of this study was to carry out a physical and physicochemical characterisation of the fruit pulps and test two types of extractor (blade and brush) to obtain superior quality pulp. The proximate compositions of the pulps were determined and also pH, titratable acidity, soluble solids, total and reducing sugars, vitamins C and A, tannins, total carotenoids, colour and minerals. The microbiological quality was accompanied during processing, carrying out yeast and mould and Coliform group counts and a standard bacterial count. The characterisations showed that the fruits presented similar chemical compositions, but that *caja* stood out with respect to its tannin and carotenoid contents. For both fruits the brush type extractor (pulping by abrasion) was indicated as superior to the blade extractor, presenting greater yield, better processing conditions and improved microbiological quality of the final product.

Keywords: characterisation, physical, physicochemical, pulp, *caja*, *umbu*.

1. INTRODUÇÃO

Desde os tempos mais remotos, a caracterização de frutos *in natura*, sejam eles exóticos ou não, vêm despertando o interesse da comunidade científica, pelo simples fato de se conhecer toda a potencialidade nutricional que os mesmos podem nos oferecer.

O Brasil é o país que apresenta a maior biodiversidade do mundo, o que permite acesso a inúmeras espécies frutíferas, muitas delas praticamente desconhecidas e por tal motivo, muito pouco exploradas comercialmente. As regiões Norte e Nordeste do país abrigam o berço maior dessa biodiversidade e entre uma infinidade de frutos tropicais lá encontrados, chama-se atenção para o cajá e umbu.

O umbuzeiro é uma fruteira nativa de regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro com grande importância sócio-econômica, pois sua exploração comercial tem crescido muito nos últimos anos. Apesar da fruta ser consumida em quase sua totalidade *in natura* no mercado interno, diversas empresas da região investem na comercialização regular da polpa (RESENDE et al., 2000; LIMA et al., 2000). A polpa de umbu é ácida, de sabor exótico e adstringente, devido a presença de taninos em concentração elevada. Tal fato ainda acrescenta um apelo funcional a polpa de umbu, pois a presença de taninos em alimentos é atualmente estudada como antioxidante natural ao nosso organismo, atuando de forma benéfica e preventiva.

O cajá, embora seja da mesma família e mesmo gênero que o umbu, é um fruto bem mais conhecido e cultivado em quase todo o Brasil, desde os tempos coloniais (BARBOSA et al., 1981; BOSCO et al., 2000). Fruto extremamente aromático, é rico em carotenóides, que dão a sua polpa além de uma intensa coloração amarela, um apelo funcional bastante significativo. Assim como o umbu, o fruto é rico em taninos e juntamente com os carotenóides presentes na polpa, ganha destaque como provável antioxidante natural.

Os frutos da cajazeira apresentam boas características para a industrialização, em termos de rendimento e sabor. Segundo Barbosa et al. (1981), o percentual médio de rendimento em polpa é de 40% e pode ser compensado pelas características pronunciadas de aroma e sabor, apresentando amplas possibilidades industriais na fabricação de sucos, néctares, entre outros produtos.

No sul da Bahia, obtém-se um rendimento industrial entre 55 e 60% de polpa de cajá, dependendo da seleção efetuada antes do processamento (SACRAMENTO e SOUZA, 2000).

Entre as operações mais comumente empregadas na indústria de alimentos para a preservação de frutas está a extração de suas polpas. Prática que visa facilitar a disponibilidade do produto para consumo ou insumo durante qualquer período do ano. Frutas muito perecíveis como o cajá, tem nessa opção de conservação um menor desperdício de matéria-prima.

O método de extração aplicado afeta diretamente a qualidade das polpas obtidas, assim dependendo das características da fruta, faz-se uso do melhor método, visando a relação custo/benefício do processo.

Existem três métodos clássicos de extração de polpas e sucos de frutas: por esmagamento, prensagem ou despolpamento através de equipamentos especialmente desenvolvidos para este fim.

Por melhor que seja o método aplicado, perdas em nutrientes vão ser observadas, especialmente vitaminas. Os carotenos que se concentram nas camadas mais externas são perdidos, por exemplo, em processos que exigem a retirada da casca (SGARBIERI, 1987).

Segundo Rodriguez-Amaya (2002), a retirada da casca de frutas e extração de seu suco resultam em perdas substanciais de carotenóides, podendo superar as de tratamentos térmicos. Sendo altamente insaturados, os carotenóides são susceptíveis à isomerização e oxidação. A liberação de ácidos orgânicos, quando as frutas são cortadas ou transformadas em sucos, é suficiente para provocar isomerização, causando ligeira perda de cor e alteração da atividade biológica. A desintegração também aumenta a exposição ao oxigênio e une os carotenóides e as enzimas que catalisam a oxidação. Por tais motivos, recomenda-se um processamento rápido e o uso de outra técnica de conservação logo após a extração.

Da Silva et al. (1997) utilizaram enzimas pectinolíticas para obter suco polposo de cajá com o objetivo de se obter mais agilidade e qualidade do produto final. O processo de extração mecânico-enzimático proporcionou um suco polposo de boa estabilidade e dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente, após estudo de 120 dias.

Resende et al. (2000) desenvolveram um sistema de extração do suco de umbu por saturação de vapor, onde um conjunto de três recipientes superpostos se encaixavam da seguinte forma: parte inferior dotada de recipiente contendo água que ao ser aquecida gerava o vapor; parte superior com câmara de vapor e ao mesmo tempo coletor de suco. Uma cesta perfurada e removível que se encaixava dentro da câmara de vapor, onde os frutos eram colocados para “cozimento” em atmosfera de vapor saturado. Esse sistema permitiu a conservação do produto à temperatura ambiente e resultou em um produto com 6,75°Brix e pH de 2,21.

Assim, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar físico e físico-quimicamente os dois frutos em questão e otimizar um método simples de extração da polpa, visando uma matéria-prima de qualidade, com maior retenção de nutrientes e compostos funcionais (taninos e carotenóides).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

2.1.1 Cajá e Umbu

Os frutos de cajá e umbu (safra 2002) foram adquiridos em feiras livres do Norte e Nordeste do país, sendo o cajá proveniente de Belém-PA e o umbu de Cruz das Almas-BA. Para ambos, o estágio de maturação (“de vez”) era adequado para consumo ou processamento.

Realizou-se uma seleção, etapa fundamental do processamento que permite a escolha de frutas sadias, rejeitando aquelas com podridões, moscas de frutas, entre outros defeitos que podem comprometer a qualidade do produto final.

Acondicionados em sacos plásticos e lacrados, os frutos foram congelados e transportados em caixas de isopor, via aérea para Campinas-SP, sendo acondicionados a -18°C na câmara frigorífica da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP (DTA/FEA/UNICAMP). O tempo despendido entre o transporte até a câmara frigorífica foi de 26 horas.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Caracterização física

Cerca de 100 unidades de cada fruto foram escolhidas aleatoriamente para a caracterização física. Com auxílio de um paquímetro, as medidas de comprimento e largura dos frutos foram determinadas. Manualmente, a separação da semente, polpa e casca foi realizada e os rendimentos foram determinados através de suas respectivas massas, com auxílio de balança. O volume dos frutos foi determinado por imersão em água destilada à temperatura ambiente, contida em uma proveta graduada, através da medida da diferença de altura da coluna

líquida após imersão. A densidade dos frutos foi calculada através da razão entre massa e volume.

2.2.2 Caracterização físico-química dos frutos *in natura*

As análises realizadas estão abaixo relacionadas com os respectivos métodos adotados.

- Umidade: pelo método gravimétrico nº 920.151 da AOAC (1997).
- Proteína: pelo método de Kjeldahl, nº 920.152 da AOAC (1997).
- Lipídios totais: extração com mistura de solventes a frio, método de BLIGH e DYER (1959).
- Cinzas: pelo método gravimétrico nº 940.26 da AOAC (1997).
- Fibra dietética: pelo método enzimático-gravimétrico nº 991.43 da AOAC (1997).
- pH: com auxílio de um pHMETRO, segundo método nº 981.12 da AOAC (1997).
- Acidez titulável total: por titulação com auxílio de um pHMETRO, segundo método nº 942.15 da AOAC (1997). Acidez expressa em ácido cítrico.
- Açúcares (totais e redutores): por LANE e EYNON (titulação de oxi-redução), segundo método de nº 31.034-6 da AOAC (1984).
- Sólidos solúveis: com auxílio de um refratômetro, segundo método nº 932.12 da AOAC (1997).

- Ratio: calculado através da relação entre sólidos solúveis totais e acidez total titulável, segundo REED et al. (1986).
- Determinação de carotenóides totais: extração e quantificação segundo o método de Rodriguez-Amaya (1999). A extração dos pigmentos foi realizada com acetona e celite, misturando-os a 20 gramas de amostra. Em seguida, realizou-se uma filtração à vácuo, onde os pigmentos dissolvidos na acetona foram transferidos para um funil de separação contendo éter de petróleo e diversas lavagens com água destilada foram realizadas até total remoção da acetona. Depois da lavagem, transferiu-se o volume para um balão e aferiu-se com éter de petróleo. A solução foi analisada em um espectrofotômetro, onde se fez uma varredura a 350-550nm. Na quantificação dos carotenóides, os parâmetros em função do carotenóide predominante foram avaliados segundo Davies (1976), que aplica a lei de Beer e apresenta tabela com os dados de absortividades.
- Identificação dos carotenóides e valor de Vitamina A: o extrato em éter de petróleo foi saponificado, em repouso e ao abrigo da luz, por 24 horas em KOH 10% em metanol. Os padrões dos carotenóides α -caroteno, β -caroteno e β -criptoxantina utilizados apresentaram um grau de pureza maior que 90%. Utilizando coluna C18 MARCA VARIAN BANDESIL 5 μ m, 150 X 4,6mm., as injeções foram feitas em um sistema HPLC-UV, seguindo metodologia proposta pelo fabricante Bio-Rad, num cromatógrafo Shimadzu VP, coluna Aminex® HPX-87H Bio-Rad, detector UV-VIS SPD-10A (450nm) e software CLASS-VP. As condições de processo foram:
Fase móvel: Acetonitrila/Metanol/Acetato de etila (80:15:5)
Temperatura do forno: 25°C
Fluxo: 1mL/min Tempo de corrida: 45 minutos

- Vitamina C: o teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método nº 43.065 da AOAC (1984) modificado por BENASSI (1990), onde se substitui o solvente extrator ácido metafosfórico por ácido oxálico.
- Taninos: extração segundo BISPO (1989) e quantificação pelo método colorimétrico de Folin-Denis nº 952.03 da AOAC (1997).

2.2.3 Avaliação mineralógica dos frutos *in natura*

Para as determinações, as polpas dos frutos foram liofilizadas com o objetivo de reduzir o teor de água sem expor as amostras a temperaturas muito elevadas. Utilizou-se o liofilizador da marca EDWARDS (nº FO56-02-000 série nº 760) disponível na Planta Piloto do Departamento de Tecnologia de Alimentos (FEA/UNICAMP). O processo durou dois dias e o pó obtido foi enviado para o Departamento de Solos e Nutrição de Plantas, da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” - ESALQ, USP, onde a composição mineralógica foi realizada. Analisaram-se os seguintes micronutrientes: potássio, fósforo, cálcio, magnésio, enxofre, boro, cobre, ferro, manganês e zinco, seguindo-se a metodologia de SARRUGE e HOOG (1974).

2.2.4 Avaliação microbiológica dos frutos *in natura*

A microbiota foi estudada pelas análises de bolores e leveduras, contagem total, coliformes totais e fecais, segundo VANDERZANT e SPLITTSTOESSER (1992).

2.2.5 Análise colorimétrica

A análise de cor foi realizada utilizando-se o espectrofotômetro para cor, modelo Colorquest II marca Hunterlab, com reflectância especular incluída e iluminante D65/10°. O sistema de leitura adotado foi o CIELab, com os seguintes padrões de calibração:

Branco: n° C6299 de março de 1996, RSIN D₆₅/10°, X 77,46 Y 82,08 Z 88,38

Cinza: n° C6299G de março de 1996, RSIN D₆₅/10°, X 47,71 Y 50,83 Z 54,94

As amostras foram colocadas em uma cubeta de vidro de 1cm com caminho opticamente limpo de 20mm. A área de análise (campo de visão) foi de 1 polegada (HUNTER, 1975).

2.2.6 Extração da polpa dos frutos

Os frutos, após o descongelamento, foram imersos em um tanque de aço inoxidável contendo uma solução aquosa de hipoclorito de sódio a 30 ppm. Após 15 minutos, os frutos foram removidos e uma lavagem por aspersão de água foi realizada visando à remoção das impurezas remanescentes, além da retirada do excesso de cloro.

As polpas foram extraídas em dois tipos de extratores disponíveis na planta piloto do Departamento de Tecnologia de Alimentos: tipo *pás* e *escovas*. Nos equipamentos, não havia possibilidade de efetuar regulagens no diâmetro da malha das peneiras e somente o extrator tipo *pás* possuía um sistema para modificar a velocidade de rotação. Tais condições limitaram a obtenção de diferentes parâmetros para a extração.

- Especificações dos equipamentos:

- Extrator de escovas da marca BERTUZZI, dotado de peneira com diâmetro equivalente a 0,8mm de abertura de malha e capacidade de processo de 20kg de fruto/h.

- Extrator de pás, da marca LANGSSENKAMI, dotado de peneira com diâmetro equivalente a 0,8mm de abertura de malha e capacidade de processo de 10kg de fruto/h.

Os equipamentos acima citados e demais utensílios de apoio utilizados na extração da polpa dos frutos também foram sanitizados com uma solução de hipoclorito de sódio, porém a uma concentração mais elevada, 200 ppm.

Considerando as diferenças morfológicas entre as frutas, as extrações foram avaliadas quanto ao rendimento e quebra de sementes (REED et al., 1986) durante o processo. A análise de quebra de sementes consiste em analisar o número de pontos escuros presentes em uma quantidade pré-determinada de polpa (5 gramas). Para melhor visualização dos pontos, utilizou-se um microscópio estereoscópio (marca MICRONAL, modelo baseSIT, série 0818) e a polpa foi espalhada em placa de Petri®.

2.2.7 Avaliação das polpas extraídas de cajá e umbu

As amostras de polpa foram acondicionadas em sacos de polietileno (24cm x 34cm x 0,15mm), em porções de 1kg, para facilitar manuseio. Realizou-se um congelamento rápido, com auxílio de um congelador de placas (marca FRIGOSTRELLA DO BRASIL, modelo P.M-5). O equipamento proporcionou uma temperatura de -30°C e o congelamento completo das polpas levou em média 3 horas.

A câmara fria do DTA/FEA/UNICAMP foi utilizada para manter as amostras estocadas a uma temperatura de -18°C.

As análises de pH, acidez titulável total, teor de açúcares total e redutores, sólidos solúveis, taninos, carotenóides e cor foram realizadas pelos métodos já citados no item 2.2.2 e 2.2.5. As análises microbiológicas de bolores e leveduras, contagem padrão, coliformes totais e fecais também foram efetuadas de acordo com o item 2.2.4.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. CARACTERIZAÇÃO FÍSICA DOS FRUTOS

3.1.1 Cajá

Os resultados obtidos na caracterização física dos frutos de cajá e os rendimentos em polpa, casca e semente estão apresentados na Tabela 2.1 e 2.2, respectivamente.

Tabela 2.1. Resultados da caracterização física do cajá.

	Máximo	Mínimo	Médio*
Comprimento (cm)	4,85	1,50	2,93 $\pm$ 0,60
Largura (cm)	2,73	1,33	2,18 $\pm$ 0,27
Peso (g)	16,47	1,35	7,19 $\pm$ 3,20
Densidade (g/cm ³)	1,40	0,63	0,94 $\pm$ 0,38

* Média de cem determinações

Existe uma grande escassez de dados quanto à caracterização física detalhada do cajá. A literatura encontrada mostra que o fruto apresenta comprimentos que vão de 3,50 até 6cm (BARBOSA et al., 1981; GOMES, 1985; BORA et al., 1991).

Os frutos adquiridos no presente trabalho apresentaram-se bastante irregulares, característica que pode ser bem visualizada na Tabela 2.1, considerando-se os valores referentes ao comprimento e peso dos frutos. Porém, a irregularidade nas dimensões de frutos tropicais é bastante comum, tendo em vista a região produtora, forma de cultivo, clima da região, entre outros fatores que podem afetar as características de desenvolvimento dos frutos. Geralmente, frutos adquiridos em feiras livres apresentam características variáveis, justamente pelo fato de serem nativos de diferentes localidades.

Tabela 2.2. Rendimentos calculados para o fruto cajá.

Fruto	Rendimento (%)
Polpa	24,20
Casca	13,83
Semente	51,76
Perdas	10,21

A Tabela 2.2 mostra que o fruto possui sementes grandes, que corresponderam a 51,76% do peso total do fruto. O rendimento obtido em polpa foi baixo e as perdas relativamente altas, devido à dificuldade no despulpamento manual do fruto. A casca fina, que reveste o fruto, é facilmente removida, porém, a polpa é bastante aderida a semente. Por ser um fruto de alta umidade, as perdas em água foram inevitáveis, mesmo tomando-se o cuidado de usar anteparos durante os cortes e despulpamento.

Bora et al. (1991) obtiveram a composição média de 32,81% sementes, 15,66% casca e 51,53% de polpa em trabalho com frutos de cajá provenientes de Itabaiana (PB).

Bosco et al. (2000) relatam que o processamento de polpa de cajá em equipamentos adequados pode atingir um rendimento médio em torno de 45-50%. A pesquisa foi desenvolvida com frutos provenientes de quatro municípios da Paraíba.

Barbosa et al. (1981) realizaram o despulpamento do cajá em um *pulp-finisher* e obtiveram os rendimentos: 36% polpa, 15% casca, 46% semente e 3% perdas.

3.1.2 Umbu

Os resultados obtidos na caracterização física dos frutos de umbu e os rendimentos em polpa, casca e semente são apresentados na Tabela 2.3 e 2.4, respectivamente.

Tabela 2.3. Resultados da caracterização física do umbu.

	Máximo	Mínimo	Médio*
Comprimento (cm)	3,91	2,44	3,19 $\pm$ 0,29
Largura (cm)	3,92	2,38	2,89 $\pm$ 0,30
Peso (g)	25,54	8,52	15,24 $\pm$ 3,60
Densidade (g/cm ³)	1,90	0,57	1,10 $\pm$ 0,25

* Média de cem determinações

Assim como no cajá, observou-se uma grande variação no peso dos frutos apesar de serem provenientes de uma mesma região (Cruz das Almas, BA). Os frutos do umbu também foram adquiridos em feiras livres, o que justifica a variação.

Encontrou-se apenas duas literaturas referentes à caracterização física do umbu. Em 1989, Bispo, em sua dissertação de mestrado, analisou os frutos provenientes de Salvador (BA). Os resultados médios observados foram 3,21cm de comprimento, 2,96cm de largura e 16,26g de peso, estando próximos aos valores encontrados no presente trabalho.

Narain et al. (1992) desenvolveram uma pesquisa com frutos de umbu provenientes de Pombal (PB) e os resultados médios apresentados (3,21cm de comprimento, 2,86cm de largura e 15,39g de peso) também estão dentro da faixa obtida.

Tabela 2.4. Rendimentos calculados para o fruto umbu.

Fruto	Rendimento (%)
Polpa	49,48
Casca	30,28
Semente	16,10
Perdas	4,14

Os resultados da Tabela 2.4 mostram que as perdas foram menores no despulpamento manual do umbu e que o fruto apresenta melhor rendimento em polpa, quando comparado ao cajá.

Silva et al. (1987) obtiveram a composição média de 10% sementes, 22% casca e 68% polpa em trabalho com frutos de umbu provenientes de Petrolina (PE).

Bispo (1989), em escala de laboratório, realizou a despolpa de umbu apresentando um rendimento de 60% em polpa, 15,41% em semente e 23,52% em casca.

Narain et al. (1992), em estudo com frutos de Pombal (PB), obtiveram resultados médios de 21,27% sementes, 20,95% casca e 57,78% polpa.

Comparando os frutos de cajá e umbu, estudados no presente trabalho, quanto ao tamanho e rendimento, pode-se observar que o umbu tem dimensões maiores, apresenta sementes menores e, conseqüentemente, mostrou um melhor rendimento em polpa.

3.2. CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DOS FRUTOS *IN NATURA*

3.2.1 Cajá

A Tabela 2.5 apresenta os resultados referentes à caracterização físico-química da polpa de cajá.

Tabela 2.5. Caracterização físico-química da polpa de cajá.

Análises	Resultados
pH	2,53 ± 0,01
Acidez titulável total (% ácido cítrico)	1,86 ± 0,01
Sólidos solúveis (expressos em °Brix a 28°C)	10,09 ± 0,00
<i>Ratio</i>	5,42 ± 0,01
Umidade (%)	89,42 ± 0,18
Proteína (%)	0,82 ± 0,01
Lipídios totais (%)	0,26 ± 0,09
Cinzas (%)	0,58 ± 0,02
Fibra dietética (%)	1,18 ± 0,10
Fibra insolúvel (%)	0,43 ± 0,12
Fibra solúvel (%)	0,75 ± 0,12
Açúcares totais (g/100g)	4,54 ± 0,25
Açúcares redutores (g/100g)	4,25 ± 0,34
Açúcares não redutores (g/100g)	0,29 ± 0,27
Carotenóides totais (µg/g)	28,30 ± 0,18
Taninos (mg/100g)	299,81 ± 0,48
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100g)	23,72 ± 0,08

* Valores em base seca, médias de três repetições.

Os valores encontrados para as análises de pH, sólidos solúveis, acidez e toda a composição centesimal do fruto estão de acordo com a literatura consultada (BARBOSA et al., 1981; BORA et al., 1991; FRANCO, 1992; DA SILVA et al., 1997; DA SILVA et al., 1999; DIAS et al., 2003).

Os resultados das análises de açúcares totais, redutores e não redutores estão na mesma faixa obtida por Bora et al. (1991) e Da Silva et al. (1999). Da mesma forma, o valor de vitamina C encontrado, expresso em ácido ascórbico, está coerente com a literatura disponível (BORA et al., 1991; FRANCO, 1992).

Quanto à análise de taninos, o valor encontrado no presente trabalho foi inferior aquele apresentado por Bora et al. (1991). O valor médio obtido por estes autores foi de 420mg/100g de taninos na polpa do fruto. Da Silva et al. (1999), no estudo da polpa de cajá proveniente de Maranguape (CE), obtiveram valores bem inferiores aos relatados, em média 163,98 mg/100g de polpa.

O valor de carotenóides de 28,30µg/g obtido para a polpa de cajá é um pouco superior ao encontrado por Rodriguez-Amaya (1999), que observou o valor de 25,3µg/g. Em trabalho de pesquisa, Kimura (1989) analisou a polpa de cajá por HPLC e determinou a composição em carotenóides do fruto, indicando um valor total de 17,3µg/g.

3.2.2 Umbu

A Tabela 2.6 apresenta os resultados referentes a caracterização físico-química da polpa de umbu.

Tabela 2.6. Caracterização físico-química da polpa de umbu.

Análises	Resultados
pH	2,75 ± 0,01
Acidez titulável total (%)	1,39 ± 0,01
Sólidos solúveis (expressos em °Brix a 20°C)	9,59 ± 0,00
<i>Ratio</i>	6,90 ± 0,01
Umidade (%)	89,40 ± 0,34
Proteína (%)	0,75 ± 0,08
Lipídios totais (%)	0,30 ± 0,07
Cinzas (%)	0,40 ± 0,01
Fibra dietética (%)	1,07 ± 0,12
Fibra insolúvel (%)	0,30 ± 0,14
Fibra solúvel (%)	0,77 ± 0,12
Açúcares totais (g/100g)	4,93 ± 0,31
Açúcares redutores (g/100g)	3,63 ± 0,34
Açúcares não redutores (g/100g)	1,30 ± 0,31
Carotenóides totais (µg/g)	----
Vitamina A (RE)** (µg/100g)	0,36 ± 0,21
Taninos (mg/100g)	183,76 ± 0,53
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100g)	23,83 ± 0,05

* Valores em base seca, médias de três repetições.

** Calculado como 6 µg de β-caroteno = 1 µg RE e 12 µg de criptoxantina + α-caroteno = 1 µg RE.

Os valores encontrados para as análises de pH, sólidos solúveis, acidez e composição centesimal do fruto estão de acordo com a literatura consultada (BISPO, 1989; NARAIN et al., 1992; POLICARPO et al., 2002).

Os resultados das análises de açúcares totais, redutores e não redutores estão na mesma faixa obtida por Narain et al. (1992). Da mesma forma, o valor de vitamina C encontrado, expresso em ácido ascórbico, está coerente com a referência acima citada. Bispo (1989) observou valores menores para essa vitamina, em torno de 10mg/100g de polpa.

Quanto à análise de taninos, o valor encontrado de 183,76 mg/100g foi um pouco superior aos relatados na literatura. Segundo Narain et al. (1992), o valor médio obtido foi de 120mg/100g de taninos na polpa do fruto. Por sua vez, Bispo (1989) indicou um valor médio de 126,27mg/100g e chamou atenção para o fato desse teor ser bem superior aos encontrados em algumas frutas tropicais, como por exemplo, o mamão (19,10mg/100g), a banana (55mg/100g) e o sapoti (34,5mg/100g).

O umbu não é um fruto rico em carotenóides, portanto não há pesquisas a respeito de sua composição nessa área. Por tal fato, a aplicação da metodologia proposta para a determinação de carotenóides totais não pôde ser realizada com sucesso, pois não há conhecimento do carotenóide predominante no fruto. Entretanto, analisou-se por HPLC e detectou-se somente a presença de β -criptoxantina em concentração muito baixa, que forneceu o valor de 0,36 μ g/100g para vitamina A.

Fazendo-se uma breve comparação entre a composição química do cajá e umbu, nota-se que o umbu é um fruto menos ácido que o cajá e que apresenta um teor de açúcares não redutores significativamente maior (Tukey a $p \leq 0,05$). A composição centesimal dos frutos foi bastante próxima. Entretanto, chama-se atenção aos teores de taninos do cajá, bem superiores aos do umbu.

3.3 ANÁLISE MINERALÓGICA DOS FRUTOS *IN NATURA*

Os minerais constituem um grupo de elementos largamente distribuídos na natureza e exercem um papel fundamental em diversas funções do organismo humano (FRANCO, 1992).

As frutas em geral apresentam em sua composição uma grande variedade de vitaminas e sais minerais essenciais, o que as tornam uma rica contribuição para a dieta humana.

A Tabela 2.7 mostra a composição em minerais das polpas de cajá e umbu *in natura*.

Tabela 2.7. Composição mineralógica* das polpas *in natura* de cajá e umbu.

Análises	Cajá (mg/100g)	Umbu (mg/100g)
Fósforo	24,97	13,14
Potássio	170,00	129,74
Cálcio	15,34	16,96
Magnésio	24,33	8,27
Enxofre	13,54	5,30
Boro	0,16	0,10
Cobre	0,18	0,04
Ferro	1,16	0,66
Manganês	0,35	0,06
Zinco	0,15	0,40

* Valores em base úmida

Os elementos minerais reconhecidos como essenciais são comumente divididos entre macronutrientes (fósforo, potássio, cálcio, magnésio, enxofre, sódio e cloro) e micronutrientes (cobre, ferro, manganês e zinco) de acordo com as quantidades maiores ou menores em que são encontrados no organismo humano. A importância de sua inclusão na dieta tem sido amplamente discutida em textos sobre nutrição (FRANCO, 1992; SOARES et al., 2004).

Comparando os valores obtidos para os frutos, nota-se que a polpa de cajá é mais rica em minerais que a de umbu, destacando os teores de potássio, magnésio, enxofre e ferro. O cajá apresentou valores superiores ao do umbu em todas as análises, exceto quanto ao teor de cálcio e zinco.

Albino et al. (1999) confirma o cajá como um dos frutos de alto teor de potássio, juntamente com a jaca, graviola, jenipapo e mangaba. Os autores alertam para um consumo com cautela de frutas com teores acima de 150mg% por pacientes com risco de hipercalemia. Segundo Franco (1992), as principais funções do potássio em nosso organismo são: intervir na regulação osmótica e equilíbrio hídrico do organismo, interferir na síntese protéica e atuar no metabolismo de glicídios e na transmissão nervosa.

Os valores obtidos na análise mineralógica dos frutos quando comparados com a literatura existente, mostram-se dentro da faixa de variação esperada, estando bem próximos aos valores citados, com exceção dos teores de ferro que estão abaixo da média de 2,2mg/100g encontrada (BISPO, 1989; BORA et al., 1991; NARAIN et al., 1992; FRANCO, 1992; ALBINO et al., 1999; BRASIL, 2002).

Destaca-se para a polpa de cajá, os minerais ferro, manganês e cobre que em 100 gramas correspondem a 8,28, 7 e 6% da Ingestão Diária Recomendada para adultos saudáveis, segundo a legislação vigente. Segundo esta mesma legislação, um alimento para ser considerado “fonte” de um mineral específico, deve conter no mínimo 7,5% da IDR de referência por 100mL (BRASIL, 1998).

Para o umbu, destacam-se os minerais ferro e zinco com 4,71 e 2,66% da Ingestão Diária Recomendada.

O cobre é um mineral essencial para os seres humanos, desempenhando papel singular na respiração. Caminha lado a lado com o ferro, uma vez que o mesmo participa também do processo respiratório, sendo considerado a espinha dorsal do processo de produção de energia. Já o manganês é importante para o funcionamento normal do cérebro e eficaz no tratamento da esquizofrenia e de algumas outras doenças nervosas. Quanto ao zinco, hoje já está firmemente estabelecido ser um dos principais protetores do sistema imunológico e um grande antagonista de doenças (HENDLER, 1994).

3.4. ANÁLISE MICROBIOLÓGICA DOS FRUTOS *IN NATURA*

As análises de contagem total de bactérias aeróbias mesófilas, bolores e leveduras e bactérias do grupo Coliformes (totais e fecais) foram realizadas nos frutos antes do processo de extração, com o intuito de analisar o grau de contaminação da matéria-prima a ser utilizada.

A Tabela 2.8 mostra os resultados das análises microbiológicas realizadas nos frutos *in natura* de cajá e umbu.

Tabela 2.8. Análises microbiológicas dos frutos *in natura* de cajá e umbu.

Análises	Cajá	Umbu
Contagem total	2×10^2 UFC/g est.	1.15×10^2 UFC/g est.
Bolores e leveduras	5×10 UFC/g est.	1×10^2 UFC/g est.
Coliformes totais	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Coliformes fecais	<3 NMP/g	<3 NMP/g

Os resultados obtidos mostram uma baixa contaminação, perfeitamente aceitável pela legislação em vigor (BRASIL, 2001).

O Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento em resolução normativa nº 12, de 2 de janeiro de 2001, aprova o regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos e estabelece para frutas *in natura* os valores máximos de 5×10^2 /g para bactérias do grupo coliforme de origem fecal e ausência de *Salmonellas* em 25 gramas. Para outras análises, o valor máximo tolerável não é estipulado.

Para contagem total, em termos práticos de laboratório, sabe-se que contagens com valor acima de 10^6 UFC/g indicam alto grau de contaminação.

Assim, os valores apresentados mostram que as etapas de pré-processamento (seleção das frutas, lavagens e, até mesmo a dosagem de cloro aplicada) foram bem conduzidas em relação ao aspecto higiênico-sanitário.

3.5 EXTRAÇÃO DA POLPA DOS FRUTOS

3.5.1 Cajá

Os dados referentes ao rendimento dos dois extratores utilizados na obtenção da polpa de cajá são apresentados na Tabela 2.9.

Tabela 2.9. Dados de rendimento em polpa dos extratores utilizados na obtenção da polpa de cajá.

	Tipo de Extrator	
	Pás	Escovas
Rendimento em polpa (%)	23,54	33,25
Perdas* (%)	76,46	66,75

* inclui-se sementes e cascas.

Apesar dos valores apresentados sugerirem um rendimento baixo para o cajá, o mesmo pode ser considerado bom, pois o fruto apresenta sementes grandes, em média 51,76% de sua composição.

Pode-se observar que o extrator de *escovas* apresentou um rendimento maior em relação ao de *pás*. Durante o processamento, observou-se a vantagem desse extrator também em relação ao tempo de processo e forma de alimentação dos frutos na máquina. No extrator de *pás*, as sementes dos frutos se prendiam entre elas e obstruíam assim a passagem de novos frutos para o despulpamento. O processo foi interrompido por diversas vezes para a retirada dessas sementes. Um aumento da velocidade de rotação causou um aquecimento da máquina, prejudicando assim a qualidade da polpa obtida. Em contrapartida, o extrator de *escovas* funcionou muito bem, uma vez ajustado o ângulo das escovas em relação ao eixo giratório, a polpa foi extraída de forma fácil e sem manipulação.

Durante o despulpamento de frutos, é muito comum que os equipamentos ao removerem a polpa quebrem algumas sementes. Geralmente, os extratores que realizam o processo por uma tecnologia de abrasão (como *escovas*, por exemplo) quebram menos sementes do que aqueles que usam sistemas de corte, como *pás* ou *facas*. A Tabela 2.10 mostra o resultado da análise de quebra de sementes durante o despulpamento do cajá.

Tabela 2.10. Resultados da análise de quebra de sementes durante o processo de despulpamento do cajá.

	Tipo de Extrator	
	Pás	Escovas
Quebra	28 pontos/5 gramas	12 pontos/ 5 gramas

Conforme esperado, o extrator de *pás* apresentou um número maior de pontos escuros em 5 gramas de polpa. Sensorialmente, a quebra de sementes é um ponto importante na extração de uma polpa, pois compostos presentes no interior das sementes são liberados, principalmente aqueles que proporcionam amargor e/ou adstringência ao sabor.

Apesar da superioridade do extrator de escovas no processamento de cajá, realizou-se mesmo assim algumas análises físico-químicas nas polpas obtidas a fim de comparar os dois processos testados. Os resultados podem ser vistos na Tabela 2.11.

Tabela 2.11. Análises físico-químicas da polpa de cajá extraída em equipamento de pás e escovas.

Análises	Tipo de Extrator	
	Pás	Escovas
pH	2,9 ^a	2,77 ^b
Acidez total titulável (%)	1,09 ^a	1,28 ^b
Sólidos solúveis (°Brix a 20°C)	8,58 ^a	8,58 ^a
Taninos (mg/100g)	401,14 ^a	314,78 ^b
Carotenóides Totais (µg/g)	30,30 ^a	38,56 ^b

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$).

O resultado da análise de taninos confirma os resultados de quebra de sementes, pois o valor obtido para o extrator *pás* indica uma maior liberação dos compostos para a polpa.

O valor de carotenóides obtido para o extrator *escovas* foi superior, pelo fato de que, por trabalhar por atrito o mesmo misturou grande quantidade de casca à polpa. A casca, conforme já descrita anteriormente, é muito fina e de fácil remoção, com o atrito das escovas entre o fruto e a peneira, a mesma acabou se desintegrando e misturando-se à polpa.

Pelas vantagens aqui apresentadas, o extrator de *escovas* foi o escolhido como a melhor opção para o despulpamento de frutos como o cajá. Levando-se em consideração que a casca pode provocar modificações na composição, caracterizou-se novamente a polpa. Os resultados são apresentados nas Tabelas 2.12 e 2.13.

Tabela 2.12. Caracterização físico-química da polpa de cajá (polpa + casca) após despolpamento mecânico em extrator de escovas.

Análises	Resultados
Umidade (%)	90,74 ± 0,19
Proteína (%)	1,15 ± 0,10
Lipídios totais (%)	0,45 ± 0,05
Cinzas (%)	0,99 ± 0,07
pH	2,77 ± 0,005
Acidez titulável total (%)	1,28 ± 0,005
Sólidos solúveis (°Brix a 20°C)	8,58 ± 0,0005
Açúcares totais (g/100g)	3,87 ± 0,28
Açúcares redutores (g/100g)	3,31 ± 0,31
Açúcares não redutores (g/100g)	0,56 ± 0,29
Vitamina C (mg aa/100g)	27,65 ± 0,06
Taninos (mg/100g)	314,78 ± 0,37
Carotenóides totais (µg/g)	38,56 ± 0,13
Vitamina A (RE)** (µg/100g)	47,3 ± 0,29

* Valores em base seca, médias de três repetições.

** Calculado como 6 µg de β-caroteno = 1 µg RE e 12 µg de criptoxantina + α-caroteno = 1 µg RE.

Nota-se um aumento significativo (Tukey $p \leq 0,05$) nos teores de umidade, proteínas, lipídios, carotenóides e taninos na polpa com casca. O teor de sólidos solúveis sofreu uma redução, o que obviamente refletiu nos valores de açúcares totais e redutores.

Tabela 2.13. Composição mineralógica da polpa de cajá (polpa + casca) após despulpamento mecânico em extrator de escovas

Análises	Valores (mg/100g)
Fósforo	23,05
Potássio	177,14
Cálcio	21,76
Magnésio	22,87
Enxofre	10,46
Boro	0,15
Cobre	0,20
Ferro	1,08
Manganês	0,35
Zinco	0,19

* Valores em base úmida

Observa-se que a presença da casca junto à polpa do cajá aumentou significativamente os teores de potássio e cálcio (Tukey $p \leq 0,05$).

3.5.2 Umbu

Os dados referentes ao rendimento dos despulpadores utilizados na otimização da extração da polpa de umbu são apresentados na Tabela 2.14.

Tabela 2.14. Dados de rendimento em polpa dos extratores utilizados na obtenção da polpa de umbu.

	Tipo de Extrator	
	Pás	Escovas
Rendimento em polpa (%)	34,25	42,35
Perdas* (%)	65,75	57,65

* inclui-se sementes e cascas

Para polpa de umbu, apesar das sementes constituírem somente 16,10% da composição, a casca apresenta em média 30,28% da mesma e não se adere a polpa, sendo completamente separada. Assim, os rendimentos obtidos podem ser considerados bons.

Assim como na extração do cajá, pode-se observar que o extrator de escovas apresentou um maior rendimento. O sistema de despulpamento com pás apresentou os mesmos problemas encontrados durante a extração do cajá, com o agravante de que a casca, sendo mais espessa, também contribuiu para a obstrução da passagem de novos frutos. Portanto, o extrator de escovas apresenta-se como melhor opção de processo.

A Tabela 2.15 apresenta os resultados da análise de quebra de sementes nos equipamentos utilizados.

Tabela 2.15. Resultados da análise de quebra de sementes durante o processo de despulpamento do umbu.

	Tipo de Extrator	
	Pás	Escovas
Quebra	16 pontos/5 gramas	9 pontos/5 gramas

Da mesma forma, o extrator de pás apresentou um número maior de pontos escuros em 5 gramas de polpa. A correlação com o valor de taninos pode ser observada na Tabela 2.16, pois o extrator de pás apresentou teores superiores ao de escovas nesta análise, demonstrando assim que houve uma maior liberação desses compostos da semente para a polpa do fruto.

Tabela 2.16. Comparação entre as extrações do umbu através de análises físico-químicas.

Análises	Tipo de Extrator	
	Pás	Escovas
pH	2,75 ^a	2,64 ^b
Acidez total titulável (%)	1,40 ^a	1,44 ^b
Sólidos solúveis (⁰ Brix a 20°C)	10,77 ^a	10,27 ^b
Taninos (mg/100g)	139,81 ^a	117,30 ^b

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$)

Os valores de pH, acidez e °Brix variam pouco entre os extratores, porém as variações foram significativas de acordo com o teste estatístico de Tukey a $p \leq 0,05$.

Para o umbu, não houve necessidade de uma nova caracterização da polpa obtida pelo extrator de escovas, tendo em vista que a casca não se misturou a polpa durante a extração.

3.5.3. Análise colorimétrica

A Tabela 2.17 apresenta os resultados obtidos na análise de cor realizada na polpa de cajá *in natura* (extração manual) e após a extração mecânica.

Tabela 2.17. Valores de luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*) para polpa de cajá *in natura* e polpa extraída.

	Polpa <i>in natura</i>	Extração escovas
L^*	61,02 ^a	57,37 ^b
a^*	14,73 ^a	12,12 ^b
b^*	41,50 ^a	38,96 ^b

Valores médios de três repetições

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$)

Observa-se que a polpa *in natura* apresentou uma luminosidade maior, sendo que a extração mecânica dos frutos proporcionou uma queda significativa nesse valor, caracterizando assim um certo escurecimento da polpa.

O cajá possui polpa de coloração amarela forte, às vezes, tendendo ao alaranjado, resultado das cores vermelho (+a) e amarelo (+b). Conforme esperado, os resultados de b* foram maiores indicando a predominância da cor amarela no fruto. Em todos os parâmetros (L*, a* e b*), a extração mecânica promoveu uma redução significativa dos valores (Tukey $p \leq 0,05$).

A Tabela 2.18 apresenta os resultados obtidos na análise de cor realizada na polpa de umbu *in natura* (extração manual) e após a extração mecânica.

Tabela 2.18. Valores de luminosidade (L*) e coordenadas de cromaticidade (a* e b*) para polpa de umbu *in natura* e polpa extraída.

	Polpa <i>in natura</i>	Extração escovas
L*	51,88 ^a	53,40 ^b
a*	-0,08 ^a	-0,85 ^b
b*	24,65 ^a	22,04 ^b

Valores médios de três repetições

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$)

Observa-se que a extração mecânica dos frutos proporcionou um aumento significativo na luminosidade da polpa e na tonalidade verde da polpa (-a*). O umbu também possui tonalidade amarela evidente, sendo que esta diminuiu significativamente no processo mecânico (Tukey $p \leq 0,05$).

3.5.4 Análise microbiológica dos frutos após extração

As análises microbiológicas (contagem total, bolores e leveduras, coliformes totais e fecais) foram realizadas nas polpas dos frutos após o processo de extração com o intuito de analisar se a limpeza e desinfecção de equipamentos e superfícies foi adequada e se o processo de uma forma geral foi bem conduzido, evitando inclusive contaminações pós-processamento.

A Tabela 2.19 apresenta os resultados obtidos para a polpa de cajá nos respectivos extratores utilizados.

Tabela 2.19. Análises microbiológicas da polpa extraída de cajá.

	Tipo de Extrator	
	Pás	Escovas
Contagem Total	6.7×10^2 UFC/g	1.55×10^2 UFC/g est.
Bolores e Leveduras	2.7×10^3 UFC/g	7.5×10^2 UFC/g est.
Coliformes Totais	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Coliformes Fecais	<3 NMP/g	<3 NMP/g

Os valores obtidos estão abaixo dos padrões máximos permitidos pela legislação em vigor e, portanto, estão aptos para consumo ou armazenamento (BRASIL, 2000).

O Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento em instrução normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000, regulamenta padrões de identidade e qualidade para polpas de frutas e estabelece os valores máximos de 5×10^3 UFC/g para bolores e leveduras (polpa *in natura* congelada ou não) e 10 NMP/g coliformes fecais.

O extrator de pás embora apresente uma contaminação dentro dos padrões estabelecidos mostra resultados bem superiores aos obtidos na extração escovas. Acredita-se que essa contaminação seja resultado de uma maior manipulação durante o processo, uma vez que o mesmo foi interrompido por diversas vezes para retirada de sementes e cascas do fruto. Apesar de todos os cuidados de Boas Práticas de Manufatura tomados (uso de luvas descartáveis, aventais e toucas), a abertura do equipamento pode ter gerado um grau de contaminação maior.

A Tabela 2.20 mostra os resultados obtidos para a polpa de umbu nos respectivos extratores utilizados.

Tabela 2.20. Análises microbiológicas da polpa extraída de umbu.

	Tipo de Extrator	
	Pás	Escovas
Contagem total	2.43×10^3 UFC/g	1.25×10^2 UFC/g est.
Bolores e Leveduras	2.2×10^3 UFC/g*	3×10^2 UFC/g est.
Coliformes totais	<3 NMP/g	<3 NMP/g
Coliformes fecais	<3 NMP/g	<3 NMP/g

* Considerou-se a contagem feita em 48 horas de incubação, pois as placas apresentaram colônias espalhadas após esse tempo, impossibilitando assim a contagem no tempo de incubação regularmente estipulado.

Os valores observados para o umbu também estão abaixo dos padrões máximos permitidos pela legislação em vigor e, portanto a polpa está apta para consumo ou armazenamento (BRASIL, 2000).

Conforme já relatado para as análises do cajá, a maior contaminação do extrator de pás deve-se a manipulação do equipamento e frutos durante o processo de extração. O valor de $2,43 \times 10^3$ UFC/g da contagem total é bem superior ao encontrado para o cajá, porém o alto resultado era esperado, pois realmente houve um maior manuseio no processamento do umbu.

4. CONCLUSÕES

A caracterização física dos frutos de cajá revelou um comprimento médio de 2,93cm e peso médio de 7,19g. O fruto é constituído em maior parte por sementes, que correspondem a 51,76% do peso total.

Os frutos de umbu estudados apresentaram um comprimento médio de 3,19cm e peso médio de 15,24g. O fruto é constituído em grande parte por polpa (49,48%) e casca (30,28%).

As características físico-químicas do cajá e umbu estão de acordo com a literatura disponível e possuem uma composição química parecida, porém a polpa de cajá se destaca quanto aos teores de taninos (314,78mg/100g) e carotenóides (38,56µg/100g).

A análise mineralógica dos frutos *in natura* mostrou que para a polpa de cajá existe um destaque quanto aos teores de potássio, ferro, manganês e cobre. A adição da casca na polpa promoveu um aumento significativo nos teores de potássio e cálcio. A polpa de umbu apresentou altos teores de potássio, ferro e zinco.

Para ambos os frutos, a otimização do método de extração das polpas indicou o extrator do tipo *escovas*, por apresentar melhor rendimento, condições de processo e qualidade microbiológica do produto final.

A análise colorimétrica realizada na polpa *in natura* e após extração mecânica mostrou que o processo de extração afetou de maneira significativa ($Tukey \leq 0,05$) a cor das polpas obtidas.

A análise microbiológica realizada nas polpas extraídas mostrou uma maior contaminação naquela obtida pelo extrator de *pás*, devido ao maior manuseio e tempo de processo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC.ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Edited by Patricia Cunniff .16^a ed. 3 rd,v.2.cap.37, 1997.

AOAC.ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14^a ed. Arlington, VA, USA, 1984.

ALBINO, E.; BARRETO,R.L.S.B.; COELHO,A.C.D.; COELHO, R.D.; MENDES,A.C.R. Análise da concentração de potássio em alguns frutos cultivados no nordeste. **Higiene Alimentar**. v.13, n.62, p.34-36, 1999.

BARBOSA, W.C.; NAZARÉ, R.F.R; HASHIMOTO, K. Estudo bromatológico e tecnológico da graviola e do taperebá. Belém, EMBRAPA. **Boletim de pesquisa** nº 32.15p. 1981.

BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**.1990. 159p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos. UNICAMP, Campinas,1990.

BISPO, E.S. **Estudos de produtos industrializáveis de Umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. 1989. 119p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1989.

BLIGH, E.G.; DYER,W.J. A rapid method of total lipid extration and purification. **Can.J.Biochem.Physi**,(37): 911-917, 1959.

BORA, P.S.; NARAIN, N.;HOLSCHUH,H.J.;VASCONCELOS, M.A.S. Changes in Physical and Chemical Composition during Maturation of Yellow Mombin (*Spondias mombin*) Fruits. **Food Chemistry**. v.41, p.341-348, 1991.

BOSCO, J.; SOARES, K.T.; AGUIAR FILHO, S.P.; BARROS,R.V. A cultura da cajazeira. João Pessoa: EMEPA-PB,29p, 2000.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº33 de 13/01/1998. Adota valores como níveis de IDR para as vitaminas, minerais e proteínas, 1998. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria de Vigilância Sanitária. Disponível em www.anvisa.gov.br.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº01 de 07/01/2000. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria de Vigilância Sanitária, n.6, 10 de janeiro de 2000, Seção I, p.18166.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Resolução Normativa nº12 de 02/01/2001. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria de Vigilância Sanitária, 10 de janeiro de 2001, Seção I, p.45 (Anexo 1).

BRASIL. Ministério da Saúde. Secretaria de Políticas de Saúde. Coordenação - Geral da Política de Alimentação e Nutrição. **Alimentos regionais brasileiros**. 1 ed. Brasília: Ministério da Saúde, 2002.

DA SILVA, A.P.V.; MAIA, G.A.; OLIVEIRA, G.S.F.; FIGUEIREDO, R.W.; BRASIL, I.M. Características da qualidade do suco polposo de cajá (*Spondias lutea* L.) obtido por extração mecânico-enzimática. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.3, v.17, p.233-724, set./dez., 1997.

DA SILVA, A.P.V; MAIA, G.A.;OLIVEIRA, G.S.F.;FIGUEIREDO, R.W.; BRASIL, I.M. Estudo da produção do suco clarificado de cajá (*Spondias lutea* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.1, v.19, p. 33-36, jan./apr., 1999.

DAVIES, B.H. Carotenoids. IN GOODWIN, T.W. Ed. Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. 2^o ed., London. **Academic Press**. v.2, 1976.

DIAS, D.R.; SCHWAN, R.F.; LIMA, L.C.O. Metodologia para elaboração de fermentado de cajá (*Spondias mombin* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.3, v.23, p.342-350, set./dez., 2003.

FRANCO, G. **Tabela de Composição Química dos Alimentos**. 9^a ed. Rio de Janeiro: Atheneu Editora, 1992. 307p.

GOMES, R.P. **Fruticultura Brasileira**. Nobel, São Paulo, 1985. 58p.

HENDLER, S.S. **A enciclopédia de vitaminas e minerais**. Tradução de Outras Palavras Consultoria. Rio de Janeiro: Campus, 1994. 576p.

HUNTER, R.S. Scales for the measurement of colour difference. In: **The Measurements of Appearance**. John Wiley, New York, p.133-140, 1975.

KIMURA, M. **Reavaliação de métodos analíticos e determinação da composição de carotenóides e valor da vitamina A em mamão e cajá**. Campinas, 1989. 103p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. UNICAMP.

LIMA, L.F.N.do.; ARAÚJO, J.E.V.; ESPÍNDOLA, A.C.M.de. **Umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câm.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 29p.

NARAIN, N.; BORA, P.S.; HOLSCHUH, H.J.; VASCONCELOS, M.A.S. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**. v.44, p.255-259, 1992.

POLICARPO, V.M.N; RESENDE, J.M.; ENDO, E.; BORGES, S.; CAVALCANTI, N.B.; OLIVEIRA,V.M. Caracterização físico-química da polpa de umbu em diferentes estádios de maturação. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Porto Alegre: 2002. (cd-rom)

REED, J.B.; HENDRIX, D.L.; HENDRIX, C.M,Jr. **Quality Control Manual for Citrus Processing Plants**. Florida, Intercit, Safety Harbor, FL, v.1, 1986.

RESENDE, J.M.; ANJOS,J.B.;REIS,C.S.; CAVALCANTI, N.B.; FLORI, J.E.; SAGGIN JR, O.J. Extração do suco de umbu (*Spondias Tuberosa* A.C.) por saturação de vapor: caracterização química do suco e do resíduo. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, v.3. 2000. **Livro de Resumos**. Fortaleza: 2000. p.9.5.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: ILSI Press, 1999. 64p.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. Alterações de carotenóides durante processamento e estocagem de alimentos. In: IV BRAZILIAN MEETING ON CHEMISTRY OF FOOD AND BEVERAGES. Campinas: 2002. (cd-rom).

SACRAMENTO,C.K.; SOUZA, F.X.de. **Cajá (*Spondias mobin* L.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 42p. (Série Frutas Nativas, 4).

SARRUGE,J.R.; HOOG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: Livrocere, 1974.55p.

SGARBIERI, V.C. Efeitos dos vários processamentos sobra a qualidade dos alimentos. **Alimentação e Nutrição**: fator de saúde e desenvolvimento. Campinas: Editora da UNICAMP. 1987. Cap. 14, p.295-297.

SILVA, C.M.M.S.; PIRES, I.E.; SILVA, H.D. Caracterização dos frutos do umbuzeiro. Petrolina, EMBRAPA. **Boletim de pesquisa** nº 34.17p. 1987.

SOARES, L.M.V.; SHISHIDO, K.; MORAES, A.M.M. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.2, v.24, p.202-206, abr./jun., 2004.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. Compendium of Methods for the microbiological examination of food. 3^o ed. **American Public Health Association** (APHA). Washington, 1992.

AVALIAÇÃO DA ESTABILIDADE DA POLPA CONGELADA DOS FRUTOS DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara).

RESUMO

A atividade agro-industrial vêm surgindo como um importante segmento da cadeia produtiva, que é de fundamental importância para o processo de desenvolvimento econômico e social de uma região. O processamento de frutas propicia sua comercialização na forma de polpa congelada a qual, além da praticidade para o consumidor, mantém praticamente inalteradas as características químicas da fruta fresca. O objetivo do presente trabalho foi realizar um estudo das polpas congeladas de cajá e umbu, frutos que apresentam um excelente potencial para industrialização devido suas propriedades organolépticas e também funcionais, pela presença de taninos e carotenóides em sua composição. A extração das polpas foi realizada em extrator do tipo escovas e imediatamente foram congeladas e mantidas a -18°C por seis meses. Ao longo da estocagem, realizou-se análises de pH, acidez total titulável, sólidos solúveis, açúcares totais e redutores, taninos, carotenóides, cor, além da microbiota: bolores e leveduras, contagem padrão e coliformes fecais e totais. Os resultados indicaram alterações significativas principalmente quanto à coloração, sendo observado o escurecimento das polpas ao longo do tempo; quanto aos carotenóides queda de 8,49% em seu valor inicial foi observada para o cajá; para taninos, observou-se quedas de 15,60% e 13,90% para umbu e cajá, respectivamente; e quanto à acidez houve uma diminuição dos teores iniciais para ambos os frutos. Mesmo com as alterações observadas, a polpa de umbu apresentou boa qualidade mesmo após o tempo de estocagem estudado, tanto para as características físico-químicas quanto microbiológicas. A polpa de cajá apresentou maiores problemas de estabilidade, com redução de sólidos solúveis totais para $7,3^{\circ}\text{Brix}$ já no quarto mês de armazenamento. Visualmente, observou-se separação de fases na polpa no quinto mês, alterando o aspecto homogêneo do produto e indicando atividade enzimática intensa. Microbiologicamente, a polpa de cajá atendeu aos padrões estipulados pela legislação vigente, mesmo após 6 meses.

Palavras-chave: cajá, umbu, polpa congelada, estabilidade.

ABSTRACT

Agro-industrial activity is fast becoming an important segment of the productive chain, of fundamental importance in the process of economic and social development of a region. Much fruit is processed as frozen pulp, preserving the chemical characteristics of the fresh fruit practically intact. The objective of this research was to study frozen caja and umbu pulps, fruits presenting an excellent potential for industrialization due to their organoleptic and functional properties, the latter due to the presence of tannins and carotenoids. The pulps were extracted with a brush-type pulper and immediately frozen and maintained at -18°C for six months. The following analyses were carried out during storage: pH, total titratable acidity, soluble solids, total and reducing sugars, tannins, carotenoids and colour, as well as the following microbiological analyses: yeasts and moulds, total count and faecal and total coliforms. The results indicated significant alterations principally with respect to the colour, with the pulps darkening over time. A loss of 8.49% in carotenoids as compared to the initial value was noted for caja; for tannins, a loss of 15.60% and 13.90% for umbu and caja respectively and a decrease in acidity for both fruits were noted. However, despite these alterations, the umbu pulp presented good quality at the end of the storage period studied, for both the physicochemical and microbiological characteristics. The caja pulp showed greater stability problems, the total soluble solids decreasing to 7.3°Brix during the fourth month of storage. Visually, phase separation of the pulp was observed in the fifth month, altering the homogenous aspect of the pulp and indicating intense enzymatic activity. Microbiologically the caja pulp was still within the legal limits at the end of the 6 months of storage.

Keywords: caja, umbu, frozen pulp, stability.

1. INTRODUÇÃO

Polpa de fruta é um produto processado que, via de regra, visa substituir a fruta *in natura*, na ausência dela. É, portanto, muito utilizada como matéria-prima para outras indústrias para elaboração de néctares, sucos, geléias, doces, iogurtes, alimentos infantis, etc. (TOCCHINI et al., 1995).

A polpa congelada, por apresentar características de praticidade, vem ganhando grande popularidade, não só entre consumidores diretos, como também institucionalmente e em restaurantes, lanchonetes, etc.

O congelamento é um dos processos mais utilizados na preservação de alimentos. A diminuição da temperatura, ocorrida durante o processo, detêm ou retarda a atividade de microrganismos, diminui a velocidade de reação dos sistemas enzimáticos e reações químicas, aumentando assim a vida útil do produto.

Santos e Salles (2004) citam como alternativa viável de aproveitamento, o processamento imediato de frutos para obtenção de polpa congelada. Entre os fatores ligados ao sucesso do empreendimento estão: simplicidade dos processos de produção, praticidade que o produto oferece no preparo, principalmente de sucos, que possui forte demanda de mercado.

A indústria de polpas congeladas de frutas tem-se expandido bastante nos últimos anos, notadamente no Nordeste brasileiro. Isso em virtude da grande diversidade de frutas com sabores exóticos e bastante agradáveis. Entretanto, as unidades fabris se compõem, em sua maioria, de pequenos produtores, onde grande parte deles ainda utiliza processos artesanais, sem a devida observância das técnicas adequadas de processamento (OLIVEIRA et al., 1999).

De Paula e Sabaa-Srur (2000) citam a Amazônia como o grande celeiro das frutas tropicais de sabores exóticos, o que reflete positivamente na agroindústria da região, que já produz sucos e polpas congeladas de uma gama desses frutos, sendo a sua maioria excelente fonte de vitamina C e de pró-vitamina A. Os autores citam que só nos mercados do sudeste do Brasil, toneladas de polpas congeladas de frutas da Amazônia são comercializadas mensalmente, impulsionando a fruticultura daquela região.

Tanto o Norte como o Nordeste brasileiro devem procurar implantar tecnologias para obtenção de produtos finais de qualidade sob os aspectos higiênico-sanitário e que mantenham estáveis as características nutricionais e organolépticas próprias de cada fruta.

A necessidade de diretrizes para a elaboração de Padrões de Identidade e Qualidade (P.I.Q) para polpa de frutas tropicais congeladas se faz presente, em função da atual situação de comercialização do produto, uma vez que se observa uma grande variabilidade no que concerne às características organolépticas: cor, sabor e aroma, que são atributos facilmente detectáveis pelo consumidor, além da qualidade sanitária, menos notória ao público e que, em algumas indústrias, deixa muito a desejar (OLIVEIRA et al., 1999).

Na Instrução Normativa n°.12, de 10 de setembro de 1999, o Ministério da Agricultura e Abastecimento aprovou os Padrões de Identidade e Qualidade (P.I.Q) para polpas de maracujá, acerola, cacau, cupuaçu, graviola, açaí, caju, manga, goiaba, pitanga, uva, mamão, cajá, melão e mangaba (BRASIL, 1999).

Segundo Brasil (1999), os Padrões de Identidade e Qualidade (P.I.Q) para polpas de cajá estipulam valores mínimos de pH (2,2), sólidos solúveis (9ºBrix), acidez total (0,9 g/100g) e sólidos totais (9,50g/100g) e o máximo de 12g/100g para açúcares totais, naturais do cajá.

Bastos et al. (1999), em estudo sobre polpas comerciais congeladas de cajá, observaram que os teores de sólidos solúveis totais apresentaram média de 7,67%, com valores mínimos e máximos de 2% a 14%, respectivamente. Os autores concluíram que a grande maioria das polpas comercializadas não atende ao P.I.Q recomendado pela legislação.

Oliveira et al. (1999), em visitas técnicas, constataram que a maioria das indústrias beneficiadoras de produtos à base de cajá, comprou na entressafra a polpa congelada dos grandes produtores de frutos, que infelizmente destinam os frutos de qualidade inferior para o processamento da polpa, comprometendo seriamente, dessa maneira, a polpa que ainda vai ser reprocessada para posterior comercialização.

O cajá e umbu são dois frutos do gênero *Spondias* pertencentes à família Anacardiaceae largamente explorados através do extrativismo. De boa aparência, qualidade nutritiva e sabor exótico muito agradável ao paladar, essas espécies tem comprovado a sua importância econômica pela crescente comercialização de seus frutos e produtos processados (SOUZA, 1998).

Os frutos, além das boas características organolépticas, apresentam em sua composição, compostos que proporcionam um efeito fisiológico adicional em termos nutricionais. Ambos são muito ricos em taninos, sendo o cajá rico também em carotenóides. Esses dois compostos vêm sendo muito estudados quanto a sua capacidade antioxidante e ao efeito benéfico que o seu consumo pode proporcionar ao organismo humano.

Os frutos são muito perecíveis e apresentam em geral três meses de safra, assim a industrialização é uma maneira prática e simples de aproveitar o excesso de frutas produzidas na safra e tornar a matéria-prima disponível pelo restante do ano. Segundo Silva et al. (2002), são exatamente esses dois fatores que delimitam o consumo de um fruto *in natura*: sua sazonalidade e a sua perecibilidade.

Dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi efetuar a extração das polpas dos frutos, congelá-las e analisá-las mensalmente quanto as suas características iniciais, dando ênfase aos compostos funcionais presentes nos frutos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

2.1.1 Cajá e Umbu

Os frutos de cajá e umbu (safra 2002) foram adquiridos em feiras livres do Norte e Nordeste do país, sendo o cajá proveniente de Belém-PA e o umbu de Cruz das Almas-BA. Para ambos, o estágio de maturação (“de vez”) era adequado para consumo ou processamento.

Acondicionados em sacos plásticos e lacrados, os frutos foram congelados e transportados em caixas de isopor, via aérea para Campinas-SP, sendo acondicionados a -18°C na câmara frigorífica da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP (DTA/FEA/UNICAMP). O tempo despendido entre o transporte até a câmara frigorífica foi de 26 horas.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Extração da polpa dos frutos

Os frutos, após o descongelamento, foram imersos em um tanque de aço inoxidável contendo uma solução aquosa de hipoclorito de sódio a 30 ppm. Após 15 minutos, os frutos foram removidos e uma lavagem por aspersão de água foi realizada visando à remoção das impurezas remanescentes, além da retirada do excesso de cloro.

As polpas foram extraídas em um extrator do tipo escovas, da marca BERTUZZI, dotado de peneira com diâmetro equivalente a 1mm de abertura de malha e capacidade de processo de 10kg de fruto/h, disponível na planta piloto do FRUTHOTEC/ITAL (Campinas-SP).

O equipamento e demais utensílios de apoio utilizados na extração da polpa dos frutos foram sanitizados com uma solução de hipoclorito de sódio, a uma concentração de 200 ppm.

As amostras de polpa foram acondicionadas em sacos de polietileno (24cm x 34cm x 0,15mm), em porções de 1kg, para facilitar o manuseio. Realizou-se um congelamento rápido, com auxílio de um congelador de placas (marca FRIGOSTRELLA DO BRASIL, modelo P.M-5). O equipamento proporcionou uma temperatura de -30°C e o congelamento completo das polpas durou em média 3 horas.

As extrações apresentaram um rendimento de 23,65% e 41,66% para os processos de cajá e umbu, respectivamente.

2.2.2 Estabilidade das polpas extraídas de cajá e umbu sob efeito do congelamento

A câmara fria do Departamento de Tecnologia de Alimentos (FEA/UNICAMP) foi utilizada para manter as amostras a uma temperatura de -18°C . O período de acompanhamento foi de seis meses, sendo as amostras analisadas mensalmente, com a exceção da avaliação microbiológica, que foi realizada no tempo zero, um mês e após seis meses.

As análises realizadas e seus respectivos métodos estão relacionados, a seguir:

- pH: com auxílio de um pHMETRO, segundo método nº 981.12 da AOAC (1997).
- Acidez titulável total: por titulação com auxílio de um pHMETRO, segundo método nº 942.15 da AOAC (1997). Acidez expressa em ácido cítrico.
- Açúcares (totais e redutores): por LANE e EYNON (titulação de oxi-redução), segundo método de nº 31.034-6 da AOAC (1984).
- Sólidos solúveis: com auxílio de um refratômetro, segundo método nº 932.12 da AOAC (1997).
- Determinação de carotenóides totais: extração e quantificação segundo o método de Rodriguez-Amaya (1999). A extração dos pigmentos foi realizada com acetona e celite, misturando-os a 20 gramas de amostra. Em seguida, realizou-se uma filtração a vácuo, onde os pigmentos dissolvidos na acetona foram transferidos para um funil de separação contendo éter de petróleo e diversas lavagens com água destilada foram realizadas até total remoção da acetona. Depois da lavagem, transferiu-se o volume para um balão e aferiu-se com éter de petróleo. A solução foi analisada em um espectrofotômetro, onde se fez uma varredura a 350-550nm. Na quantificação dos carotenóides, os parâmetros em função do carotenóide predominante foram avaliados segundo Davies (1976), que aplica a lei de Beer e apresenta tabela com os dados de absortividades.
- Taninos: extração segundo Bispo (1989) e quantificação pelo método colorimétrico de Folin-Denis nº 952.03 da AOAC (1997).

- Análise colorimétrica: avaliação através de um espectrofotômetro para cor, modelo Colorquest II marca Hunterlab, com reflectância especular incluída, utilizando iluminante D65/10°. O sistema de leitura adotado foi o CIELab, com os seguintes padrões de calibração:

Branco: n° C6299 de março de 1996, RSIN D₆₅/10°, X 77,46 Y 82,08 Z 88,38

Cinza: n° C6299G de março de 1996, RSIN D₆₅/10°, X 47,71 Y 50,83 Z 54,94

As amostras foram colocadas em uma cubeta de vidro de 1 cm com caminho opticamente limpo de 20mm. A área de análise (campo de visão) foi de 1 polegada (HUNTER, 1975).

A diferença total de cor (ΔE) foi calculada de acordo com a equação:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a)^2 + (\Delta b)^2]^{1/2}$$

- Análise microbiológica: avaliação de Bolores e Leveduras, Contagem Padrão de Bactérias Mesófilas, Coliformes Totais e Fecais segundo VANDERZANT e SPLITTSTOESSER (1992).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. ESTABILIDADE DAS POLPAS CONGELADAS DE CAJÁ E UMBU

3.1.1 Caracterização físico-química

- pH e acidez titulável total

Os valores de pH e acidez titulável observados nas polpas de cajá e umbu ao longo dos 6 meses de estocagem podem ser visualizados na Figura 3.1 e 3.2, respectivamente.

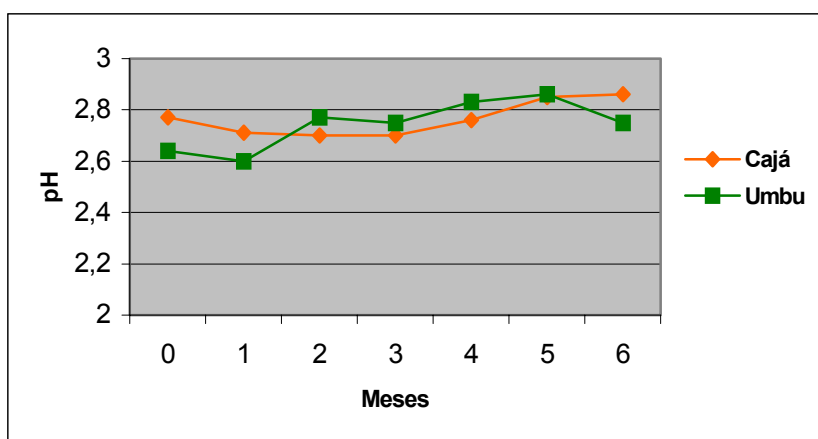


Figura 3.1 Valores de pH observados ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.

Nota-se que a polpa de cajá no tempo zero apresenta um pH maior (2,77) que a polpa de umbu (2,64), indicando assim uma maior acidez da polpa de umbu. Ao longo da estocagem algumas alterações significativas (Tukey $p \leq 0,05$) nos valores de pH foram observadas, principalmente para a polpa de umbu. Acredita-se que tais variações ocorreram em virtude de diversas reações complexas que ocorrem na polpa durante o congelamento, principalmente reações de oxidação. Reações estas que podem ser químicas e até mesmo enzimáticas, apesar da baixa temperatura.

O gráfico de acidez está relacionado ao que foi observado para o pH, indicando um comportamento mais estável para a polpa de cajá.

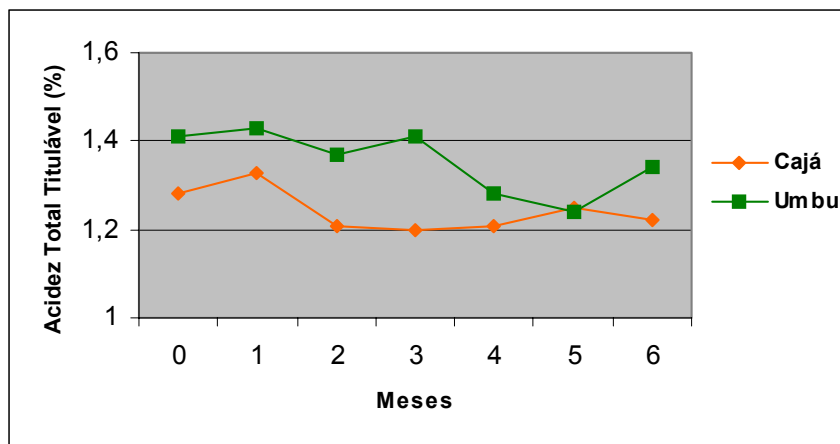


Figura 3.2. Acidez titulável observada ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.

A acidez é um importante parâmetro na apreciação do estado de conservação de um produto alimentício. Geralmente, um processo de decomposição, seja por hidrólise, oxidação ou fermentação, altera quase sempre a concentração dos íons de hidrogênio e, por consequência, sua acidez.

A polpa de cajá teve a acidez inicial em 1,28% e após 6 meses de estocagem apresentou o valor de 1,22%, indicando assim uma ligeira queda. Para a polpa de umbu, partiu-se de 1,41% e ao final do acompanhamento, obteve-se também uma queda nesse valor, ficando em torno de 1,34%.

Para o cajá, a legislação vigente estipula os valores mínimos de 2,2 para pH e 0,90% para acidez total, assim a polpa estudada está dentro dos padrões estabelecidos de identidade e qualidade, mesmo após seis meses (BRASIL, 1999).

A polpa de umbu ainda não apresenta P.I.Q específico.

- Sólidos solúveis (°Brix)

O teor de sólidos solúveis por refratometria é usado como índice dos açúcares totais em frutos, indicando o grau de maturidade. São constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias, tais como açúcares, ácidos e algumas pectinas.

Os valores observados para as polpas durante a estocagem congelada são apresentados na Figura 3.3.

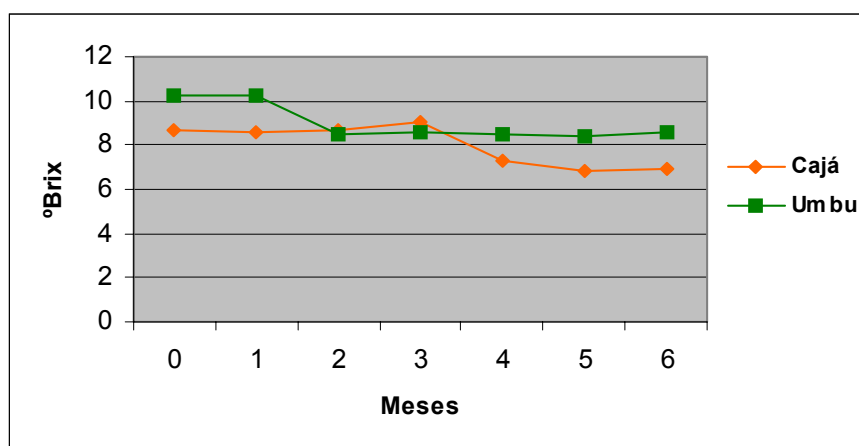


Figura 3.3. Variação de °Brix observada ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.

A polpa de cajá apresentou °Brix inicial de 8,67 e nota-se que esse valor não sofreu variações significativas (Tukey $p \leq 0,05$) até o terceiro mês de estocagem. Após esse período, observou-se uma queda significativa de 15,80% em relação ao tempo inicial, porém seguida de uma relativa estabilização dos valores.

O P.I.Q para polpa de cajá estipula um mínimo de 9°Brix para o produto (BRASIL, 1999). O valor inicial encontrado está abaixo do recomendado e ao final de seis meses de armazenamento o teor ficou em torno de 6,9°Brix.

A polpa de umbu apresentou um valor inicial superior ao cajá (10,27°Brix) e a queda significativa (17,24%) ocorreu ao segundo mês. A partir desse mês, também observou-se uma relativa estabilização dos valores. O teor final da polpa ficou em 8,6°Brix.

- Açúcares totais, redutores e não redutores

A variação do teor de açúcares totais das polpas de cajá e umbu ao longo dos 6 meses de estocagem pode ser visualizada na Figura 3.4.

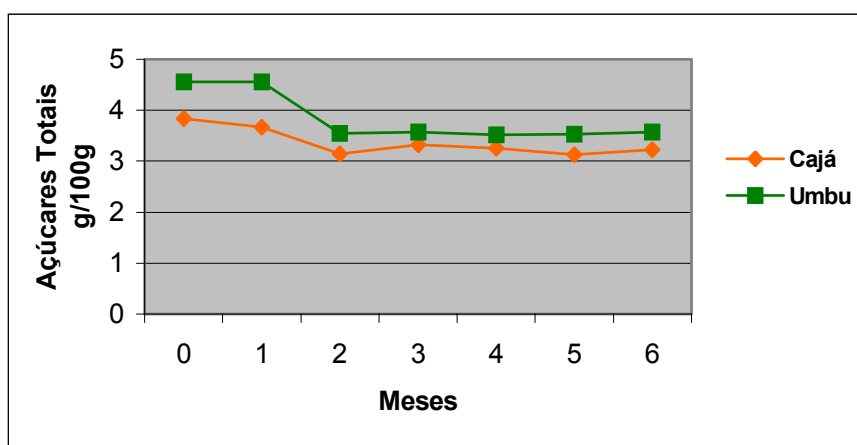


Figura 3.4. Variação dos açúcares totais ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.

Pode-se observar que a característica do gráfico obtido é bem similar ao encontrado para sólidos solúveis, principalmente para a polpa de umbu. As pequenas variações observadas para sólidos solúveis e açúcares são normais e facilmente observadas em estudos de vida de prateleira de produtos à base de frutas, congeladas ou não. O decréscimo nos teores reflete reações químicas que normalmente acontecem durante o armazenamento. Esse decréscimo em produtos congelados é menor, pois temperaturas baixas desfavorecem as reações. Essas mesmas reações afetam também a sua cor, que se torna mais escura, conforme será discutido no item 3.1.2.

Os teores iniciais para açúcares totais nas polpas de cajá e umbu foram 3,84 e 4,55g/100g, respectivamente. Ao término de seis meses de estocagem sob congelamento, os valores encontrados foram 3,23 e 3,57 g/100g, respectivamente.

Os valores determinados para açúcares redutores e os calculados para não redutores são apresentados nas Figuras 3.5 e 3.6, respectivamente.

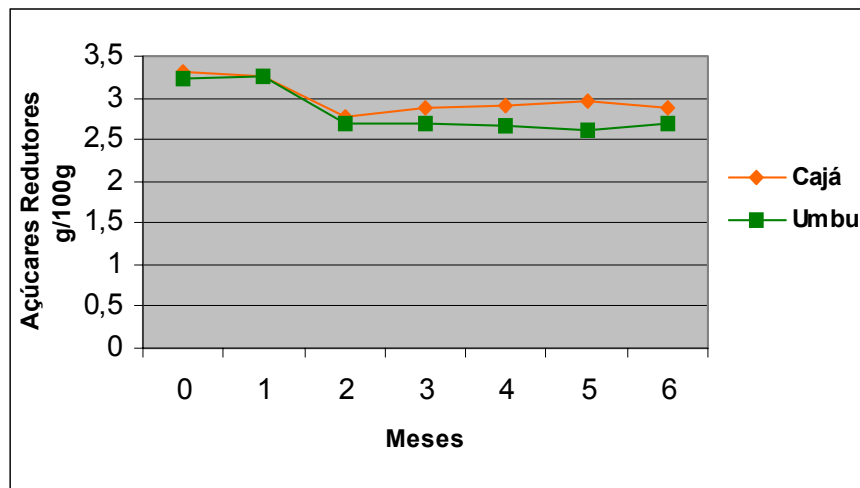


Figura 3.5. Variação dos açúcares redutores ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.

Observa-se que os valores do teor de açúcares redutores do cajá e umbu são muito próximos, apresentando o mesmo comportamento. Nota-se também que os açúcares redutores correspondem a maior parte do açúcar total presente nos frutos, sendo que a polpa de cajá apresenta uma maior quantidade (teor final de 2,88 contra 2,69 g/100g da polpa de umbu). Comparando-se a Figura 3.5 com o gráfico obtido para açúcares totais (Figura 3.4) também se observa o mesmo comportamento, o que era esperado, pois ambos estão relacionados. As ligeiras quedas observadas também estão relacionadas a reações químicas durante o armazenamento e dentre os açúcares redutores mais reativos estão as pentoses (ribose) e as hexoses (glicose e frutose).

Os açúcares não redutores presentes nas polpas foram calculados através da diferença entre açúcares totais e açúcares redutores, o gráfico pode ser visualizado na Figura 3.6.

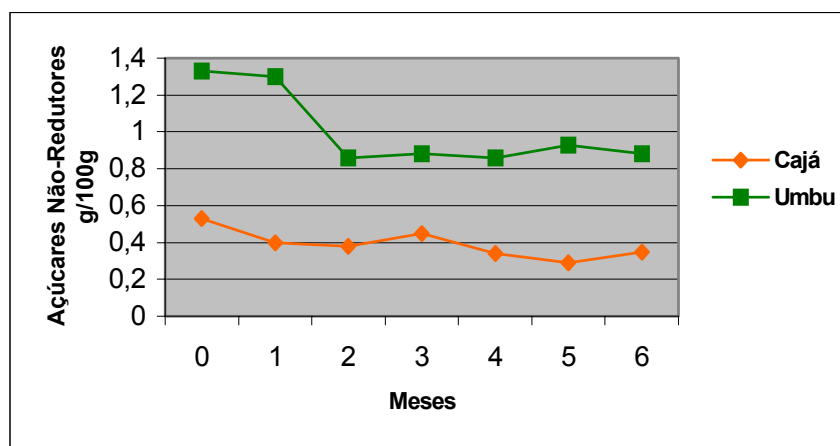


Figura 3.6. Variação dos açúcares não redutores ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.

Nota-se que a polpa de umbu possui teores significativamente superiores em relação a polpa de cajá, o que já tinha sido observado ao longo da caracterização físico-química das polpas e em outras publicações científicas.

De maneira geral, todos os resultados obtidos envolvendo medidas de açúcares nas polpas estão coerentes entre si e algumas pequenas variações de comportamento podem ser atribuídas a uma possível imprecisão da metodologia aplicada.

- Taninos

O acompanhamento da variação do teor taninos nas polpas durante o armazenamento foi um ponto importante desta pesquisa, pois está relacionado diretamente com o caráter funcional da polpa.

Na Figura 3.7, pode-se observar o comportamento observado durante os seis meses de congelamento.

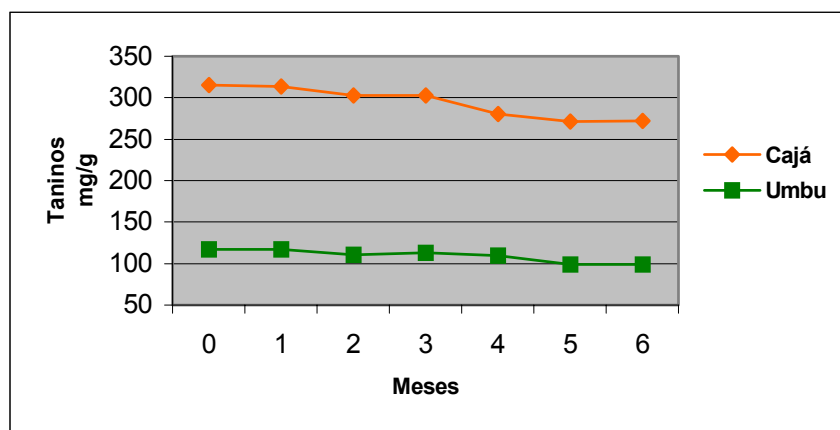


Figura 3.7. Variação dos teores de taninos ao longo da estocagem congelada das polpas dos frutos.

Nota-se que o cajá possui teores de taninos bem superiores à polpa de umbu, sendo que ambos apresentam pequenas perdas durante a estocagem. O teor inicial encontrado para a polpa de cajá foi de 314,78mg/100g e após 6 meses, o valor determinado foi de 271,89mg/100g. Apesar das perdas observadas, esse valor ainda é bem expressivo para uma polpa de fruta. A polpa de umbu apresentou um teor inicial de 117,30mg/100g e após 6 meses, o valor de 98,99mg/100g foi encontrado.

Para ambos os frutos, as variações durante o congelamento foram significativas quando analisadas estatisticamente pelo teste de Tukey a $p \leq 0,05$. Entretanto, essas variações não são tão significativas quando obtém-se teores ainda bastante altos ao final de uma longa estocagem. Mesmo após 6 meses, tecnologicamente estaria se trabalhando com uma matéria-prima muito rica no aspecto funcional.

- Carotenóides totais

A análise do teor de carotenóides totais durante a estocagem sob congelamento só foi realizada para a polpa de cajá, uma vez que a presença dos mesmos na polpa de umbu é inexpressiva. A Figura 3.8 apresenta os resultados encontrados.

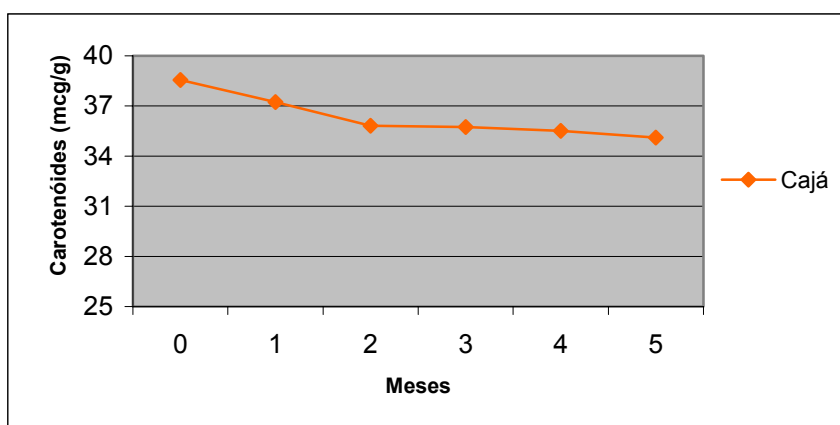


Figura 3.8. Variação nos teores de carotenóides totais ao longo da estocagem congelada na polpa de cajá.

Ao longo dos 6 meses, percebeu-se que a intensidade da cor amarela da polpa de cajá foi diminuindo e escurecendo. As mudanças de coloração serão mais bem descritas no item 3.1.2, porém o ligeiro declínio observado no gráfico acima está relacionado a este fato, pois são os carotenóides os principais pigmentos responsáveis por essa coloração.

Os resultados são apresentados até o 5º mês, com o teor de carotenóides sofrendo redução significativa (Tukey a $p \leq 0,05$) em todos os meses. A análise realizada no 6º mês apresentou problemas, pois um aumento no teor foi observado, apresentando valor superior até mesmo em relação ao tempo inicial. Com isso, a análise neste ponto foi descartada.

Durante o armazenamento, os carotenóides podem sofrer reações de isomerização e oxidação, o que provoca uma variação do teor de carotenóides totais. Como o método utilizado se baseia no carotenóide predominante (no caso do cajá, β -criptoxantina), todos os cálculos são realizados sobre o mesmo, o que após as transformações pode não ser real, invalidando o método.

O teor de carotenóides encontrado inicialmente foi de 38,56 μ g/g, valor altamente expressivo e positivo quanto à funcionalidade. No 5º mês de congelamento, o valor encontrado foi de 35,11 μ g/g. Da mesma forma que os taninos, esse valor do final da armazenagem, apesar de apresentar queda significativa pelo teste de Tukey a $p \leq 0,05$, é ainda bem expressivo do ponto de vista tecnológico.

3.1.2 Análise colorimétrica

A medida instrumental de cor em um alimento é considerada um método mais simples e rápido quando comparado à análise química. A alteração de pigmentos é um ponto muito importante no estudo da estabilidade de produtos, principalmente daqueles à base frutas tropicais.

O espaço de cor CIELab (L^* , a^* e b^*) utilizado nas determinações é uma das modificações do sistema do colorímetro de triestímulos (X, Y e Z), junto ao sistema Hunter (L, a e b). A modificação foi realizada visando uniformizar as diferenças de cor determinadas instrumentalmente com as diferenças visuais. Nesse sistema proposto, faz-se a leitura dos valores de luminosidade (L^*) e das coordenadas de cromaticidade, como a^* (+a vermelho, -a verde) e b^* (+b amarelo, -b azul). A cor é determinada pela combinação das variações destas coordenadas, formando um sistema tridimensional. Atualmente, esse é o sistema de cor mais difundido e utilizado (HUNTER, 1975).

Os parâmetros de cor para a polpa extraída e congelada de cajá e meses subsequentes são apresentados na Tabela 3.1.

Tabela 3.1. Valores de luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*) para polpa de cajá durante os meses de estocagem sob congelamento.

Cor	Tempo Zero	1 mês	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses
L^*	57,37 ^c	57,95 ^a	57,41 ^b	55,15 ^e	55,87 ^d	54,64 ^f	54,59 ^g
a^*	12,12 ^b	12,73 ^a	9,70 ^b	10,15 ^c	9,49 ^c	9,41 ^c	9,36 ^c
b^*	38,96 ^b	41,59 ^a	38,47 ^c	36,74 ^d	36,75 ^d	36,32 ^e	36,33 ^e
ΔE	----	2,76	2,45	3,70	3,75	4,66	4,72

*Valores médios de três repetições

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$)

Comparando o resultado dos meses de congelamento em relação ao padrão (tempo zero), nota-se que há variações significativas (Tukey $p \leq 0,05$). Com os valores de L^* encontrados, ratifica-se o que se vê na prática, a polpa de cajá escurece durante o armazenamento.

O cajá possui polpa de coloração amarela forte, às vezes, tendendo ao alaranjado. Conforme esperado, os resultados de b^* foram maiores em todas as amostras analisadas indicando a predominância da cor amarela no fruto. A tendência ao alaranjado, pode ser expressa numericamente pelos valores positivos de a^* misturados aos valores de b^* . Essa coloração é devido ao seu alto teor em carotenóides e observou-se, nas análises químicas realizadas (item 3.1.1), um ligeiro declínio em seus valores durante a estocagem. Assim, a perda de pigmentos refletiu nos valores de b^* , justificando seu decréscimo.

A diferença total de cor (ΔE) expressa a variação de cor dos tempos em relação ao zero inicial. Nota-se que nos dois primeiros meses, a diferença ficou na ordem de 2, o que já expressa uma mudança significativa, segundo Lee e Coates (2003). Ao final de seis meses, o valor encontrado indica forte mudança na coloração do produto.

Os parâmetros de cor para a polpa extraída e congelada de umbu e meses subsequentes são apresentados na Tabela 3.2.

Tabela 3.2. Valores de luminosidade (L^*) e coordenadas de cromaticidade (a^* e b^*) para polpa de umbu durante os meses de estocagem sob congelamento.

Cor	Tempo Zero	1 mês	2 meses	3 meses	4 meses	5 meses	6 meses
L^*	53,40 ^d	56,74 ^b	66,12 ^a	53,47 ^c	53,00 ^f	53,31 ^e	53,32 ^e
a^*	-0,85 ^b	-0,41 ^d	-0,92 ^a	-0,62 ^c	-0,32 ^d	-0,39 ^d	-0,37 ^d
b^*	22,04 ^e	16,69 ^f	30,06 ^a	22,49 ^c	22,58 ^c	22,26 ^d	22,20 ^d
ΔE	----	6,32	15,04	0,51	0,86	0,52	0,52

*Valores médios de três repetições.

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$)

Pelos resultados apresentados, nota-se que a luminosidade (L^*) na polpa de umbu cresceu nos dois primeiros meses de congelamento. Observou-se uma queda nos valores de L^* após três meses, estabilizando em seguida. Assim, sugere-se que as condições de congelamento proporcionam alterações nos pigmentos do umbu, tornando a polpa mais escura.

Pelos valores superiores de b^* , pode-se dizer que a polpa de umbu também apresenta o amarelo como predominante, porém em menor intensidade que o cajá. Os valores negativos de a^* mostram a tendência da polpa para o verde, o que também era esperado, devido aos tons esverdeados bastantes citados na literatura do fruto. Porém, a partir do quarto mês de estudo, a polpa apresenta uma queda nos valores de a^* perdendo a tendência dos tons verdes anteriormente encontrados. O teste de Tukey (Tukey $p \leq 0,05$) indicou que essa tendência se mantém constante ao longo dos últimos três meses.

Para a polpa de umbu, a diferença total de cor (ΔE) indicou grandes modificações nos dois primeiros meses, com valores bastante altos. Após esse tempo, praticamente a variação ficou na ordem de 0,5.

3.1.3 Análise microbiológica

As polpas de cajá e de umbu foram analisadas quanto ao grau de contaminação logo após a extração, e também após um mês e seis meses de armazenamento sob congelamento a -18°C . Os resultados para a polpa de cajá podem ser observados na Tabela 3.3.

Tabela 3.3. Análises microbiológicas da polpa de cajá sob congelamento a -18°C .

	Zero	1 mês	6 meses
Contagem Total	$1,5 \times 10^2$ UFC/g est.	$6,5 \times 10$ UFC/g est.	$3,5 \times 10$ UFC/g est.
Bolores e Leveduras	$7,5 \times 10^2$ UFC/g	$6,5 \times 10^2$ UFC/g	< 10 UFC/ g est.
Coliformes Totais	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Coliformes Fecais	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g

Observa-se que o congelamento atuou de forma positiva na redução da carga microbiana. O decréscimo era esperado, pois muitos microrganismos não conseguem sobreviver a -18°C . Entretanto, alguns podem somente cessar o seu crescimento a baixas temperaturas e retornar o crescimento e multiplicação ao encontrar novamente condições ideais.

A morte de microrganismos decorre, principalmente, da formação de cristais de gelo na célula, da desnaturação de enzimas, da perda de gases da célula, do abaixamento da atividade de água, enfim, de todas modificações que ocorrem na estrutura celular dos mesmos.

Verifica-se que essa redução também ocorreu do primeiro para o sexto mês, porém de maneira muito mais acentuada, com os bolores e as leveduras sendo praticamente eliminados da polpa.

O Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento na Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000, regulamenta padrões de identidade e qualidade para polpas de frutas e estabelece os valores máximos de 5×10^3 UFC/g para bolores e leveduras (polpa *in natura* congelada ou não) e 10 NMP/g coliformes fecais. Como os valores obtidos se encontraram bem abaixo desses limites, verificou-se que a polpa estava apropriada para o consumo mesmo após a estocagem por 6 meses.

Os resultados para a polpa de umbu podem ser observados na Tabela 3.4

Tabela 3.4. Análises microbiológicas da polpa de umbu sob congelamento a -18°C .

	Zero	1 mês	6 meses
Contagem Total	$1,25 \times 10^2$ UFC/ g est.	$5,3 \times 10$ UFC/ g est.	2×10 UFC/ g est.
Bolores e Leveduras	3×10^2 UFC/g	$1,98 \times 10^2$ UFC/g	< 10 UFC/ g est.
Coliformes Totais	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g
Coliformes Fecais	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g	< 3 NMP/g

Observou-se o mesmo comportamento da polpa de cajá, com o congelamento atuando na redução da carga microbiana. Os valores obtidos também se encontraram abaixo dos limites estabelecidos, estando assim a polpa apropriada para o consumo mesmo após a estocagem por 6 meses.

3.1.4 Avaliação geral no estudo da estabilidade das polpas

O estudo das polpas sob congelamento foi um ponto importante na pesquisa, tendo em vista que atualmente, toneladas de polpas de frutas tropicais congeladas são comercializadas mensalmente. Sem dúvida, as polpas congeladas são a forma mais fácil de acesso a frutos exóticos vindo de outras regiões do país. Ao final de 6 meses, conforme apresentado no item 3.1.1, percebe-se que algumas perdas realmente acontecem em relação a determinadas propriedades químicas.

No geral, todas as transformações que ocorreram durante o período de congelamento foram decorrentes de reações químicas ou enzimáticas, que continuam ocorrendo, uma vez que o congelamento por si só não inativa as enzimas, apenas retarda sua ação. Para que estas últimas fossem destruídas, seria necessário realizar um tratamento térmico brando conhecido como branqueamento, o que não foi feito por não ser este o objetivo do trabalho em questão. Uma comprovação visível de que realmente ocorreram reações enzimáticas foi a separação de fases observada na polpa de cajá após 5 meses de armazenamento, ou seja, a ocorrência da liberação de exsudado quando a polpa foi descongelada para a análise. Isso afetou seu aspecto visual.

Vámos-Vigyázó (1981) relata que as reações de oxi-redução catalisadas pelas peroxidases podem ocorrer mesmo a baixas temperaturas, isso porque a atividade da peroxidase não cessa a -18°C ou -20°C , somente é reduzida ou inativada reversivelmente, levando à deterioração do alimento.

Ainda justificando as transformações observadas, ao descongelar-se uma polpa (processo realizado a cada análise), oferece-se condições para estas transformações, visto que ocorre perda de líquido em decorrência do rompimento de células de tecido, liberando enzimas hidrolíticas. É devido a isso que se recomenda sempre ao consumidor nunca descongelar e novamente recongelar um alimento.

4. CONCLUSÕES

No estudo de estabilidade da polpa congelada, observaram-se algumas alterações ao longo do armazenamento, principalmente relacionadas à coloração, teor de carotenóides e de taninos, acidez total e sólidos solúveis totais.

A polpa de cajá se mostrou menos estável, com queda acentuada nos teores de sólidos solúveis ao quarto mês de armazenamento, estando fora dos padrões exigidos pela legislação em vigor. Ao final de seis meses, o valor encontrado na polpa foi de 6,9°Brix.

A polpa de cajá, no quinto mês de armazenamento, apresentou separação de fases, afetando significativamente seu aspecto visual ao ser descongelada. Este fato sugere uma significativa atividade enzimática na polpa.

A polpa de umbu também sofreu queda nos teores de sólidos solúveis, porém não apresentou separação de fases, mesmo após seis meses de congelamento.

Os teores de taninos para ambos os frutos apresentaram queda significativa, porém os valores finais obtidos ainda são considerados altos e tecnologicamente são viáveis do ponto de vista funcional.

A polpa de cajá sofreu perdas significativas no teor de carotenóides, porém o valor de 35,1µg/g ao final de cinco meses de estocagem sob congelamento foi altamente satisfatório também do ponto de vista funcional.

Observou-se queda nos teores iniciais de acidez em ambas as polpas, sendo que o umbu apresentou uma maior acidez ao final de seis meses.

A polpa de cajá sofreu escurecimento ao longo da estocagem, perdendo a intensidade da cor amarela e se tornando mais amarronzada.

A polpa de umbu também apresentou escurecimento, perdendo o tom esverdeado e mantendo-se mais amarelada.

As polpas apresentaram boa estabilidade microbiológica, com redução da carga microbiana ao longo da armazenagem congelada, estando dentro dos padrões exigidos pela legislação em vigor.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC.ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Edited by Patricia Cunniff .16^a ed. 3 rd,v.2.cap.37, 1997.

AOAC.ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14^a ed. Arlington, VA, USA, 1984.

BASTOS, M.S.R.; FEITOSA, T.; OLIVEIRA, M.E.B. Análise qualitativa e tecnológica de agroindústria de polpa de fruta na região Nordeste. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, n.3,v.21, p.359-364, 1999.

BISPO, E.S. **Estudos de produtos industrializáveis de Umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. Fortaleza, 1989. 119p. Dissertação de Mestrado. Faculdade de Engenharia de Alimentos. UFC.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Resolução Normativa nº12 de 10/09/1999. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas Tropicais. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria de Vigilância Sanitária, 13 de setembro de 1999, Poder Executivo, Seção I.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº01 de 07/01/2000. Padrões de Identidade e Qualidade para Polpas de Frutas. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria de Vigilância Sanitária, n.6, 10 de janeiro de 2000, Seção I, p.18166.

DAVIES, B.H. Carotenoids. IN GOODWIN, T.W. Ed. Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. 2^o ed., London. **Academic Press**. v.2, 1976.

DE PAULA, H.M.; SABAA-SRUR,A.U.O. Estudo da estabilidade do suco de taperebá (*Spondias Lutea* L.) tratado termicamente. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, v.1. 2000. **Livro de Resumos**. Fortaleza: 2000. p.3.154.

HUNTER,R.S. Scales for the measurement of colour difference. In: **The Measurements of Appearance**. John Wiley, New York, p.133-140, 1975.

OLIVEIRA, M.E.B. de.; BASTOS, M.S.R.; FEITOSA, T.; BRANCO, M.A. de.; SILVA, M.G.G. Avaliação de parâmetros de qualidade físico-químicos de polpas congeladas de acerola, cajá e caju. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.19, v.3, p.326-332, set./dez. 1999.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. **A guide to carotenoid analysis in foods**. Washington: ILSI Press, 1999. 64p.

SOUZA F. X. de. **Spondias agroindustriais e os seus métodos de propagação**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT/SEBRAE (CE), 1998. 28p. (Documento, 27).

SANTOS, S.C.M. de.; SALLES, J.R.J. **Diagnóstico organizacional e tecnológico da agroindústria de polpa de fruta do município de São Luís - MA, com vista a implementação de um programa de controle de qualidade**. Disponível em: <www.biblioteca.sebrae.com.br/bte/bte.nsf>. Acesso em: 02 de jan. 2004.

SILVA, M.; MATA, M.E.R.M.; DUARTE, M.E.M.; PEDROZA, J.P.; NASCIMENTO, J.P.T. Resfriamento e propriedades termo físicas do cajá (*Spondias lutea* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, n.2, v.4, p.175-185, 2002.

TOCCHINI, R.P.; NISIDA, A.L.A.C.; DE MARTIN, Z.J. **Industrialização de polpas, sucos e néctares de frutas**. Campinas: ITAL-FRUTHOTEC, 1995. 85p. (Manual Técnico).

VÁMOS-VIGYÁZÓ, L. Polyphenoloxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **CRC Criticals Reviews in Food Science and Nutrition**, v.15, p.49-127, 1981.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D.F. Compendium of Methods for the microbiological examination of food. 3^o ed. **American Public Health Association** (APHA). Washington, 1992.

DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO DE UM NÉCTAR MISTO DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara).

RESUMO

A agroindústria é um dos segmentos mais dinâmicos da economia brasileira, pois o Brasil produz a maioria das frutas consumidas e apreciadas em todo mundo, além de possuir uma diversidade de frutos exóticos e pouco conhecidos, o que representa um enorme potencial para novos produtos. Sucos de frutas “prontos para consumo” tem hoje uma grande fatia do mercado e apresenta um elevado crescimento a cada ano. Por isso, a busca por novos sabores e misturas faz do desenvolvimento de novos produtos um campo importante que impulsiona a indústria de alimentos. A formulação de *blends* está cada vez mais elaborada, buscando não só o aspecto sensorial, mas também a união de fatores que proporcionam um acréscimo nutricional e, até mesmo, funcional aos produtos. Duas frutas pertencentes ao gênero *Spondias* vêm juntas oferecer um novo produto, rico em compostos como taninos e carotenóides, proporcionando a obtenção de um néctar com forte apelo funcional. De sabor exótico e agradável ao paladar, o cajá e o umbu proporcionam uma interessante combinação de sabor e saúde. Assim, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver, através de testes sensoriais, a melhor formulação para o produto. Inicialmente, testou-se néctares de cajá e umbu separadamente em três concentrações finais de sólidos solúveis (14,16 e 18°Brix). A partir dos resultados obtidos através dos testes de aceitação e Escala do Ideal, estipulou-se a concentração de 17°Brix como padrão final para o teor de sólidos solúveis, incluindo um xarope de sacarose representando 50% da formulação do néctar misto. Realizou-se, assim, 5 formulações, variando somente o percentual de polpa de cajá e umbu a ser adicionada, respeitando os 50% restantes na formulação. As formulações foram submetidas ao julgamento de 48 provadores, que avaliaram a aceitação como impressão global do produto e sua respectiva intenção de compra. Os resultados obtidos foram analisados através de ANOVA e teste de média, Tukey, em nível de significância de 95%. A formulação que obteve maior média e diferiu das demais foi a que utilizou 30% de polpa de cajá, 20% de polpa de umbu e 50% de xarope de sacarose em um produto de Brix final 17°.

Palavras-chave: cajá, umbu, néctar misto, formulação, sensorial.

ABSTRACT

The agroindustry is one of the most dynamic segments of the Brazilian economy, since Brazil produces the majority of the fruits consumed and appreciated throughout the World, in addition to possessing a diversity of exotic and little known fruits, representing an enormous potential for new products. These days, ready-to-drink fruit juices have gained a considerable portion of the market, their contribution increasing annually. Thus the search for new flavours and mixtures has made new product development an important field in projecting the food industry forward. The formulation of blends has become more and more elaborate, searching not only for sensory appeal, but also for the union of factors providing nutritional or even functional benefit. Two fruits from the genus *Spondius* together offered a new product, rich in compounds such as tannins and carotenoids, providing a nectar with a strong functional appeal. Considering their exotic and agreeable taste, caja and umbu provide an interesting combination of flavour and health. Thus the objective of this study was to develop an improved formulation for the product using sensory tests. Initially caja and umbu nectars were tested separately, each with three final soluble solids concentrations (14, 16 and 18°Brix). From the results obtained in the acceptance and ideal scale tests, a concentration of 17°Brix was stipulated as the standard final soluble solids content, including sucrose syrup representing 50% of the formulation of the mixed nectar. Five formulations were tested, varying the percentages of caja and umbu pulps, with respect to the remaining 50% of the formulation. 49 panellists judged the formulations, evaluating acceptance as overall impression and the respective intent to buy. The results were analysed by ANOVA and Tukey's means test at a significance level of 95%. The formulation obtaining the highest mean score, differing from the others, was that composed of 30% caja pulp, 20% umbu pulp and 50% sucrose syrup, with a final product Brix of 17°.

Keywords: caja, umbu, mixed nectar, formulation, sensory

1. INTRODUÇÃO

Batido, espremido ou coado, o suco sempre esteve presente na vida do brasileiro. Dos tempos em que se passavam horas na cozinha restou o hábito de consumir o produto de sabor refrescante e saudável. Mas, agora, de maneira bem mais prática. O que era impensável há uma década, hoje é realidade: uma linha que atende do consumidor infantil ao adulto. Graças às modernas embalagens é só escolher, pagar e beber. O suco concentrado ou pronto para beber ainda não sobrepujou o caseiro, muito menos o refrigerante, mas conquista um público cada vez mais preocupado com a saúde e sem tempo para o preparo artesanal. Em dez anos, o mercado cresceu 20 vezes (FORBES BRASIL, 2004).

O mercado de sucos prontos para beber teve um crescimento acelerado até 2002, quando registrou um salto de 30%, apresentou uma desaceleração importante em 2003, fechando aquele ano em 4,5% e voltou a crescer em 2004, com mais de 10% (HORVATH, 2005).

O suco pronto para beber é consequência do binômio saúde/conveniência, que segue uma tendência mundial de mudança nos hábitos do consumidor. Entretanto, praticidade somente não basta, qualidade do produto e inovações são apontados como pontos importantes para quem acompanha o mercado.

No campo “inovação”, o Brasil conta com um enorme potencial, pois é um país tropical, dotado de inúmeras espécies frutíferas com sabores exóticos e ainda muito pouco explorados. O que não falta são opções de frutas para processamento e fabricação de sucos.

Jagtiani et al. (1988), em estudo no final da década de 80, já observavam o aumento no consumo de sucos de frutas tropicais, inclusive em zonas temperadas. Entre os fatores citados para esse crescimento, destacam-se o turismo, a mídia eletrônica e a imigração como responsáveis pela atração mística e exótica dos frutos tropicais.

Mesmo com todo esse crescente interesse, inúmeras espécies frutíferas de excelentes propriedades nutricionais e sensoriais, com grande potencial de industrialização, continuam sem um destaque maior. Entre elas, pode-se citar o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) e o cajá (*Spondias lutea* L.), ambas espécies pertencentes à família Anacardiaceae.

O cajá é um fruto de polpa ácida (pH entre 2,4 a 3,0) com teor de sólidos solúveis variando entre 11,4 a 15°Brix. De sabor agradável e muito aromático, é bastante utilizado na elaboração artesanal de produtos nas regiões de grande produção, como o Norte e Nordeste brasileiro. Em termos industriais, a polpa do fruto já é comercializada em maior escala, assim como o suco e sorvetes (SACRAMENTO e SOUZA, 2000).

Similar ao cajá, o umbu possui polpa ácida (pH entre 2,5 a 3,1), porém com teor de sólidos solúveis mais baixos, na faixa de 9-10°Brix. É encontrado no Nordeste do Brasil, sendo uma planta típica do sertão. De enorme importância sócio-econômica, é praticamente o sustento de muitas famílias nordestinas na época da safra. O fruto é muito consumido *in natura* e na forma de suco, mas sua polpa é também bastante utilizada em doces, licores e na tradicional “umbuzada” (LIMA et al, 2000).

Em meados de 1980, a polpa de umbu passou a ser considerada uma boa opção para compor a mistura de sucos tropicais para o mercado externo, o que levou as indústrias a fazerem investimentos consideráveis (QUEIROZ et al., 1993).

Resende et al. (2000) sugere que entre as inúmeras aplicações do suco de umbu está o desenvolvimento de misturas com outros sucos (*blend juice*), agregando maior valor ao fruto, principalmente no período da entre-safra.

Blends são misturas de sucos, feitos com a finalidade de melhorar as características organolépticas e/ou dos componentes isolados. Visam também potencializar a parte nutricional do produto, seja pelo alto teor em vitaminas ou pelas características funcionais.

Alguns estudos com *blends* de sucos de frutas tropicais já foram realizados, principalmente na formulação de néctares.

Salomon et al. (1977), em trabalhos com néctares de mamão com maracujá, concluíram que essas frutas apresentam condições excelentes para serem misturadas em diferentes proporções na elaboração de *blends*.

Quinteros (1995) verificou a estabilidade de *blends* de acerola e cenoura em diferentes formulações e obteve bons resultados mesmo após seis meses de armazenagem. O néctar com teor de sólidos solúveis finais de 20°Brix apresentou ligeira vantagem em relação ao de 22°Brix, em termos de aceitação sensorial.

Mostafa et al. (1997), em estudo com néctar de mamão com manga, observaram alta aceitação sensorial do produto formulado com 15% de polpa de mamão e 15% de polpa de manga.

Freitas (2000) estudou os efeitos da adição de ingredientes funcionais (pectina cítrica e frutooligossacarídeos) em um suco misto de cenoura e laranja, desenvolvendo oito diferentes formulações. A formulação mais bem aceita teve média de 82,3%, em termos globais.

Koon (2000) desenvolveu um néctar misto de frutas e hortaliças à base de beterraba, cenoura, carambola e morango. As notas dadas pelos provadores para aparência e aceitação global foram consideradas boas em todas as formulações testadas.

Uchoa Junior (2001), em pesquisa visando melhorar a preferência do suco original de abacaxi, desenvolveu os *blends* de “abacaxi e grapefruit”; “abacaxi e laranja”; “abacaxi, laranja e limão”; “laranja, limão e grapefruit”. O *blend* “abacaxi, laranja e limão” foi o preferido pelos provadores com desempenho melhor até que o suco de abacaxi puro.

Matsuura e Rolim (2002) desenvolveram *blends* de suco integral pasteurizado do abacaxi, contendo 5% ou 10% de suco integral pasteurizado de acerola. Os produtos apresentaram características sensoriais de odor, sabor, consistência e cor similares ao suco integral pasteurizado de abacaxi, com teor de vitamina C cerca de cinco vezes mais alto.

Cáceres (2003) desenvolveu e analisou sensorialmente um *blend* à base de polpa de tamarindo e suco de beterraba. A melhor formulação, eleita sensorialmente, foi a obtida pela mistura de 35% de polpa de tamarindo, 20% de suco de beterraba em um néctar de 20°Brix.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi desenvolver, utilizando-se testes sensoriais, a melhor formulação para um néctar misto de cajá e umbu, visando o lançamento de um novo sabor e a agregação de propriedades funcionais presentes em ambos os frutos.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

2.1.1 Cajá e Umbu

Os frutos de cajá e umbu (safra 2003) foram adquiridos em feiras livres do Norte e Nordeste do país, sendo o cajá proveniente de Belém-PA e o umbu de Salvador-BA. Para ambos, o estágio de maturação (“de vez”) era adequado para consumo ou processamento.

Realizou-se uma seleção, etapa fundamental do processamento que permite a escolha de frutas sadias, rejeitando aquelas com podridões, moscas de frutas, entre outros defeitos que podem comprometer a qualidade do produto final.

Acondicionados em sacos plásticos e lacrados, os frutos foram congelados e transportados em caixas de isopor, via aérea para Campinas-SP, sendo acondicionados a -18°C na câmara frigorífica da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP (DTA/FEA/UNICAMP). O tempo despendido entre o transporte até a câmara frigorífica foi de 26 horas.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Extração da polpa dos frutos

Os frutos, após o descongelamento, foram imersos em um tanque de aço inoxidável contendo uma solução aquosa de hipoclorito de sódio a 30 ppm. Após 15 minutos, os frutos foram removidos e uma lavagem por aspersão de água foi realizada visando à remoção das impurezas remanescentes, além da retirada do excesso de cloro.

Devido às características morfológicas do cajá e do umbu, as polpas foram extraídas no extrator do tipo escovas (extração por abrasão), da marca BERTUZZI, dotado de peneira com diâmetro equivalente a 1mm de abertura de malha e capacidade de processo de 10kg de fruto/h, disponível na planta piloto do FRUTHOTEC/ITAL.

O equipamento e demais utensílios de apoio utilizados na extração da polpa dos frutos foram sanitizados com uma solução de hipoclorito de sódio, a uma concentração de 200ppm.

As amostras de polpa foram acondicionadas em sacos de polietileno (24cm x 34cm x 0,15mm), em porções de 1kg, para facilitar o manuseio. Realizou-se um congelamento rápido, com auxílio de um congelador de placas (marca FRIGOSTRELLA DO BRASIL, modelo P.M-5). O equipamento proporcionou uma temperatura de -30°C e o congelamento completo das polpas durou em média 3 horas.

2.2.2 Desenvolvimento da formulação do néctar misto

O delineamento experimental proposto é classificado como um experimento completamente casualizado com blocos, sendo a *formulação*, o fator principal e os *provadores*, o fator secundário (bloco). Através desse experimento, estudou-se a predileção (teste de aceitação) dos provadores em relação a cinco diferentes formulações de néctar, caracterizadas pelas diferenças percentuais de dois de seus ingredientes (Tabela 4.1).

Tabela 4.1. Delineamento experimental com as combinações (em %) entre as polpas dos frutos.

UMBU (X_1)	CAJÁ (X_2)	REFERÊNCIA
25	25	f1
40	10	f2
20	30	f3
10	40	f4
30	20	f5

Como se pode observar, as combinações apresentadas na tabela acima foram realizadas de forma que a soma de $X_1 + X_2$ fosse igual a 50%. Os 50% restantes, para completar a mistura em todos as diferentes formulações, foram constituídos por um xarope composto exclusivamente de sacarose comercial e água.

Como o produto misto a ser formulado exigia um teor de sólidos solúveis fixo, para que somente as concentrações de polpa variassem, uma análise sensorial preliminar foi realizada para avaliar o melhor grau de doçura para os néctares simples e por fim, estipular o teor de sólidos solúveis final para o néctar misto.

2.2.2.1 Análise sensorial preliminar

Nesta, trinta provadores receberam monadicamente três amostras de néctar de cajá, com diferentes teores de sólidos solúveis finais (14, 16 e 18°Brix). Um teste de aceitação foi aplicado, onde os provadores indicaram numa escala não estruturada de 9cm, o quanto gostaram ou desgostaram das amostras em relação à impressão global (STONE e SIDEL, 1985). Em complemento, realizou-se o teste “Escala do Ideal”, para avaliar especificamente o grau de doçura das amostras oferecidas.

O mesmo procedimento e testes sensoriais foram aplicados para o néctar de umbu. A ficha sensorial utilizada nas análises é apresentada na Figura 4.1.

Nome: _____	Idade: _____
E-mail: _____	Data: ____/____/2003

AMOSTRA NÚMERO _____

Você está recebendo uma amostra codificada de NÉCTAR DE (CAJÁ ou UMBU). Por favor, avalie a amostra em termos globais e na escala abaixo, indique o quanto você gostou ou desgostou da mesma.

|-----|

Desgostei muitíssimo
Gostei muitíssimo

Comentários: _____

Prove novamente a amostra e avalie o QUÃO ideal encontra-se a DOÇURA da mesma, utilizando para isso a escala abaixo.

A intensidade de doçura está:

☐ extremamente + doce que o ideal
☐ muito + doce que o ideal
☐ moderadamente + doce que o ideal
☐ ligeiramente + doce que o ideal
☐ ideal
☐ ligeiramente – doce que o ideal
☐ moderadamente – doce que o ideal
☐ muito – doce que o ideal
☐ extremamente – doce que o ideal

Comentários: _____

OBRIGADA!

Figura 4.1. Ficha sensorial aplicada nas análises sensoriais do néctar de cajá e néctar de umbu.

2.2.2.2 Análise sensorial aplicada para formulação do néctar misto

A análise de variância e o teste de Tukey foram realizados para a comparação das notas médias dadas pelos provadores na análise sensorial do teste de consumidor, de modo a identificar a formulação que recebeu, de maneira estatisticamente significativa, a maior nota, refletindo, assim, a aceitação dos consumidores.

As formulações do néctar misto foram obtidas através de balanços de massa, em função do teor de sólidos solúveis estipulado na análise sensorial preliminar dos néctares puros, conforme descrita no item 2.2.2.1.

As misturas foram realizadas em laboratório utilizando-se um homogeneizador TUREX T25basic marca IKA Labortechnik a 9500 min^{-1} . Depois de preparadas, foram prontamente armazenadas em embalagens PET de 600 mL, lacradas e acondicionadas em temperatura de refrigeração, sendo somente abertas no momento da análise sensorial. O tempo de armazenamento refrigerado foi de 24 horas.

O fluxograma de processamento do néctar misto pode ser visualizado na Figura 4.2.

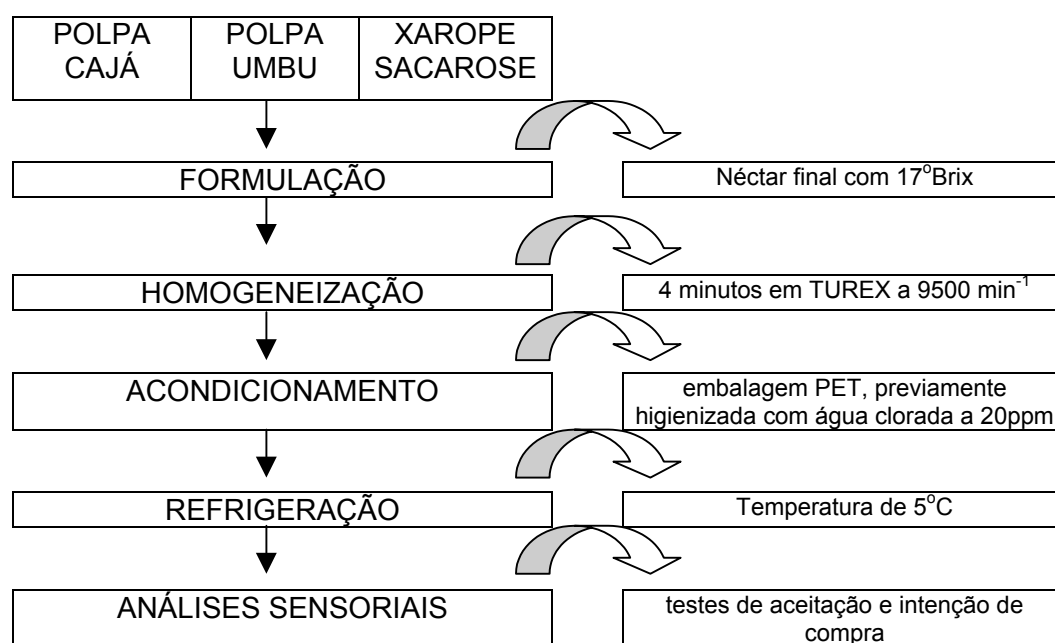


Figura 4.2. Fluxograma do processamento para obtenção do néctar misto.

Em duas sessões, quarenta e oito provadores realizaram o teste de aceitação com escala não estruturada de 9cm, demonstrando o quanto gostaram ou desgostaram das amostras em termos globais (STONE e SIDEL, 1985) e intenção de compra.

A ficha sensorial aplicada pode ser visualizada na Figura 4.3.

Nome: _____	Idade: _____
E-mail e telefone: _____	Data: ____/____/2003

AMOSTRA NÚMERO _____

Você está recebendo uma amostra codificada de um NÉCTAR MISTO DE UMBU e CAJÁ. Por favor, avalie a amostra em TERMOS GLOBAIS e na escala abaixo, indique o quanto você gostou ou desgostou da mesma.

|
 Desgostei muitíssimo

|
 Gostei muitíssimo

Comentários: _____

Com base na sua opinião sobre esta amostra, indique na escala abaixo sua atitude caso você encontrasse esta amostra à venda. Se eu encontrasse este NÉCTAR MISTO DE UMBU e CAJÁ à venda eu:

☐ certamente compraria
☐ possivelmente compraria
☐ talvez comprasse/talvez não comprasse
☐ possivelmente não compraria
☐ certamente não compraria

Comentários: _____

OBRIGADA!

Figura 4.3. Ficha sensorial aplicada na avaliação das formulações do néctar misto de cajá e umbu.

Os resultados da aceitação foram analisados utilizando-se o software SAS[®] versão 8.0 (SAS, 1999) e, no caso da intenção de compra, utilizou-se o software *Statistica* versão 5.0 (STATISTICA, 1995) para cálculo de frequência das notas. Os resultados foram expressos em histogramas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. EXTRAÇÃO DA POLPA DOS FRUTOS

Os dados referentes ao rendimento da extração realizada para obtenção da polpa de umbu e de cajá são apresentados na Tabela 4.2.

Tabela 4.2. Dados de rendimento na obtenção da polpa de cajá e de umbu.

	Umbu	Cajá
Rendimento em polpa (%)	28,99%	27,91%

As extrações foram realizadas com o intuito de obter matéria-prima para os testes preliminares e análise sensorial final do néctar a ser formulado. Apesar dos valores apresentados sugerirem um rendimento baixo para o cajá, o mesmo pode ser considerado bom, pois o fruto tem sementes grandes, em média 51,76% de sua composição. Já, para polpa de umbu, apesar das sementes constituem somente 16,10% da composição, a casca apresenta em média 30,28% da mesma e não se adere a polpa, sendo completamente separada. Assim, o rendimento pôde ser considerado regular.

Realizou-se uma avaliação físico-química nas polpas obtidas, cujos valores obtidos são apresentados na Tabela 4.3.

Tabela 4.3. Avaliação físico-química das polpas obtidas.

	Acidez titulável (%)	pH	°Brix a 20°C
Umbu	1,41	2,67	8,20
Cajá	1,18	2,75	7,50

Os resultados físico-químicos encontrados estão dentro da faixa esperada e de acordo com a literatura consultada (BARBOSA et al., 1981; BORA et al., 1991; DA SILVA et al., 1999; BISPO, 1989; NARAIN et al., 1992; POLICARPO et al., 2002).

O P.I.Q da polpa de cajá ficou abaixo do estipulado pela legislação vigente, que indica um valor mínimo de 9ºBrix para este tipo de produto (BRASIL, 1999).

Realizou-se uma avaliação microbiológica nas polpas obtidas com o intuito de verificar se as mesmas estariam aptas para serem consumidas pelos provadores nas análises sensoriais. Os resultados estão apresentados na Tabela 4.4.

Tabela 4.4. Avaliação microbiológica nas polpas de cajá e umbu.

	Coliformes totais	Bolores e leveduras	Bactérias mesófilas
Umbu	<3 NMP/g	2×10^2 UFC/g	13.9×10^2 UFC/g
Cajá	<3 NMP/g	2.5×10^2 UFC/g	10.3×10^2 UFC/g

Os padrões de identidade e de qualidade adotados como referência são aqueles estabelecidos pelo Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento, em Instrução Normativa nº01, de 07 de janeiro de 2000, para polpas de frutas. Estes padrões estabelecem como valores máximos para bolores e leveduras (polpa *in natura* congelada ou não) 5×10^3 UFC/g e 10 NMP/g para coliformes fecais.

A legislação não fornece valores máximos para Contagem Total de Bactérias sejam elas mesófilas, termófilas ou psicrótróficas, somente estipula o limite para bactérias do grupo Coliformes, conforme indicado acima. Mesmo assim, a sua quantificação é um dado interessante, pois caracteriza as condições do processamento realizado. Apesar da legislação não fornecer um limite para esse tipo de análise, existe um conceito teórico que indica um valor limite de 10^6 UFC/g como o máximo de contaminação, assim as duas polpas analisadas estavam dentro de limites aceitáveis.

A determinação do grupo coliforme mostrou resultados satisfatórios, indicando assim bom estado higiênico-sanitário das polpas.

Os resultados microbiológicos obtidos nas análises de bolores e leveduras se apresentaram abaixo dos padrões máximos permitidos pela legislação em vigor e, portanto, as polpas estavam aptas para o consumo humano (BRASIL, 2000).

Os valores apresentados indicaram que as etapas de pré-processamento (seleção das frutas, lavagens das mesmas e dos equipamentos e utensílios, dosagem de cloro aplicada) foram bem conduzidas em relação às condições higiênico-sanitárias, estando assim as amostras aptas para a realização da análise sensorial.

3.2 DESENVOLVIMENTO DA FORMULAÇÃO DO NÉCTAR MISTO

3.2.1 Análise sensorial preliminar

Em um primeiro teste, os provadores indicaram o quanto gostaram ou desgostaram das formulações de cada fruto individualmente utilizando uma escala não estruturada de 9cm. Os resultados foram determinados e os valores numéricos obtidos (notas) foram submetidos a uma análise estatística. Realizou-se o teste de média de Tukey a $p \leq 0,05$ com auxílio do software SAS® (SAS, 1999). A Tabela 4.5 mostra os resultados obtidos, referindo-se à impressão global das formulações.

Tabela 4.5. Médias das notas obtidas para o teste de aceitação dos néctares em diferentes concentrações finais de açúcares.

°Brix	Cajá	Umbu
14	6,4677 ^a	6,5067 ^a
16	6,6026 ^a	6,7433 ^a
18	6,3777 ^a	7,0733 ^a

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$)

De acordo com os dados apresentados na Tabela 4.5, o teste de Tukey não indicou diferença significativa para nenhum dos néctares. Considerou-se, então, a maior média, ou seja, 16°Brix para o cajá e 18°Brix para o umbu.

Paralelamente ao teste de aceitação, aplicou-se o teste “Escala do Ideal”, onde o provador avaliou se a característica sensorial, grau de doçura, encontrava-se mais ou menos intensa que o ideal em cada formulação. Os resultados obtidos para o néctar de cajá são apresentados no histograma da Figura 4.4.

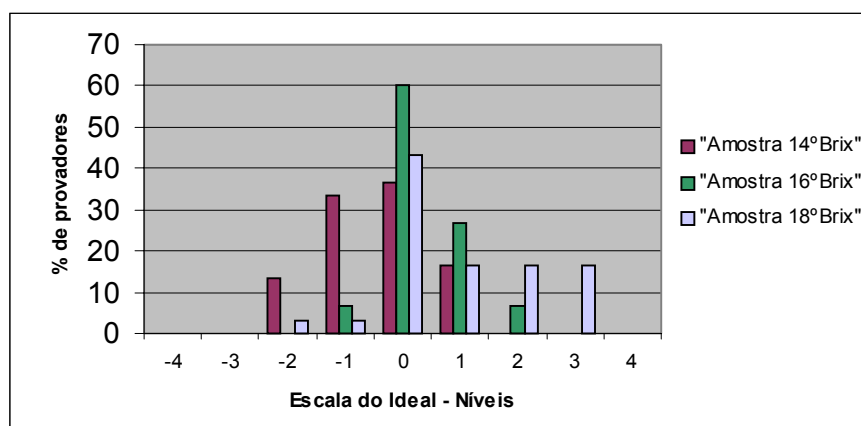


Figura 4.4. Escala do Ideal: avaliação do grau de doçura para néctar de cajá.

Nota-se através do histograma que a maioria dos provadores (60%) preferiram a amostra de néctar a 16° Brix, ratificando assim a escolha desse teor de sólidos solúveis para o cajá.

A Figura 4.5 apresenta os resultados do mesmo teste aplicado para o néctar de umbu.

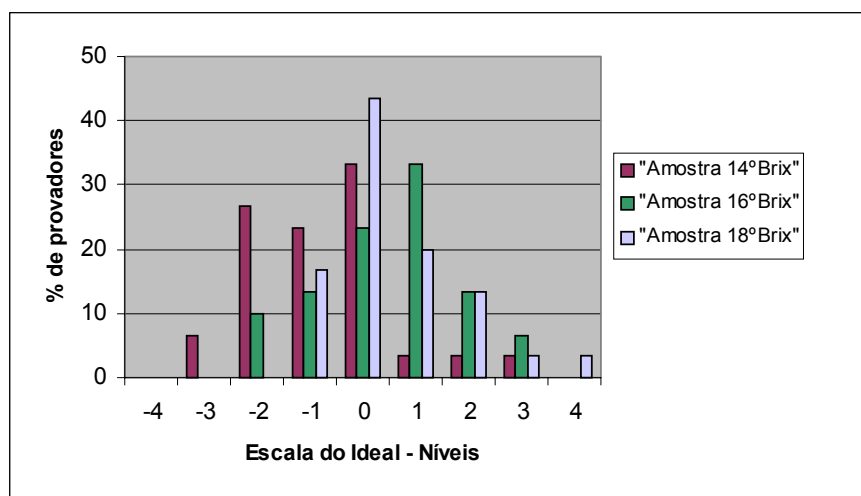


Figura 4.5. Escala do Ideal: avaliação do grau de doçura para néctar de umbu.

O teste mostrou que 43,33% dos provadores indicaram que a amostra de 18°Brix foi a que mais correspondeu ao ideal de doçura na formulação do néctar de umbu. O resultado era, de certa forma, esperado, pois a polpa de umbu apresentou um pH bastante ácido (2,67), assim o padrão mais doce prevaleceu ao paladar do provador no caso desse néctar. Nota-se que o teste de Escala do Ideal ratifica os resultados obtidos no teste de aceitação anteriormente aplicado.

Como o produto misto a ser formulado exigia um teor de sólidos solúveis fixo, para que somente as concentrações de polpa variassem, optou-se por trabalhar, então, com a média dos resultados obtidos, aplicando o valor de 17°Brix no delineamento experimental do néctar misto.

3.2.2 Análise sensorial aplicada para formulação do néctar misto

Para análise dos resultados, as notas de intenção de compra e aceitação quanto à impressão global dos 48 provadores foram submetidas a uma análise de variância com auxílio do software SAS (SAS, 1999). A Tabela 4.7 mostra os resultados obtidos.

Tabela 4.7. Médias* das notas submetidas ao teste de TUKEY a $p \leq 0,05$.

Formulações (umbu:cajá)	Aceitação	Intenção de Compra
f1 (25:25)	6,2666 ^b	3,9097 ^{a,b}
f2 (40:10)	5,8912 ^b	3,6666 ^b
f3 (20:30)	7,1218 ^a	4,3333 ^a
f4 (10:40)	6,2854 ^b	3,7292 ^b
f5 (30:20)	5,7729 ^b	3,6458 ^b

*Médias com mesma letra não são diferentes significativamente a $p \leq 0,05$.

Na Tabela 4.7, o teste de Tukey de Comparações Múltiplas (HSD) pode-se identificar onde existem diferenças significativas entre as médias das notas para as 5 formulações. Nota-se que, a formulação preferida entre os provadores foi a **f3**, com média de aceitação superior e diferença estatística em relação as demais no nível de significância testado. Para a intenção de compra, verifica-se que a formulação **f3** também apresentou maior média em relação as demais, sendo que a diferença só não foi significativa em relação a formulação f1, a Tukey $p \leq 0,05$.

Para melhor visualização da intenção de compra dos provadores, com o auxílio do software *Statística* (STATISTICA, 1995), calculou-se a frequência das notas e construiu-se histogramas (Figura 4.6) que evidenciam os resultados obtidos na análise estatística.

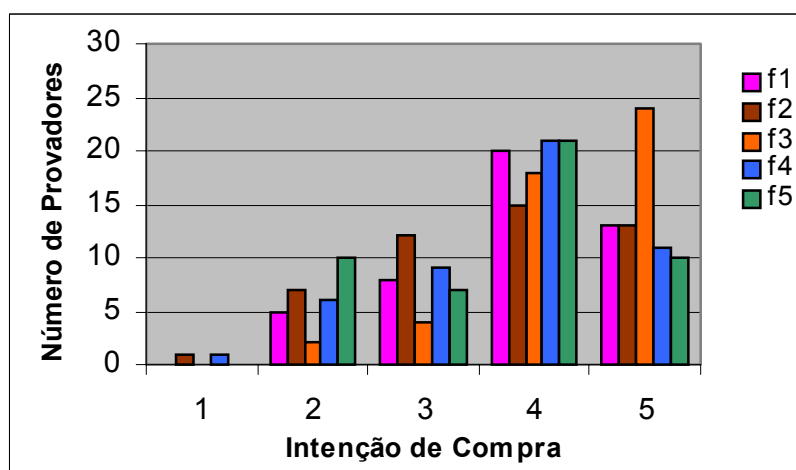


Figura 4.6. Intenção de compra das formulações: níveis de intenção *versus* número de provedores.

Como pode-se observar, o nível de rejeição do produto foi baixo, sendo que apenas 2 (dois) provedores citaram que *certamente não comprariam* o néctar da formulação f2 e f4, curiosamente os extremos das formulações (40:10 e 10:40 de umbu:cajá, respectivamente).

Praticamente todas as formulações testadas tiveram a maioria dos provedores opinando com notas nos níveis 4 ou 5, ou seja, que vão de *possivelmente compraria* a *certamente compraria*, o que indica a boa aceitabilidade do produto.

Ainda, através do histograma da Figura 4.6, pode-se observar que a formulação f3 se destacou no nível de certeza dos provedores, com 24 provedores confirmando que, se esse tipo de produto estivesse à venda, certamente eles o comprariam.

Tais resultados vêm ratificar os anteriormente obtidos na análise de variância e teste de Tukey, concluindo-se assim que a formulação de 30% cajá e 20% umbu foi a escolhida nos testes sensoriais para o produto em questão.

Para esta formulação, a média obtida através da análise de 48 provadores indicou uma aceitação de 79,13% em relação à impressão global do produto e paralelamente, a intenção de compra indicou que 86,66% dos provadores certamente comprariam o produto, se ele estivesse a venda.

4. CONCLUSÕES

A análise sensorial do néctar de cajá indicou que as formulações com teores de sólidos solúveis finais de 14, 16 e 18°Brix não diferiram estatisticamente entre si a $p \leq 0,05$. Entretanto, a formulação com 16°Brix apresentou maior média de aceitação.

A análise sensorial do néctar de umbu também não indicou diferença significativa nas formulações testadas, porém, o Brix final de 18° demonstrou ter uma maior aceitação em função da média obtida.

O teste da “Escala do Ideal” para ambos os néctares confirmaram a preferência dos provadores pelas formulações de 16 e 18°Brix para cajá e umbu, respectivamente.

Seguindo a tendência do “mais doce”, formulou-se o néctar misto de cajá e umbu com o teor de sólidos solúveis final de 17°Brix.

Os testes de aceitação e intenção de compra indicaram que a melhor formulação para o néctar misto foi a que utilizou a proporção 30:20 (cajá:umbu), sendo esta a única que apresentou diferença significativa em relação as demais (TUKEY a $p \leq 0,05$).

Para a formulação escolhida, as médias obtidas indicaram uma aceitação em relação à impressão global do produto e uma intenção de compra de 79,13% e 86,66%, respectivamente.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BARBOSA, W.C.; NAZARÉ, R.F.R.; HASHIMOTO, K. Estudo bromatológico e tecnológico da graviola e do taperebá. Belém, EMBRAPA. **Boletim de pesquisa** nº 32.15p. 1981.

BISPO, E.S. **Estudos de produtos industrializáveis de Umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. 1989. 119p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1989.

BORA, P.S.; NARAIN, N.;HOLSCHUH,H.J.;VASCONCELOS, M.A.S. Changes in Physical and Chemical Composition during Maturation of Yellow Mombin (*Spondias mombin*) Fruits. **Food Chemistry**. v.41, p.341-348, 1991.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Resolução Normativa nº12 de 10/09/1999. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria de Vigilância Sanitária, 13 de setembro de 1999, Seção I.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº01 de 07/01/2000. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria de Vigilância Sanitária, n.6, 10 de janeiro de 2000, Seção I, p.18166.

CÁCERES, M.C. **Estudo do processamento e avaliação da estabilidade do “blend” misto a base de polpa de tamarindo e suco de beterraba**. 2003. 107p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

DA SILVA, A.P.V.da; MAIA, G.A.;OLIVEIRA, G.S.F.;FIGUEIREDO, R.W.; BRASIL, I.M. Estudo da produção do suco clarificado de cajá (*Spondias lutea* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p.33-36, jan/apr., 1999.

FORBES BRASIL. **Bebidas.** Clipping 2004. Disponível em: <http://www.abmn.com.br/servicos/clip2004.aps?ClippingSeccaoTitulo=B>>. Acesso em: 18 dez. 2004.

FREITAS, D.G.C. **Efeito da adição de pectina e frutooligossacarídeo como ingredientes funcionais no suco misto de cenoura e laranja.** 2000. 108p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

HORVATH, S. **Opção pelo saudável: consumidor troca gaseificados por sucos prontos para beber.** Revista Forbes Brasil on line. Disponível em <<http://forbesonline.com.br/edicoes/105/artigo5306-1.asp?o=s>>. Acesso em 02 mar. 2005.

JAGTIANI, J.;CHAN, H.T.;SAKAI, W.S. Guaava. **Tropical Fruit Processing.** New York: Academic Press, p.27, 1988.

KOON, A.E. **Processamento e caracterização de néctar misto de frutas e hortaliças (beterraba, cenoura, carambola e morango).** 2000. 107p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

LIMA, L.F.N.do.; ARAÚJO, J.E.V.; ESPÍNDOLA, A.C.M.de. **Umbu (Spondias tuberosa Arr. Câm.).** Jaboticabal: Funep, 2000. 29p.

MATSUURA, F.C.A.U.;ROLIM, R.B. Avaliação da adição de suco de acerola em suco de abacaxi visando aa produção de um “blend” com alto teor de vitamina C. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, n.1, v.24, apr., 2002.

MOSTAFA, G. A.; ABD-EL-HADY, E. A.; ASKAR, A. Preparation of papaya and mango nectar blends. **Fruit Processing**, Chicago, v.7, n.5, p. 180-185, 1997.

NARAIN, N.; BORA, P.S.;HOLSCHUH,H.J.;VASCONCELOS, M.A.S. Variation in physical and chemical composition during maturation of umbu (*Spondias tuberosa*) fruits. **Food Chemistry**. v.44, p.255-259, 1992.

POLICARPO, V.M.N; RESENDE, J.M.; ENDO, E.; BORGES, S.; CAVALCANTI, N.B.; OLIVEIRA,V.M. Caracterização físico-química da polpa de umbu em diferentes estádios de maturação. In: XVIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. Porto Alegre: 2002. **(cd-rom)**

QUEIROZ, M.B. de; NASCIMENTO, C.E. de S.; SILVA, C.M.M. de.; LIMA, J.L. Fruteiras nativas do semi-árido do Nordeste brasileiro: algumas reflexões sobre os recursos genéticos. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE RECURSOS GENÉTICOS DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1., 1992, Cruz das Almas. **Anais**. Cruz das Almas: Embrapa-CNPMF, 1993.p.87-92.

QUINTEROS, E.T.T. **Processamento e estabilidade de néctares de acerola-cenoura**. 1995. 96p. Dissertação (Mestre em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

RESENDE, J.M.; ANJOS,J.B.;REIS,C.S.; CAVALCANTI, N.B.; FLORI, J.E.; SAGGIN JR, O.J. Extração do suco de umbu (*Spondias Tuberosa* A.C.) por saturação de vapor: caracterização química do suco e do resíduo. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, v.3. 2000. **Livro de Resumos**. Fortaleza: 2000. p.9.5.

SACRAMENTO,C.K.; SOUZA, F.X.de. **Cajá (*Spondias mombin* L.)**. Jaboticabal: Funep, 2000. 42p. (Série Frutas Nativas, 4).

SALOMON, E. A. G.; KATO, K; MARTIN, Z. J. de; SILVA, S. D. da; MORI, E. E. M. Estudo das composições (*blending*) do néctar de mamão-maracujá. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, n.51, p. 165-179, 1977.

SAS *for Windows*, versão 8.0. **SAS® Institute Inc.**, SAS User guide. Carry: Statistical Analysis System Institute, 1999.

STATISTIC *for Windows*, versão 5.0. **Copyright® StatSoft, Inc.**, Tulsa, USA, 1995.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation practices. Florida: Academic Press, 1985. Cap. 7: Affective testing, p. 227-252.

UCHOA JUNIOR, P.P.M. **Produção de um “blend” de suco de abacaxi (*Ananas Comosus*) clarificado e carbonatado**. 2001. 96p. Tese (Doutor em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

**OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PASTEURIZAÇÃO DE UM NÉCTAR
MISTO DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr.
Câmara).**

RESUMO

Os sucos prontos para beber apresentam um grande crescimento no mercado a cada ano, o que impulsiona a indústria de alimentos na busca de novos sabores e estudos relacionados a sua conservação. A pasteurização é o processo térmico mais utilizado para a conservação desses produtos, visando obter uma vida útil satisfatória sem prejudicar de forma acentuada a qualidade sensorial do alimento. O cajá e umbu são dois frutos tropicais, de sabores exóticos e muito apreciados nas regiões Norte e Nordeste do país. Ambos possuem boas perspectivas para exploração econômica, pois já são bastante comercializados regionalmente e a aceitação de seus sabores faz com que se acredite num forte potencial para novos mercados. Um néctar misto foi, então, formulado e submetido a vários tratamentos térmicos através de um planejamento experimental fatorial 2^2 (NETO et al., 1996). Variou-se tempo e temperatura em níveis que foram de 83°C a 97°C por 39 a 81 segundos. Como respostas a este planejamento, realizaram-se análises microbiológicas (bactérias e leveduras, contagem total e coliformes totais), sensoriais (aceitação e intenção de compra) e enzimáticas (atividade de peroxidases). Os resultados indicaram que todos os ensaios foram efetivos com inibição da atividade enzimática e redução da flora microbiana. Colônias de bactérias foram encontradas somente nos tratamentos 83°C/60s, 85°C/45s, 85°C/75s, 90°C/39s, porém em números bastante reduzidos. Em termos sensoriais, os testes aplicados mostraram não haver diferença significativa na aceitação do produto em nenhum dos tratamentos. Entretanto, os modelos obtidos no planejamento foram válidos e as superfícies de resposta indicaram a melhor faixa de tratamento nas zonas de temperaturas menores e tempos centrais. Com isso, recomenda-se o uso do tratamento 90°C/60s como melhor opção de conservação para o néctar misto proposto.

Palavras-chave: pasteurização, planejamento experimental, néctar misto, cajá e umbu.

ABSTRACT

Ready to drink juices are showing a constantly expanding market, stimulating the food industry to search for new flavours and studies on their conservation. Pasteurisation is the most widely used heat process for the conservation of these products, aimed at obtaining a satisfactory shelf life without over-prejudicing the sensory quality. *Caja* and *umbu* are two tropical fruits with exotic flavours, highly appreciated in the North and Northeast of Brazil. Both possess considerable perspective for economic exploitation, since they are already widely commercialised on a regional basis and the great acceptance of their flavours leads to the belief in a strong potential for new markets. A mixed nectar was thus formulated and submitted to various heat treatments according to a 2² factorial experimental design (NETO et al., 1996). The time and temperature were varied in ranges from 83°C to 97°C for 39 to 81 seconds. The responses were microbiological (yeasts and moulds, standard count and total coliforms), sensory (acceptance and intent to buy) and enzymatic (peroxidase activity) analyses. The results indicated that all the trials were effective in inhibiting the enzymatic activity and reducing the microbial flora. Bacterial colonies were only found for the following treatments: 83°C/60sec., 85°C/45sec., 85°C/75sec. and 90°C/39sec., but the numbers were greatly reduced. In the sensory analyses, the tests applied showed no significant difference in product acceptance between any of the treatments. The models obtained in the design were valid and the response surfaces indicated the best heat treatment range in the zones of lower temperature and central times. Thus the use of 90°C/60sec. was recommended as the best option for the preservation of the proposed mixed nectar.

Keywords: pasteurisation, experimental design, mixed nectar, *caja* and *umbu*.

1. INTRODUÇÃO

Devido ao seu grande valor nutricional e enorme aceitação pelos consumidores, frutas e vegetais estão sempre no interesse de industriais e pesquisadores como matéria-prima para obtenção de produtos processados. A mais frequente razão para a perda de qualidade desses produtos é resultado da atividade de microrganismos que geralmente resulta em fermentação e/ou mudanças na acidez. Em adição, enzimas oriundas das próprias frutas podem causar efeitos desejáveis ou indesejáveis antes, durante ou depois do processamento de sucos de frutas (UMME et al., 1999).

A maioria dos sucos de frutas tem sua microflora limitada a bactérias tolerantes à acidez, leveduras e fungos, na faixa de pH de 3 a 3,5. Geralmente, usa-se para esses tipos de produtos, um tratamento HTST (High Temperature Short Time) que utiliza faixas de 85-95°C por 1 a 2 minutos (HE et al., 2005).

O primeiro propósito da pasteurização em alimentos está na eliminação de deteriorantes e patogênicos capazes de se desenvolver no produto final. No caso de alimentos de alta acidez, os microrganismos não sobrevivem ou não se desenvolvem e os deteriorantes do produto são as leveduras, os bolores, bactérias lácticas e acéticas, facilmente eliminadas por temperaturas na faixa de 60 a 90°C. Assim, com esse tratamento, o produto pode ser mantido em temperatura ambiente (caso de sucos de frutas) por apresentarem esterilidade comercial (SENAI/SEBRAE, 1999).

A pasteurização deve ser focada no intuito de manter ao máximo as características organolépticas e nutritivas do alimento. Geralmente, temperaturas muito altas de processo causam um impacto negativo na qualidade e no sabor (FARNWORTH et al., 2001).

A severidade da pasteurização e o resultado da vida de prateleira do produto são determinados pelo pH da fruta. Às vezes, enzimas naturais presentes nas frutas são mais resistentes que as células vegetativas de microrganismos. Nesses casos, o processo deve se apoiar na inativação enzimática (AUNG e ROSS, 1965; FELLOWS, 1988). As enzimas provocam escurecimento, perda de valor nutricional e afetam o sabor e aroma dos alimentos (MARSHALL et al., 2004).

A peroxidase tem-se mostrado a enzima mais termorresistente e sua inativação térmica constitui, em certas condições, um processo reversível. Sua atividade pode ser restituída total ou parcialmente durante o período de estocagem, a temperaturas baixas ou mesmo em condições ambientes (VÁMOS-VIGYÁZÓ, 1981).

Pereira (2003), em acompanhamento do processamento e armazenamento da polpa e do néctar de cajá em escala industrial, observou alterações de cor e mudanças deteriorativas no aroma original do fruto. Dentre as enzimas presentes, foram testadas as atividades enzimáticas da peroxidase e polifenoloxidase. Os estudos iniciais mostraram que a polpa apresentou alta atividade de peroxidase (58.560U/g) e baixa atividade de polifenoloxidase (92U/g). Esse mesmo autor indicou que a peroxidase presente é totalmente inativada a 90°C durante 2 minutos de tratamento térmico e não é regenerada quando estocada por 24 horas a 30°C ou 24 horas a 5°C.

Furtunato et al. (2001) determinaram a atividade enzimática de enzimas termoresistentes presentes em algumas frutas tropicais nordestinas, dentre as quais, o cajá. A atividade de peroxidase foi de 1263 U/mL.

A idéia de minimizar perdas de qualidade durante o processo térmico de alimentos não é novo e vários estudos de otimização desse processo estão disponíveis na literatura para uma série de produtos à base de frutas (SILVA e SILVA, 1997).

O cajá e umbu são frutos tropicais pertencentes ao gênero *Spondias* que podem ser largamente encontrados no Norte e Nordeste do Brasil. Os frutos têm polpa ácida (faixa de pH de 2,5 a 2,8) e sabor agradável, sendo muito apreciados no desenvolvimento de produtos, gerando maior agregação de valor e impulsionando a economia daquelas regiões.

Como a maioria das frutas, são ricas em vitaminas e minerais, além de possuírem em sua composição carotenóides e taninos, compostos que proporcionam um efeito adicional benéfico à saúde humana, por suas atividades antioxidantes.

Existem poucos plantios comerciais de cajá e umbu, tanto que as frutas não são contabilizadas pelos órgãos oficiais de estatística, como o IBGE. No entanto, é consumido em todo Norte e Nordeste e, ultimamente, vem sendo exportado para outras regiões do país, na forma de polpa. Assim, o mercado consumidor tem crescido muito e torna assegurado o investimento de produtos processados à base destes frutos (SILVA et al., 2002).

O mercado de sucos foi um dos poucos a crescer em 2004, driblando as dificuldades da economia brasileira. Grande parte desse saldo positivo se deve ao nicho de sucos prontos para beber, cuja demanda cresceu, em média 40% ao ano, nos últimos anos (REVISTA DISTRIBUIÇÃO, 2004).

Sucos de frutas nacionais, embalados em garrafa de vidro, de plástico ou ainda em cartonados, são populares nas famílias brasileiras e seu armazenamento é conveniente por não requerer refrigeração antes de sua utilização (SOARES et al., 2004).

Dessa forma, o presente trabalho buscou desenvolver um néctar misto, incrementando sabores e unindo as propriedades nutricionais e funcionais do cajá e do umbu, voltando o produto para um mercado também em expansão, onde a procura por produtos saudáveis tem sido cada vez maior. Esse néctar foi submetido a vários tratamentos de pasteurização, visando a conservação e também manutenção de sua qualidade sensorial.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 MATERIAL

2.1.1 Cajá e Umbu

Os frutos de cajá e umbu (safra 2003) foram adquiridos em feiras livres do Norte e Nordeste do país, sendo o cajá proveniente de Belém-PA e o umbu de Salvador-BA. Para ambos, o estágio de maturação (“de vez”) era adequado para o consumo ou processamento.

Devido às características morfológicas do cajá e do umbu, as polpas foram extraídas no extrator do tipo escovas (extração por abrasão), da marca BERTUZZI, dotado de peneira com diâmetro equivalente a 1mm de abertura de malha e capacidade de processo de 10kg de fruto/h, disponível na planta piloto do FRUTHOTEC/ITAL.

As amostras de polpa foram acondicionadas em sacos de polietileno (24cm x 34cm x 0,15mm), em porções de 1kg, para facilitar o manuseio. Realizou-se um congelamento rápido, com auxílio de um congelador de placas (marca FRIGOSTRELLA DO BRASIL, modelo P.M-5). O equipamento proporcionou uma temperatura de -30°C e o congelamento completo das polpas levou em média 3 horas.

As polpas foram mantidas a -18°C na câmara frigorífica da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP (DTA/FEA/UNICAMP), sendo descongeladas somente no momento de sua utilização.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Planejamento experimental

Para os testes de pasteurização, elaborou-se um néctar misto, seguindo a formulação: 30% de polpa de cajá, 20% de polpa de umbu e 50% de xarope de sacarose, proporcionando um néctar com teor de sólidos solúveis final de 17°Brix.

O néctar formulado foi submetido a uma pasteurização, onde o binômio temperatura (X_1) e tempo (X_2) foi otimizado através de um delineamento fatorial completo 2^2 (NETO et al., 1996), tendo como respostas: avaliação microbiológica (Y_1), enzimática (Y_2) e sensorial (Y_3).

As Tabelas 5.1 e 5.2 mostram o planejamento experimental adotado nos testes de conservação do produto.

Tabela 5.1. Níveis codificados e reais das variáveis independentes: temperatura (X_1) e tempo (X_2).

Variáveis Independentes	Níveis codificados e reais das variáveis independentes				
	$-\infty$	-1	0	+1	$+\infty$
X_1 (Temperatura em °C)	83	85	90	95	97
X_2 (Tempo em segundos)	39	45	60	75	81

O valor de ∞ foi calculado em função do número de variáveis independentes ($n=2$) através da equação $\infty=(2^n)^{1/4}$. As faixas de variação entre o limite inferior e o superior de cada variável independente foram estabelecidas de acordo com os dados mais comumente encontrados na literatura para sucos de frutas.

Tabela 5.2. Quadro de ensaios do planejamento fatorial completo 2^2 , contendo 3 pontos centrais e 4 axiais.

X_1 (Temperatura em ° C)		X_2 (Tempo em segundos)	
(-1)	85	(-1)	45
(+1)	95	(-1)	45
(-1)	85	(+1)	75
(+1)	95	(+1)	75
(0)	90	(0)	60
(0)	90	(0)	60
(0)	90	(0)	60
(-1,41)	83	(0)	60
(+1,41)	97	(0)	60
(0)	90	(-1,41)	39
(0)	90	(+1,41)	81

Utilizou-se um sistema de pasteurização contínuo de pequena escala (Figura 5.1), montado com serpentinas de aço inoxidável de 6 metros de comprimento com 0,45mm de diâmetro (AISI 314), mangueiras plásticas de grau alimentício, banho de pré-aquecimento (BUCHI WATERBATH B-480), banho de retenção (FANEM) com controle de temperatura constante, banho de resfriamento (TECNAL TE-184) e bomba peristáltica com controle de velocidade de fluxo

(COLE-PARMER INSTRUMENT CO). O sistema foi idealizado pelo pesquisador Dr. Alfredo Vitali (ITAL-Campinas), em comunicação pessoal.

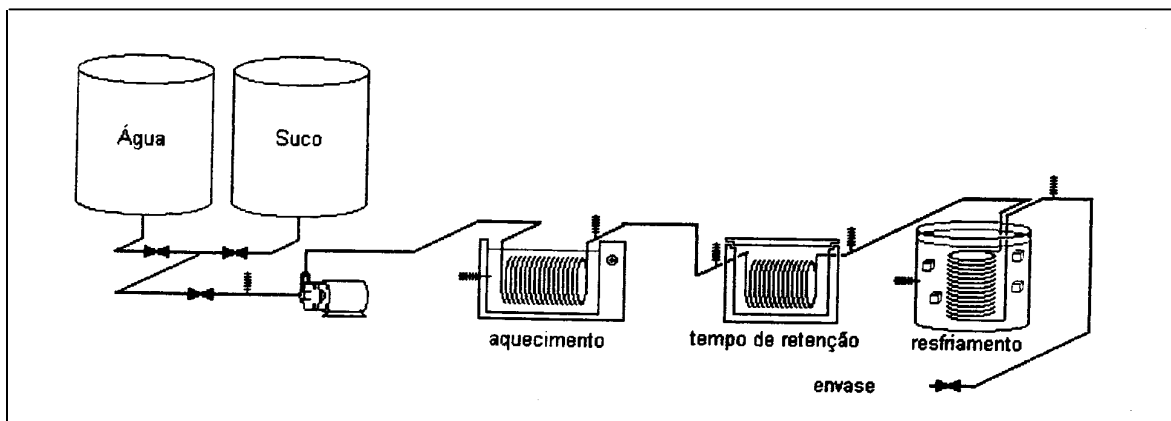


Figura 5.1. Esquema do sistema de pasteurização utilizado.

Em resumo, o funcionamento do sistema se dá pela passagem do néctar pela bomba peristáltica, que o impulsiona por todo o sistema, de acordo com a velocidade aplicada. O néctar passa pela primeira serpentina dentro de um banho com temperatura de 2 a 3°C abaixo da desejada. Assim, o produto é pré-aquecido e caminha até uma segunda serpentina (de retenção), que é mantida dentro de um banho com a temperatura exata de pasteurização. O tempo que o produto leva para percorrer a serpentina é garantido através do controle da velocidade. Assim, tem-se o binômio de pasteurização desejado. Finalmente, o néctar passa por uma seção de resfriamento (terceira serpentina dentro de um banho de resfriamento mantido a -5°C), sendo em seguida envasado.

Vários ensaios preliminares foram realizados para garantir o perfeito funcionamento do sistema, levando-se em consideração a viscosidade do néctar, comprimentos das serpentinas e fluxo alcançado através da bomba. Fez-se o controle de temperatura em todos os pontos do sistema, para verificação da eficiência do processo.

As amostras foram envasadas em garrafas PET, previamente higienizadas com 20 ppm de cloro livre, sendo mantidas sob refrigeração ($\pm 6^{\circ}\text{C}$) até o momento das análises propostas no planejamento. Envasou-se, também, amostras do néctar não pasteurizado, que serviu como ponto de comparação em relação aos tratamentos aplicados. O envase dos néctares foi realizado em ambiente de laboratório, logo após a saída da seção de resfriamento, no sistema de pasteurização proposto.

2.2.2 Avaliação do planejamento experimental

Todas as respostas do planejamento experimental foram analisadas de acordo com Neto et al. (1996) com o auxílio do software *Statistica*® versão 5.0 (STATISTICA, 1995).

- Avaliação microbiológica (Y_1)

Os onze ensaios e a amostra não pasteurizada foram submetidos a análises de bolores de leveduras, contagem total e coliformes totais, segundo Vanderzant e Splittstoesser (1992).

- Avaliação enzimática (Y_2)

A atividade de peroxidases seguiu a metodologia proposta por Santos (2001). Para extração, utilizou-se soluções de tampão fosfato nas concentrações de 0,05M e 0,2M a pH 6,0 e 8,0, respectivamente. Na quantificação, utilizou-se H_2O_2 30% e Guaiacol a 1% para realizar a reação das amostras. Fez-se leitura em espectrofotômetro a 470nm, sendo o aumento da absorbância monitorado por 5 minutos. A atividade enzimática foi calculada em unidades, onde 1 unidade representa a quantidade de enzima que proporciona um aumento de absorbância em 0,001 unidade por minuto no comprimento de onda adotado.

- Avaliação sensorial (Y₃)

Em duas sessões (Tabela 5.3), quarenta e seis provadores realizaram um teste de aceitação (STONE e SIDEL, 1985) com escala não estruturada de 9cm, demonstrando o quanto gostaram ou desgostaram das amostras em relação à impressão global e intenção de compra.

Tabela 5.3. Divisão das amostras* em sessões.

Amostras			
1ª sessão	85°C/45s	90°C/60s	não pasteurizado
	95°C/75s	90°C/81s	90°C/60s
2ª sessão	85°C/75s	95°C/45s	90°C/60s
	83°C/60s	90°C/39s	97°C/ 60s

*As amostras foram codificadas com números de três dígitos, escolhidos ao acaso. A ordem de apresentação ao provador foi balanceada.

A ficha sensorial aplicada pode ser visualizada na Figura 5.2.

Nome: _____ Idade: _____
 E-mail e telefone: _____ Data: ____/____/2003

AMOSTRA NÚMERO _____

Você está recebendo uma amostra codificada de um NÉCTAR MISTO DE UMBU e CAJÁ. Por favor, avalie a amostra em TERMOS GLOBAIS e na escala abaixo, indique o quanto você gostou ou desgostou da mesma.

Desgostei muitíssimo

Gostei muitíssimo

Comentários: _____

Com base na sua opinião sobre esta amostra, indique na escala abaixo sua atitude caso você encontrasse esta amostra à venda. Se eu encontrasse este NÉCTAR MISTO DE UMBU e CAJÁ à venda eu:

☐ certamente compraria
☐ possivelmente compraria
☐ talvez comprasse/talvez não comprasse
☐ possivelmente não compraria
☐ certamente não compraria

Comentários: _____

OBRIGADA!

Figura 5.2. Ficha sensorial aplicada no estudo da aceitação do néctar misto submetido aos diversos tratamentos térmicos.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 OTIMIZAÇÃO DAS CONDIÇÕES DE PASTEURIZAÇÃO

A formulação desenvolvida foi aplicada a diferentes tratamentos de pasteurização, seguindo um planejamento experimental. A Tabela 5.4 mostra a matriz deste planejamento com as respostas obtidas.

Tabela 5.4. Matriz do planejamento 2^2 , contendo 3 pontos centrais e 4 axiais.

X_1		X_2		Microbiologia			Sensorial*		Atividade enzimática
Temperatura em ° C		Tempo em seg		Contagem Total	Bolores e Leveduras	Coliformes totais	Aceitação Notas	Intenção Compra	peroxidase
(-1)	85	(-1)	45	110UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,6326	4	0 U/g
(+1)	95	(-1)	45	<10UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,0783	3,6739	0 U/g
(-1)	85	(+1)	75	35 UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,6533	4,0217	0 U/g
(+1)	95	(+1)	75	<10UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,4761	3,8043	0 U/g
(0)	90	(0)	60	<10UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,2696	3,7826	0 U/g
(0)	90	(0)	60	<10UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,6446	3,913	0 U/g
(0)	90	(0)	60	<10UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,6902	4,0435	0 U/g
(-1,41)	83	(0)	60	130 UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,6902	4,0435	0 U/g
(+1,41)	97	(0)	60	<10UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,163	3,6739	0 U/g
(0)	90	(-1,41)	39	15 UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,1859	3,5869	0 U/g
(0)	90	(+1,41)	81	<10UFC/g est.	<10UFC/g est.	<3NMP/g	6,2043	3,7826	0 U/g

* valores médios de 46 provadores

Analisando as respostas obtidas, reformulou-se o planejamento experimental em função do que realmente apresentou alguma variação na faixa de temperatura e tempo estudados.

- Avaliação microbiológica (Y₁)

Através da Tabela 5.4, nota-se que as análises de bolores e leveduras e coliformes totais não apresentaram resultados expressivos, o que foi bastante positivo, indicando assim que para todas as temperaturas e tempos testados, o processo de pasteurização se mostrou efetivo. Apesar dos baixos valores obtidos na contagem total, resolveu-se manter essa resposta no planejamento, pois consegue-se visualizar alguma influência do binômio *temperatura* versus *tempo* na destruição das bactérias mesófilas incubadas.

Antes de se apresentar os resultados estatísticos do planejamento proposto, em nível de comparação, apresenta-se na Tabela 5.5, os resultados microbiológicos obtidos para o néctar sem o processo de pasteurização e a respectiva redução da carga microbiana em relação aos demais ensaios.

Tabela 5.5. Microbiologia do néctar não pasteurizado e redução da carga microbiana dos tratamentos.

Néctar	Carga microbiana		
	Contagem Total	Bolores e Leveduras	Coliformes Totais
Sem pasteurização	235 UFC/g est.	450 UFC/g	<3 NMP/g
Redução da carga microbiana (%)			
83°C/60seg	44,68	≈100	≈100
85°C/45seg	53,19	≈100	≈100
85°C/75seg	85,11	≈100	≈100
90°C/39seg	93,62	≈100	≈100
90°C/60seg	≈100	≈100	≈100
90°C/60seg	≈100	≈100	≈100
90°C/60seg	≈100	≈100	≈100
90°C/81seg	≈100	≈100	≈100
95°C/45seg	≈100	≈100	≈100
95°C/75seg	≈100	≈100	≈100
97°C/60seg	≈100	≈100	≈100

Pode-se perceber que a redução da carga microbiana vai decrescendo à medida que a temperatura vai aumentando. A partir do tratamento à 90°C por 60 segundos, praticamente não se detectou nenhuma atividade microbológica no néctar. Expressou-se a redução em $\approx 100\%$, pois a metodologia empregada não permite expressar um resultado sem crescimento como *ausente*.

Realizou-se a análise estatística da matriz do planejamento com os resultados obtidos nas análises de contagem total (Tabela 5.4) pelo software *Statistica* versão 5.0 (STATISTICA, 1995). Os resultados são apresentados abaixo na Tabela 5.6. Convém ressaltar que para efetuar os cálculos no programa considerou-se os valores <10 UFC/g como sendo 0 (zero) UFC/g.

Tabela 5.6. Coeficientes de regressão calculados para a variável CONTAGEM TOTAL.

	Coeficiente de regressão	Erro Padrão	t(5)	p$\leq$0,05
Média	3,529258	4,303519	0,8201	0,443518
Temperatura (L)	-41,1061	3,709061	-11,0826	0,000104
Temperatura (Q)	31,3976	4,414702	7,361867	0,000726
tempo (L)	-12,0267	3,709061	-3,24253	0,022885
tempo (Q)	3,7499	4,414702	0,849411	0,434427
Temperatura x tempo	18,7500	5,24538	3,574574	0,015966

Os valores destacados são significativos a um intervalo de confiança de 95%. A partir das variáveis significativas, efetuou-se uma análise de variância (ANOVA) que é apresentada na tabela abaixo.

Tabela 5.7. Análise de variância para a variável CONTAGEM TOTAL.

FONTE	SQ	GL	MQ	Fcalculado	Ftabelado	Fc/Ft
Regressão	22174,86	4	5543,71	52,82	4,53	11,66
Resíduos	629,68	6	104,95			
Falta de Ajuste	629,68	4	157,42			
Erro Puro	0	2				
Total	22804,55	10				
R²	0,9724					

Os valores obtidos para o R^2 e $F_{\text{tabelado}}_{(4;6;95)\text{regressão}}$ foram respectivamente 0,9724 e 4,53. O valor de R^2 indica que 97% da variabilidade na resposta pode ser explicada pelo modelo sendo esse valor satisfatório, sinalizando um modelo válido e útil para fins preditivos.

Via de regra a relação $MQ_{\text{regressão}}/MQ_{\text{resíduo}}$ ($F_{\text{calculado}}$) deve ser de pelo menos 3 a 4 vezes maior que o F_{tabelado} para que o modelo seja considerado válido. Neste caso, a relação para a regressão apresentou um valor de 11,66, podendo-se concluir que o ajuste do modelo foi muito bom, com desvios máximos calculados em 4%. A equação que descreve o modelo codificado é um polinômio de segunda ordem conforme apresentado abaixo:

$$Y = 3,53 - 41,10 \times T + 31,39 \times T^2 - 12,02 \times t + 18,75 \times T \times t$$

onde: Y = contagem total; T = temperatura; t = tempo.

Os gráficos de superfície de resposta e contorno são apresentados na Figura 5.3.

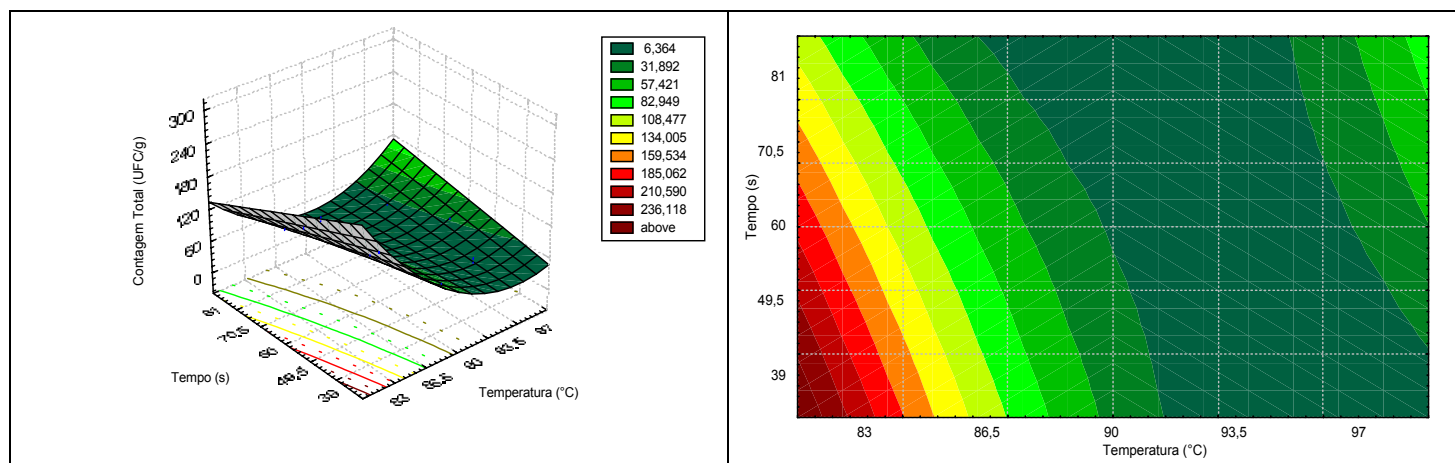


Figura 5.3. Gráficos de superfície de resposta e contorno para a variável CONTAGEM TOTAL.

Através dos gráficos acima, observa-se que a região mínima (em verde) seria a melhor faixa de respostas, pois se têm valores menores de contagem total de bactérias. Assim, observa-se que em temperaturas mais altas e tempos mais elevados, o processo atua com uma maior destruição dessa classe de microrganismos. Entretanto, é válido comentar que em baixos tempos e baixas temperaturas, há somente uma pequena faixa (em vermelho) que ainda proporciona a formação de colônias.

- Avaliação enzimática (Y_2)

Conforme observado na Tabela 5.4, todos os ensaios de pasteurização apresentaram uma atividade de peroxidase nula (zero Unidades/g por min), o que significa que qualquer faixa de temperatura e tempo testados no planejamento é eficiente do ponto de vista de inativação da enzima. Para efeito de comparação, o néctar sem tratamento térmico apresentou uma atividade enzimática de 14.031,12 U/g por min. Segundo Pereira e Sato (2001) a polpa de cajá apresenta uma alta atividade de peroxidase, 58.560 U/g por min. Entretanto, essa alta atividade tem relação direta com o pH e temperatura, estando o ótimo em pH=4,5 e T=35°C.

Furtunato e Magalhães (2001) também estudaram as enzimas da polpa de cajá e obtiveram o valor de 1262,86U/g para atividade de peroxidase, em pH de 3,2. Esse valor pode ser considerado baixo, quando comparado com a pesquisa de Pereira (2003), que encontrou uma atividade em torno de 88.700 U/g de polpa.

O néctar desenvolvido no presente trabalho apresentou um pH em torno de 2,41 e somente 30% da polpa de cajá, sendo o restante umbu, água e açúcar. Segundo Furtunato e Magalhães (2001), a polpa de umbu só apresenta atividade de pectinesterase. Tal composição explica o fato de um valor inferior ter sido encontrado para a atividade da enzima no néctar não pasteurizado, principalmente levando-se em conta o baixo pH do produto.

Com todos os resultados apresentados, conclui-se que a atividade enzimática não seria um fator expressivo no planejamento, pois em quaisquer dos tratamentos propostos há adequada inativação da peroxidase.

- Avaliação sensorial (Y₃)

Os resultados sensoriais são, sem dúvida nenhuma, um fator primordial na otimização de um tratamento térmico. Principalmente, em casos como o apresentado, onde praticamente todos os ensaios se mostraram eficientes em termos de conservação do produto (redução de carga microbiana e inativação de enzimas). Assim sendo, buscou-se as melhores faixas de temperatura e tempo nas quais os provadores indicaram sua preferência em relação a cada tratamento.

Teste de Aceitação - Impressão global

Avaliou-se a matriz do planejamento com as médias das notas obtidas no teste de aceitação (Tabela 5.4) utilizando-se o software *Statistica* versão 5.0 (STATISTICA, 1995). Os resultados são apresentados abaixo na Tabela 5.8.

Tabela 5.8. Coeficientes de regressão calculados para variável ACEITAÇÃO.

	Coeficiente de regressão	Erro Padrão	t(5)	p≤0,25
Média	6,534798	0,106569	61,31999	2,18E-08
Temperatura (L)	-0,18464	0,06526	-2,82922	0,036708
Temperatura (Q)	-0,01679	0,077676	-0,21618	0,837389
tempo (L)	0,055566	0,06526	0,85145	0,433395
tempo (Q)	-0,13254	0,077676	-1,70638	0,148649
Temperatura x tempo	0,094275	0,092291	1,021494	0,353875

Os valores destacados são significativos a um intervalo de confiança de 75%. Normalmente, utiliza-se 95%, porém como se trata de uma análise sensorial, a resposta dos provadores é muito subjetiva e com bastante variabilidade, dessa forma é mais prudente avaliar os dados através de um intervalo de confiança menor.

A partir das variáveis significativas, efetuou-se uma análise de variância (ANOVA) que é apresentada na Tabela 5.9.

Tabela 5.9. Análise de variância para a variável ACEITAÇÃO.

FONTE	SQ	GL	MQ	Fcalculado	Ftabelado	Fc/Ft
Regressão	0,37	2	0,19	6,43	1,66	3,87
Resíduos	0,23	8	0,03			
Falta de Ajuste	0,12	6	0,02	0,39	3,31	0,11
Erro Puro	0,11	2	0,05			
Total	0,60	10				
R²	0,6165					

Os valores obtidos para o R^2 , $F_{\text{tabelado}(2;8;75)}$ regressão e $F_{\text{tabelado}(6;2;75)}$ falta de ajuste foram respectivamente 0,6165, 1,66 e 3,31. O valor de R^2 indica que 62% da variabilidade na resposta é explicada pelo modelo, a princípio esse valor pode parecer baixo, mas em se tratando de uma análise sensorial pode ser considerado satisfatório.

A relação $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ para a regressão apresentou um valor de 3,87, podendo-se concluir que o ajuste do modelo é bom, podendo ser utilizado para fins preditivos. O valor de $F_{\text{calculado}}$ para a falta de ajuste foi menor que o F_{tabelado} para o mesmo, fornecendo uma baixa relação, o que é ideal na validação de um modelo. A equação apresentada abaixo, descreve o modelo codificado, cujo desvio máximo foi de 4%.

$$Y = 6,51 - 0,18 \times T - 0,13 \times t^2$$

onde: Y = aceitação sensorial; T = temperatura; t = tempo

Os gráficos de superfície de resposta e contorno são apresentados na Figura 5.4.

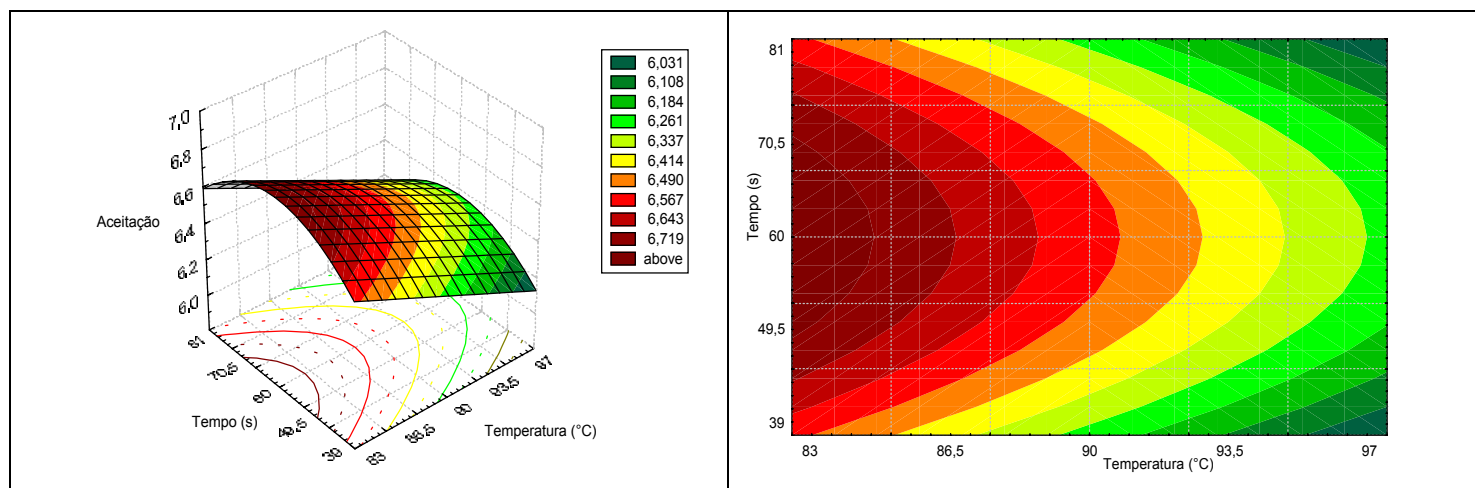


Figura 5.4. Gráficos de superfície de resposta e contorno para a variável ACEITAÇÃO.

Através do gráfico de superfície, observa-se que a medida em que a temperatura aplicada diminui, aumenta-se a aceitação do provador pelo néctar tratado termicamente. O tempo apesar de não ser uma variável significativa linearmente, apresenta um termo quadrático com essa característica, o que indica uma curvatura máxima na região dos pontos centrais. O gráfico de contorno permite observar melhor as faixas de variação, onde a temperatura tem um efeito negativo na aceitação do provador. Assim, a melhor faixa de trabalho ficou em temperaturas menores ao redor dos tempos centrais (faixa vermelha no gráfico apresentado).

Intenção de Compra

Analisou-se a matriz do planejamento com as médias das notas obtidas na intenção de compra (Tabela 5.4) no software *Statistica* versão 5.0 (STATISTICA, 1995). Os resultados são apresentados na Tabela 5.10.

Tabela 5.10. Coeficientes de regressão para variável INTENÇÃO DE COMPRA

	Coeficiente de regressão	Erro Padrão	t(5)	p≤0,25
Média	3,913032	0,061835	63,28213	1,87E-08
Temperatura (L)	-0,13327	0,037866	-3,51964	0,016926
Temperatura (Q)	-0,00135	0,04507	-0,03002	0,977215
tempo (L)	0,053608	0,037866	1,415724	0,21602
tempo (Q)	-0,08833	0,04507	-1,95983	0,107311
Temperatura x tempo	0,027175	0,05355	0,507466	0,633413

Os valores destacados são significativos a um intervalo de confiança de 75% e a partir das variáveis significativas, efetuou-se uma análise de variância (ANOVA) que é apresentada na Tabela 5.11.

Tabela 5.11. Análise de variância para a variável INTENÇÃO DE COMPRA.

FONTE	SQ	GL	MQ	Fcalculado	Ftabelado	Fc/Ft
Regressão	0,21	3	0,07	8,23	1,72	4,78
Resíduos	0,06	7	0,009			
Falta de Ajuste	0,03	5	0,005	0,31	3,28	0,09
Erro Puro	0,03	2	0,017			
Total	0,27	10				
R²	0,7792					

Os valores obtidos para o R^2 , $F_{\text{tabelado}}(3;7;75)$ regressão e $F_{\text{tabelado}}(5;2;75)$ falta de ajuste foram respectivamente 0,7792, 1,72 e 3,28. O valor de R^2 indica que 78% da variabilidade na resposta é explicada pelo modelo, sendo o valor satisfatório do ponto de vista sensorial. A relação de $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ para a regressão apresentou um valor de 4,78, podendo-se concluir que o modelo é válido para fins preditivos. A relação de $F_{\text{calculado}}/F_{\text{tabelado}}$ para a falta de ajuste foi baixa e o modelo apresentou um desvio máximo de 3,3%.

A equação que descreve o modelo codificado é apresentada abaixo:

$$Y = 3,91 - 0,13 \times T + 0,05 \times t - 0,087 \times t^2$$

onde: Y = intenção de compra; T = temperatura; t = tempo

Os gráficos de superfície de resposta e contorno são apresentados na Figura 5.5.

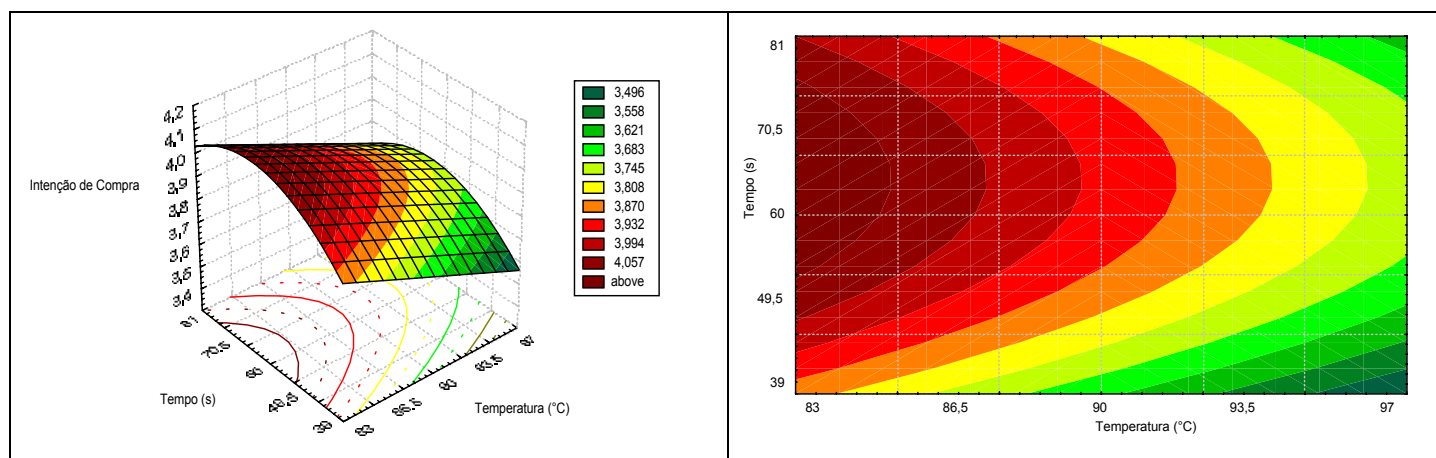


Figura 5.5. Gráficos de superfície de resposta e contorno para a variável INTENÇÃO DE COMPRA.

Da mesma forma que na variável ACEITAÇÃO, o gráfico de superfície mostra que a medida em que a temperatura aplicada diminui, aumenta a intenção de compra do provador pelo néctar tratado termicamente. O tempo, apesar de ter sido uma variável significativa tanto linear quanto quadrática, apresentou coeficientes muitos baixos quando comparado até mesmo ao obtido pela temperatura (ver equação do modelo proposto). O gráfico de contorno permite observar a melhor faixa de trabalho, sendo bastante similar à obtida para a variável ACEITAÇÃO (temperaturas menores ao redor dos tempos centrais).

3.2 AVALIAÇÃO GERAL DO ESTUDO DA PASTEURIZAÇÃO

Em todos os resultados obtidos no planejamento aplicado, percebe-se que a temperatura foi a variável que apresentou um efeito mais significativo em todas as respostas estudadas. Sem dúvida, o planejamento indicou como faixa de otimização, temperaturas menores com tempos relativamente centrais. Complementando o estudo, partiu-se para um teste de média (teste de Tukey a $p \leq 0,05$), para visualizar se há diferença significativa entre as amostras testadas. Acrescentou-se aos onze tratamentos testados, a amostra sem pasteurização. Os valores médios das notas são apresentados na Tabela 5.12.

Tabela 5.12. Médias das variáveis submetidas ao teste de Tukey a $p \leq 0,05$.

Tratamentos	Aceitação	Intenção de Compra
90°C/60s	6,27	3,78
85°C/75s	6,65	4,02
83°C/60s	6,69	4,04
95°C/45s	6,08	3,67
90°C/81s	6,20	3,78
97°C/60s	6,16	3,67
85°C/45s	6,63	4
90°C/60s	6,64	3,91
sem pasteurização	5,96	3,56
90°C/60s	6,69	4,04
90°C/39s	6,18	3,59
95°C/75s	6,48	3,80

Os valores foram tratados pelo software *Statistica* versão 5.0 (STATISTICA, 1995). Para a variável ACEITAÇÃO, a Figura 5.6 e 5.7 mostram o efeito dos tratamentos em relação às notas obtidas e as médias em função do erro padrão e desvios, respectivamente.

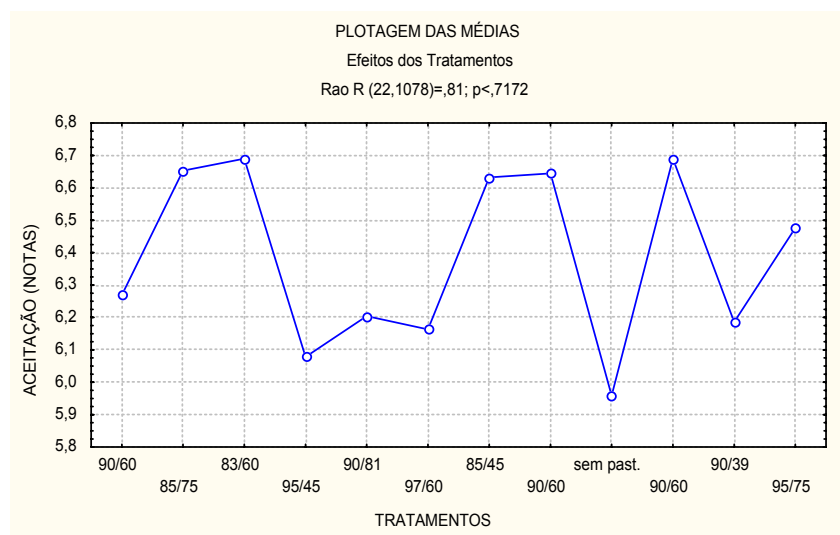


Figura 5.6. Efeito dos tratamentos na variação das notas.

Nota-se que o néctar sem pasteurização apresentou a menor aceitação, o que é um fato curioso, pois pode indicar que os provadores já se habituaram a um sabor de pasteurizado nos sucos de frutas industrializados. Pelo gráfico, as duas maiores médias foram dos tratamentos 83°C/60s e 90°/60s (em uma das triplicatas), porém todos esses valores quando submetidos ao teste de Tukey a $p \leq 0,05$ indicaram não haver diferença significativa em nenhum dos tratamentos. Isso pode ser melhor visualizado pela Figura 5.7.

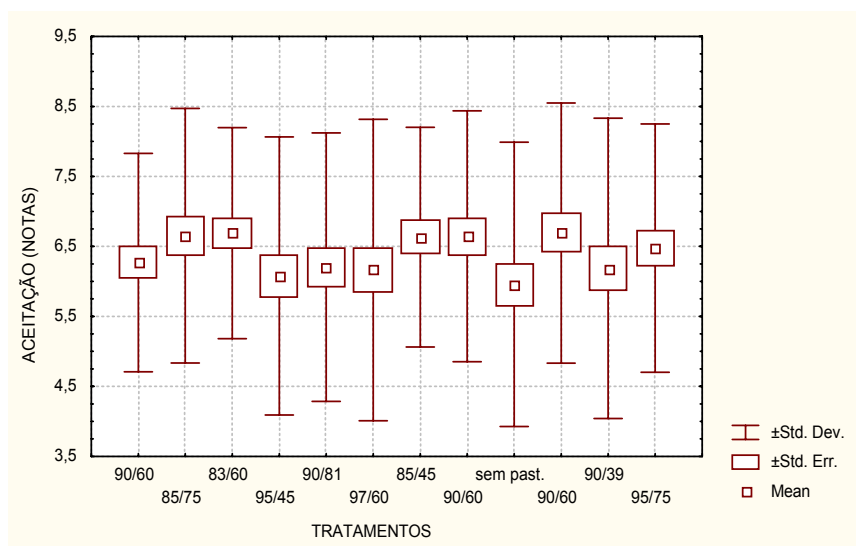


Figura 5.7. Médias, erro padrão e desvios relacionando as amostras por Tukey a $p \leq 0,05$.

Percebe-se que as médias são valores pontuais e que o erro padrão é baixo, entretanto, os desvios são altos, o que faz todas as amostras se encontrarem, caracterizando assim a não diferença significativa neste nível de confiança.

As Figuras 5.8 e 5.9 apresentam os resultados encontrados para a variável INTENÇÃO DE COMPRA e mostram o efeito dos tratamentos em relação as notas obtidas e as médias em função do erro padrão e desvios, respectivamente.

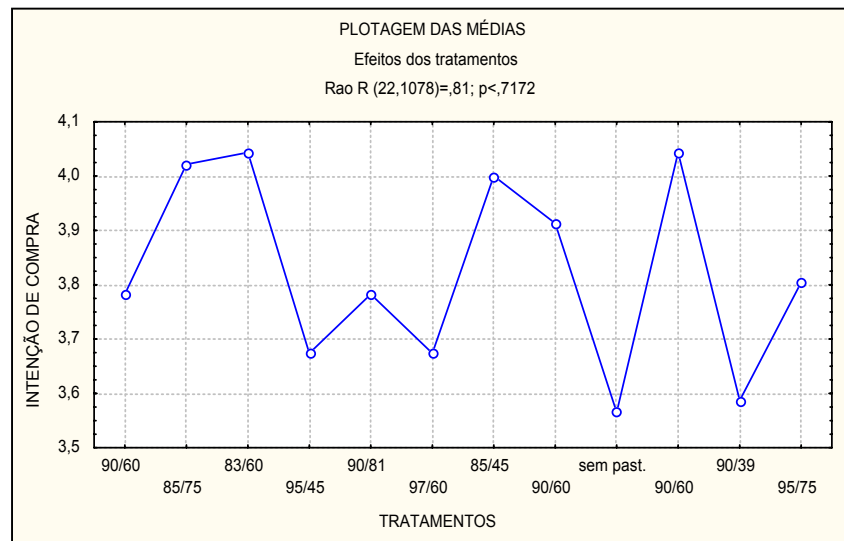


Figura 5.8. Efeito dos tratamentos na variação da intenção de compra.

Como era esperado, na Figura 5.8, observa-se o mesmo comportamento da variável ACEITAÇÃO, pois uma vez que o provador aceita mais um produto, ele tende a dizer que certamente o compraria.

Da mesma forma, os valores não foram significativos pelo teste de Tukey a $p \leq 0,05$. O gráfico que demonstra isso pode ser observado na Figura 5.9.

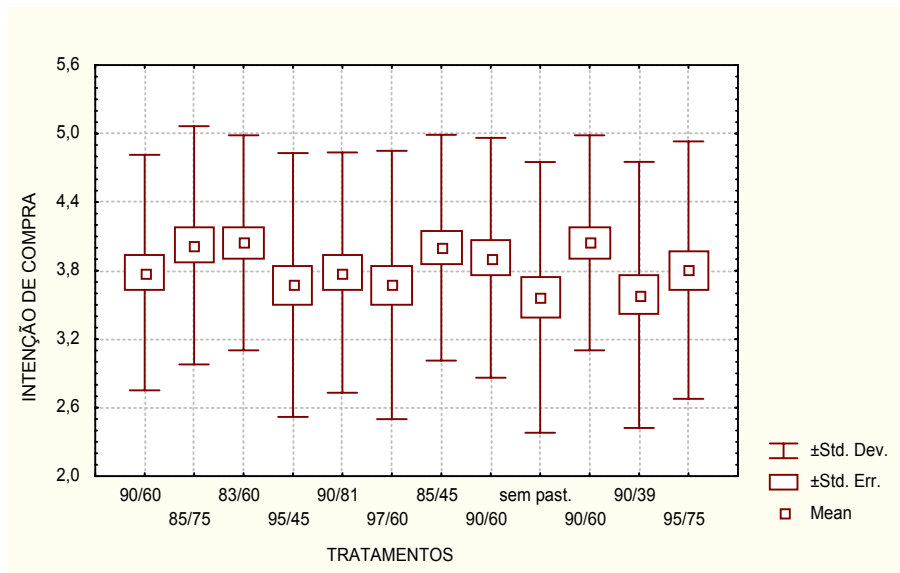


Figura 5.9. Médias, erro padrão e desvios relacionando as amostras por Tukey a $p \leq 0,05$.

Em resumo, os resultados observados para o tratamento térmico foram analisados pelo teste de Tukey e pelas superfícies de resposta e contorno geradas pelo planejamento. Observou-se que não há diferença significativa em nenhum dos tratamentos propostos.

4. CONCLUSÕES

O planejamento experimental proposto para otimização do tratamento térmico indicou que todos os ensaios foram efetivos, inibindo a atividade de peroxidase, destruindo a microbiota e alterando de forma não significativa a aceitação do produto. O teste estatístico de Tukey a $p \leq 0,05$ confirmou essa última característica.

Apesar dos tratamentos 83°C/60s e 85°C/45s apresentarem bons resultados, ainda observou-se a presença de bactérias mesófilas. Esses microrganismos, mesmo em pequena quantidade, poderiam proporcionar problemas durante a vida de prateleira do produto.

Os tratamentos que utilizaram tempo x temperatura no ponto central do planejamento apresentaram completa redução da microbiota e ausência de alterações significativas no sabor. Assim, fazendo-se uso de bom senso e da relação custo-benefício, recomenda-se o tratamento de 90°C/60s como opção de tratamento para o néctar misto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AUNG, T.; ROSS, E. Heat sensitivity of pectinesterase activity in papay puree and of catalase-like activity in passion fruit juice. **Journal of Food Science**. n.30, p.144-147.

FARNWORTH, E.R.; LAGACÉ, M.; COUTURE, R.; YAYLAYAN, V.; STEWART, B. Thermal processing, storage conditions, and the composition and physical properties of orange juice. **Food Research International**, Elsevier, v.34, p.25-30, 2001.

FELLOWS, P. **Food Processing Technology**. Ellis Horwood, Chichester, 1988.

FURTUNATO, A.A.; MAGALHÃES, M.M.; COSTA, J.M.C. DUARTE, W.K.C. Determinação da atividade enzimática de enzimas termoresistentes (pectinesterase e peroxidase) presentes em algumas frutas tropicais nordestinas. In: IV SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIENCIA DE ALIMENTOS, Campinas. **Livro de Resumos**, p.487, 2001.

HE, Q.; CHANGHONG, L.; KOJO, E.; TIAN, Z. Quality and safety assurance in the processing of aloe vera gel juice. **Food Control**, Elsevier, v.16, p.95-104, 2005.

MARSHALL, M.R.; KIM, J.; WEI, C.I. **Enzymatic browning in fruits, vegetables and seafoods**. Disponível em <<http://www.fao.org>>. Acesso em: 12 mar de 2004.

NETO, B.B; SCARMINIO, I.S.; BRUNS, R.E. **Planejamento e Otimização de Experimentos**. 2 ed. Campinas –SP: Editora da UNICAMP, 1996.

PEREIRA, A.M. **Purificação e caracterização da peroxidase do taperebá (*Spondias lútea* L.)**. 2003. 80p. Tese (Doutor em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

PEREIRA, A.M.; SATO, H.H. Características bioquímicas da peroxidase catiônica de taperebá (*Spondias lutea* L.). In: IV SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS. **Livro de Resumos**. Campinas, SP: 2001. p.84.

REVISTA DISTRIBUIÇÃO. **Sede de crescimento**: lançamentos de sucos agitam mercado e estimulam a concorrência para o verão. Disponível em: <http://www.revistadistribuicao.com.br/content.asp?page=230&id_edicao=39>. Acesso em: 08 fev. 2004.

SANTOS, E.R. **Caracterização bioquímica da peroxidase e da polifenoloxidase de açaí (*Euterpe oleracea*)**. 2001. 104p. Dissertação (Mestre em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2001.

SENAI/SEBRAE. **Elementos de apoio para o sistema APPCC**. Brasília, 1999.371p.

SILVA, F.V.M.; SILVA, C.L.M. Quality optimization of hot filled pasteurized fruit purees: container characteristics and filling temperatures. **Journal of Food Engineering**, Elsevier, v.32, p.351-364, 1997.

SILVA, M.; MATA, M.E.R.M.; DUARTE, M.E.M.; PEREIRA, J.P.; NASCIMENTO, J.P.T. Resfriamento e propriedades termofísicas do cajá (*Spondias lutea* L.). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.4, n.2, p.175-185, 2002.

SOARES, L.M.V.;SHISHIDO, K.;MORAES, A.M.M.; MOREIRA, V.A. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.24, n.2, p.202-206, abr./jun, 2004.

STATISTIC *for Windows*, versão 5.0. **Copyright**® StatSoft, Inc., Tulsa, USA, 1995.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Florida: Academic Press, 1985. Cap. 7: Affective testing, p. 227-252.

UMME, A.; SALMAH, Y.; JAMILAH,B.; ASBI,B.A. Microbial and enzymatic changes in natural soursop puree during storage. **Food Chemistry**, Elsevier, v.65, p.315-322, 1999.

VÁMOS-VIGYÁZÓ, L. Polyphenoloxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **CRC Criticals Reviews in Food Science and Nutrition**, v.15, p.49-127, 1981.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER,D.F. Compendium of Methods for the microbiological examination of food. 3^o ed. **American Public Health Association** (APHA). Washington, 1992.

ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE UM NÉCTAR MISTO DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) EM DIFERENTES CONDIÇÕES DE PASTEURIZAÇÃO

RESUMO

O néctar misto de cajá e umbu é um produto novo, desenvolvido com objetivo de unir as propriedades sensoriais de cada um dos frutos e potencializar a característica funcional da bebida, uma vez que os frutos são ricos em taninos e o cajá ainda possui em sua composição elevados teores de carotenóides. Esses compostos vêm sendo largamente estudados devido à ação antioxidante que podem proporcionar ao organismo humano. Assim, a bebida reuni boas características mercadológicas, uma vez que os frutos, por serem tropicais e exóticos, chamam a atenção para o “novo” e o apelo funcional faz com que se atinja um mercado em expansivo crescimento, com produtos que visam a melhoria de vida do consumidor. Doze provadores, pré-selecionados com o critério de habilidade de discriminação, foram treinados após o levantamento da terminologia descritiva. Após treinamento, onze provadores foram selecionados através de seu poder de discriminação, reprodutibilidade e concordância com a equipe no uso de escalas. Os termos descritivos gerados através do método de rede (Kelly’s Repertory Grid Method) foram: cor amarela mostarda, consistência visual, aroma de cajá, aroma de umbu, aroma doce, aroma ácido, sabor de cajá, sabor de umbu, gosto doce, gosto ácido, viscosidade e adstringência. Foram analisadas três amostras, sendo uma sem pasteurização e as demais com as condições de temperatura e tempo de 90°C/60s e 95°C/45s. Os resultados obtidos foram analisados através de análise de variância, teste de Tukey e Análise de Componentes Principais. A análise descritiva, ao caracterizar o perfil sensorial das amostras, mostrou não haver diferença significativa das amostras pasteurizadas em relação ao sem tratamento, em nenhum dos atributos avaliados. Paralelamente a ADQ[®], realizou-se análises químicas de taninos (AOAC, 1997) e carotenóides (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999). Os resultados indicaram como melhor opção de tratamento o binômio 90°C/60s, por apresentar as menores perdas nesses compostos. A análise de Componentes Principais dessa amostra indicou que o néctar é caracterizado intensamente por quase todos os atributos levantados.

Palavras-chave: néctar, cajá, umbu, análise descritiva, pasteurização.

ABSTRACT

Mixed *caja* and *umbu* nectar is a new product, developed with the objective of uniting the sensory properties of the two fruits, also emphasising the functional characteristics of the beverage, since the fruits are rich in tannins and *caja* also contains a high carotenoid content. These compounds are being widely studied due to their antioxidant properties, which provide benefit to the human organism. Thus this beverage has good marketing characteristics, since the fruits are tropical and exotic, calling attention to their "newness", plus the appeal of being functional, attracting the rapidly expanding market for products aimed at improving consumer health. Twelve panellists, pre-selected based on the criteria of their discriminative capacity, were trained after determining the descriptive terminology. After training, eleven panellists were selected due to their discriminative power, reproducibility and agreement amongst the team with respect to the use of the scales. The descriptive terms raised using Kelly's Repertory Grid method were: mustard yellow colour, visual consistency, *caja* aroma, *umbu* aroma, acid aroma, *caja* taste, *umbu* taste, sweet taste, acid taste, viscosity and astringency. Three samples were analysed, one without pasteurisation, one pasteurised at 90°C/60seg and the other at 95°C/45seg. The results obtained were analysed using the variance analysis, Tukey's test and the Principal Component Analysis. In characterising the sensory profile of the nectars, the descriptive analysis showed no significant difference between the pasteurised and non-pasteurised samples for any of the attributes evaluated. Chemical analyses for tannins (AOAC, 1997) and carotenoids (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999) were run in parallel to the QDA®. The results indicated the binomial 90°C/60Seg as being the best option for pasteurisation, due to lower losses of these components. The Principal Component Analysis of this sample showed that the nectar is characterised intensely by almost all the attributes raised.

Keywords: nectar, *caja*, *umbu*, descriptive analysis, pasteurisation.

1. INTRODUÇÃO

A análise descritiva é uma metodologia sensorial que fornece informações qualitativas e quantitativas de produtos, baseadas na percepção de um grupo de indivíduos qualificados, considerando-se todas as sensações que são percebidas - visuais, olfativas, gustativas, tácteis e auditivas. O termo “produto” é usado em amplo sentido, podendo tratar-se de um protótipo, um ingrediente ou mesmo um produto comercial (MEILGAARD, 1999; STONE e SIDEL, 1993).

Os resultados da análise descritiva fornecem uma descrição completa das similaridades e diferenças das propriedades sensoriais de um conjunto de produtos, bem como permite identificar quais são as características mais importantes e que dirigem a aceitação do produto pelo consumidor (MUNOZ et al., 1996).

Stone et al. (1974) desenvolveram a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ[®]), onde se utiliza uma equipe de provadores selecionados e treinados que identificam e quantificam os atributos sensoriais de um produto, ou de um conjunto de produtos.

Segundo Stone e Sidel (1993), as vantagens da ADQ[®] sobre outros métodos sensoriais de avaliação são o desenvolvimento de uma linguagem objetiva para levantamento dos atributos, a confiança no julgamento de 10 a 12 indivíduos treinados, uma maior concordância de julgamentos (avaliadas através do consenso da equipe) e a avaliação dos produtos em repetições que aumenta a significância estatística dos resultados.

O apoio de análises estatísticas é fundamental para o sucesso dos testes sensoriais, sejam eles afetivos ou descritivos, pois o grande problema está na variabilidade dos dados coletados. Assim, geralmente, faz-se uso de procedimentos como distribuição de freqüências, análise de variância univariada ou multivariada e técnicas multivariadas como a Análise de Componente Principal.

A Análise de Componente Principal (ACP) é uma técnica estatística muito utilizada em trabalhos de ADQ[®], pois permite uma análise global dos resultados obtidos. Os gráficos gerados pela combinação dos componentes principais permitem a visualização das relações entre os atributos e amostras. Geralmente, gráficos dos dois ou três primeiros componentes principais são suficientes para evidenciar as principais relações entre os atributos e separar as amostras de acordo com as suas similaridades e diferenças (MUÑOZ et al., 1996).

Outra forma bastante utilizada na representação dos resultados de uma ADQ[®] é o gráfico aranha (*spider-web*). No gráfico aranha, plota-se a intensidade média de cada descritor em um eixo de dimensão igual à escala utilizada pelos provadores na avaliação do produto, tomando-se o ponto central como zero. Em seguida, as médias de um mesmo produto são conectadas por uma linha, a qual ilustra o perfil sensorial dos produtos analisados, suas similaridades e diferenças (DA SILVA e DAMÁSIO, 1996).

Inúmeras são as aplicações da ADQ[®], sendo uma alternativa moderna e segura para o desenvolvimento de produtos, novos ou não, pois a metodologia pode se enquadrar perfeitamente em casos de mudanças de ingredientes em formulações. A técnica é também bastante utilizada em mudanças de processamento ou ao longo da armazenagem do produto.

Assim, o objetivo do presente trabalho foi traçar o perfil sensorial de um novo produto: néctar misto de cajá e umbu. Além de comparar os processos de pasteurização testados e verificar como o processamento pode ou não alterar sensorialmente o produto desenvolvido.

O cajá (*Spondias lutea* L.) é um fruto bastante conhecido no Brasil, porém é na região Norte e Nordeste que encontra-se a maior produção e consumo desses frutos. Com o aroma agradável e bastante acentuado, um sabor exótico e de larga aceitação no mercado daquelas regiões, o cajá possui um excelente potencial para desenvolvimento de novos produtos e deve ser explorado, visando um melhor aproveitamento tecnológico e agregação de valor à uma matéria-prima tão valiosa. O cajá, como toda fruta, é rico em minerais e vitaminas, mas a presença de carotenóides e taninos na composição de sua polpa, fazem do cajá um fruto tropical com um forte apelo funcional.

O umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara), por sua vez, não é um fruto tão conhecido. Fruto tropical nativo das regiões semi-áridas do Nordeste brasileiro, têm grande importância sócio-econômica na região, pois sua exploração comercial tem crescido e contribuído para gerar empregos e aumentar a renda familiar de pequenos agricultores. Polpa de sabor ácido e também de larga aceitação, o umbu pode ser considerado uma nova opção para o mercado de bebidas, sempre em expansão e em busca de novos sabores. Rica em taninos, a polpa de umbu também carrega um apelo funcional para o produto.

Dessa forma, o uso da ADQ[®] como ferramenta para definição das características de um produto misto com os dois frutos e avaliação de suas modificações frente a um tratamento térmico é um forte aliado para o sucesso mercadológico do produto.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 AMOSTRAS

Foram avaliadas três amostras de néctar misto de umbu e cajá, sendo oriundas de um mesmo processo de obtenção e formulação (30% de polpa de cajá, 20% de polpa de umbu, em um ° Brix final de 17).

As amostras diferiam somente quanto ao tratamento térmico realizado para a conservação do produto. Assim, as amostras submetidas a ADQ foram: néctar sem tratamento (ST), néctar pasteurizado a 90°C/60s (P-90) e néctar pasteurizado a 95°C/45s (P-95).

As amostras foram analisadas quanto ao teor de carotenóides totais (RODRIGUEZ-AMAYA, 1999), taninos (AOAC, 1997) e cor instrumental (HUNTER, 1975).

Para os testes sensoriais de aroma e aparência, as amostras foram servidas em copos tipo tulipa transparentes, codificados com algarismos de três dígitos e cobertos com filmes plásticos, para que não houvesse perda significativa de voláteis aromáticos. Para os testes sensoriais de sabor, as amostras foram fornecidas aos provadores em copos plásticos (alíquotas de 30 mL), a temperatura de $\pm 8^{\circ}\text{C}$.

A aparência das amostras foi avaliada sob luz ambiente e os demais atributos sensoriais foram avaliados sob luz branca, em cabines individuais.

2.2 EQUIPE SENSORIAL

2.2.1 Pré-seleção dos provadores

Os provadores foram recrutados entre os alunos e funcionários da Faculdade de Engenharia de Alimentos/UNICAMP. Através de questionário (Anexo 6.1), os candidatos passaram por uma triagem quanto à disponibilidade para execução dos testes, interesse e aceitação de produtos à base de frutas.

Com o objetivo de determinar a habilidade de discriminação e descrição dos candidatos foi aplicado o “Matching Test” (MEILGAARD et al., 1999), onde primeiramente foi apresentado um grupo de três amostras codificadas de diferentes substâncias diluídas: sacarose 20g/L (doce), cafeína 1,0g/L (amargo), ác. cítrico 1g/L (ácido). Posteriormente, foi apresentado aos candidatos um outro grupo com um número diferente de amostras, sendo que entre as quais se encontravam amostras semelhantes as do primeiro grupo. A função do candidato era relacionar as amostras do segundo grupo com as do primeiro e também descrever a substância. A ficha sensorial aplicada pode ser visualizada no Anexo 6.2.

O mesmo procedimento foi realizado para avaliação de aromas e, no caso, o grupo de amostras apresentadas foi: aroma de banana, aroma de canela, aroma de laranja. A ficha sensorial também pode ser visualizada no Anexo 6.2.

Candidatos com menos de 75% de acerto foram excluídos e os selecionados foram submetidos a testes de intensidade.

Os testes de intensidade foram aplicados para avaliar a capacidade do candidato de expressar através de escalas a intensidade do atributo percebido. Foram avaliados: gosto doce (concentrações de sacarose de 10; 20; 50; 100 g/L) e gosto ácido (concentrações de ác. cítrico de 0,25; 0,50; 1; 1,50 g/L). A ficha aplicada pode ser visualizada no Anexo 6.3.

Os candidatos selecionados acertaram a posição de todas as amostras ou no máximo inverteram um par adjacente. As respostas foram proporcionais e assim, quinze provadores foram selecionados em função de suas habilidades individuais de discriminar diferenças sensoriais e também quantificá-las.

2.2.2 Desenvolvimento da terminologia descritiva

O levantamento de termos descritores das amostras foi realizado pelos provadores previamente selecionados, utilizando-se o Método de Rede de Kelly – “Kelly’s repertory grid method” (MOSKOWITZ, 1983). As amostras foram servidas aos pares e os provadores as avaliaram descrevendo suas similaridades e diferenças, quanto à aparência, aroma, sabor e sensação bucal. A ficha aplicada está apresentada no Anexo 6.4.

Após cada avaliação, através de um debate aberto, os provadores discutiram os termos levantados, a fim de eliminar redundâncias, sinônimos ou termos pouco citados, selecionando-se de forma consensual os termos que melhor descreviam as amostras. Durante esta etapa, a equipe também sugeriu amostras de referência para cada atributo, os quais, posteriormente, foram utilizados para treinamento dos provadores.

Com os atributos escolhidos, foram montadas fichas de avaliação, com escalas estruturadas de 9 centímetros, ancoradas nos pontos extremos, à esquerda pelos termos “pouco” ou “fraco” e à direita pelos termos “muito” ou “forte”.

2.2.3 Seleção da equipe final de provadores

Cada provador avaliou três amostras, através de apresentação monádica, em duas repetições. Durante as sessões de avaliação, os provadores tinham à sua disposição a tabela com as definições dos termos descritivos.

Os resultados individuais de cada provador, para cada atributo, foram estatisticamente avaliados por uma análise de variância (ANOVA), tendo como causas de variação: amostras e repetições. Os níveis de significância (p) dos valores de F_{amostra} e $F_{\text{repetição}}$ foram avaliados para cada provador, em cada atributo. Assim, 12 provadores foram finalmente selecionados com base na capacidade discriminatória ($p_{\text{amostra}} \leq 0,3$), reprodutibilidade ($p_{\text{repetição}} > 0,05$) e julgamento consensual com o restante da equipe (DAMÁSIO e COSTELL, 1991).

2.3 AVALIAÇÃO DAS AMOSTRAS

Para a definição do perfil sensorial das amostras de néctar, os doze provadores selecionados avaliaram novamente as três amostras, em três repetições.

Através dos dados coletados, realizou-se uma ANOVA de dois fatores (amostra e provadores) com interação para cada atributo. O teste de Tukey foi aplicado em nível de 5% de significância para comparação das amostras. Plotou-se um gráfico aranha para melhor visualização do perfil das amostras, assim como realizou-se uma Análise de Componente Principal (ACP).

Utilizou-se como ferramenta estatística o programa computacional SAS[®] versão 8.0 (SAS, 1999).

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1. AMOSTRAS

Os resultados obtidos para as análises de cor instrumental, carotenóides totais e taninos podem ser observados na Tabela 6.1.

Tabela 6.1. Análises* realizadas nos néctares sem tratamento e tratados termicamente.

Amostras	Cor			Carotenóides totais (µg/g)	Taninos (mg/100g)
	L*	a*	b*		
SP	53,58 ^a	8,48 ^a	32,65 ^a	14,76 ^a	59,81 ^a
90°C/60s	53,48 ^a	8,09 ^b	32,19 ^a	13,90 ^b	52,89 ^{ab}
95°C/45s	53,71 ^a	8,56 ^a	32,43 ^a	12,43 ^c	49,31 ^b

*Valores médios de três repetições.

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$)

Nota-se que, praticamente, não houve variação significativa quanto à mudança de coloração das amostras. Somente a coordenada de cromaticidade a* mostrou um declínio significativo no néctar de tratamento 90°C/60s.

A análise de carotenóides totais apresentou redução significativa dos teores a Tukey $p \leq 0,05$. A redução acompanhou o aumento de temperatura.

Quanto aos taninos presentes, observou-se queda dos valores nos néctares submetidos ao tratamento térmico, porém, esse declínio só foi significativo para o tratamento 95°C/45s, segundo Tukey a $p \leq 0,05$.

3.2. TERMINOLOGIA DESCRITIVA

Doze termos descritores foram desenvolvidos pelos provadores para descrever as amostras do néctar misto: cor amarela mostarda, consistência visual, aroma de cajá, aroma de umbu, aroma doce, aroma ácido, sabor de cajá, sabor de umbu, gosto doce, gosto ácido, viscosidade e adstringência. Para cada termo descritor, elaborou-se uma definição, bem como as referências de intensidade foram cuidadosamente desenvolvidas (Anexo 6.5). A ficha sensorial aplicada nos treinamentos e na análise final das amostras pode ser visualizada no Anexo 6.6.

3.3. SELEÇÃO DOS PROVADORES

Os Anexos 6.7 e 6.8 apresentam os valores de $p_{amostra}$ e $p_{repetição}$ para cada provador, obtidos por ANOVA. Com estes valores é possível verificar o poder discriminativo e a reprodutibilidade dos provadores.

De maneira geral, quanto menor o valor de $p_{amostra}$, maior é o poder discriminativo do provador, e quanto maior o valor de $p_{repetição}$, maior a reprodutibilidade do provador. Os provadores 4, 5, 10 e 12 apresentaram relativamente bom poder de discriminação, porém o restante da equipe apresentou resultados regulares, em torno de 50% de acerto. Acredita-se que a dificuldade em discriminar as amostras não poderia ser diferente, tendo em vista a similaridades entre elas, discutidas desde as reuniões de levantamento de atributos.

Em relação à reprodutibilidade dos julgamentos, a equipe apresentou resultados excelentes, com a grande maioria apresentando avaliações entre 90 e 100% de resultados positivos ($p_{rep} > 0,05$).

Os resultados revelados pela ANOVA da interação amostra x provador, indicaram os atributos de *cor* e *gosto doce* com $p_{\text{amostra} \times \text{provador}} < 0,05$, o que indicou que pelo menos um provador atuou de forma não consensual com a equipe.

Para melhor análise dos resultados, fez-se gráficos de interação amostra x provador acompanhando o desempenho de cada provador em relação ao consenso do grupo. Os gráficos são apresentados no Anexo 6.9.

Para a equipe final, resolveu-se eliminar o provador 2, pela falta de consenso do mesmo e também pelo desempenho não adequado na discriminação. Realizou-se novamente a ANOVA e os resultados indicaram que todos os atributos obtiveram $p_{\text{amostra} \times \text{provador}} > 0,05$, o que indicou finalmente o bom consenso da equipe.

Desta forma, prosseguiu-se a análise sensorial das três amostras de néctar, com uma equipe de 11 provadores, avaliando doze atributos.

3.4 PERFIL SENSORIAL DAS AMOSTRAS

A Figura 6.1 mostra o perfil sensorial das amostras de néctar misto de cajá e umbu e a Tabela 6.2 apresenta as médias das amostras, por atributo avaliado.

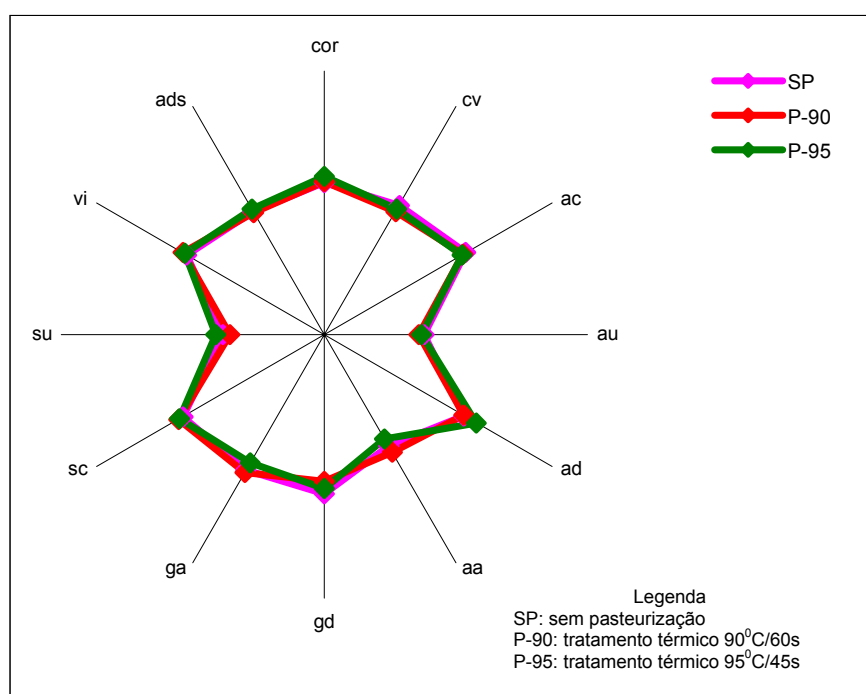


Figura 6.1. Representação gráfica do perfil sensorial das amostras de néctar misto de umbu e cajá.

Como pode-se observar, as amostras apresentaram perfis sensoriais bastante similares. O resultado foi bastante positivo, pois os néctares tratados termicamente não diferiram do produto natural, ou seja, não perderam de maneira acentuada a sua qualidade sensorial.

A Tabela 6.2 expõe, de forma similar ao gráfico apresentado, as similaridades entre as amostras, uma vez que o teste de Tukey demonstrou não haver diferença significativa ($p \leq 0,05$) em nenhum dos atributos avaliados.

Tabela 6.2. Médias^{1,2} dos atributos sensoriais que caracterizam as amostras.

Atributos	Amostras		
	SP	P-90	P-95
Cor amarela mostrada	5,20 ^a	5,23 ^a	5,40 ^a
Consistência visual	5,10 ^a	4,86 ^a	4,96 ^a
Aroma de cajá	5,60 ^a	5,46 ^a	5,43 ^a
Aroma de umbu	3,40 ^a	3,23 ^a	3,33 ^a
Aroma doce	5,53 ^a	5,50 ^a	6,00 ^a
Aroma ácido	4,40 ^a	4,66 ^a	4,10 ^a
Sabor de cajá	5,43 ^a	5,00 ^a	5,26 ^a
Sabor de umbu	5,36 ^a	5,43 ^a	5,03 ^a
Gosto doce	5,60 ^a	5,76 ^a	5,70 ^a
Gosto ácido	3,46 ^a	3,23 ^a	3,70 ^a
Viscosidade	5,43 ^a	5,60 ^a	5,53 ^a
Adstringência	4,86 ^a	4,80 ^a	4,96 ^a

¹0=pouco/fraco; 9=muito/forte; ² médias com letras em comum numa mesma linha não diferem significativamente ($p \leq 0,05$) entre si, segundo teste de Tukey.

As similaridades e diferenças existentes entre as amostras estudadas foram reveladas de forma mais marcante a partir da Análise de Componentes Principais (ACP). A variabilidade foi explicada em três eixos e os resultados estão expressos na Figura 6.2 (eixos I e II) e 6.3 (eixos I e III) para os atributos de aparência (cor e consistência visual) e sensação bucal (viscosidade e adstringência).

No gráfico da ACP, cada amostra de néctar é representada por um triângulo, onde cada vértice corresponde ao valor médio atribuído pela equipe sensorial, em cada repetição. Amostras similares ocupam regiões próximas no gráfico e são caracterizadas pelos vetores (atributos) que se apresentam mais próximos a elas. Primeiramente, dois componentes principais foram utilizados e conjuntamente explicaram 66,77% da variabilidade total observada entre os néctares. Este nível de explicação pode ser considerado regular.

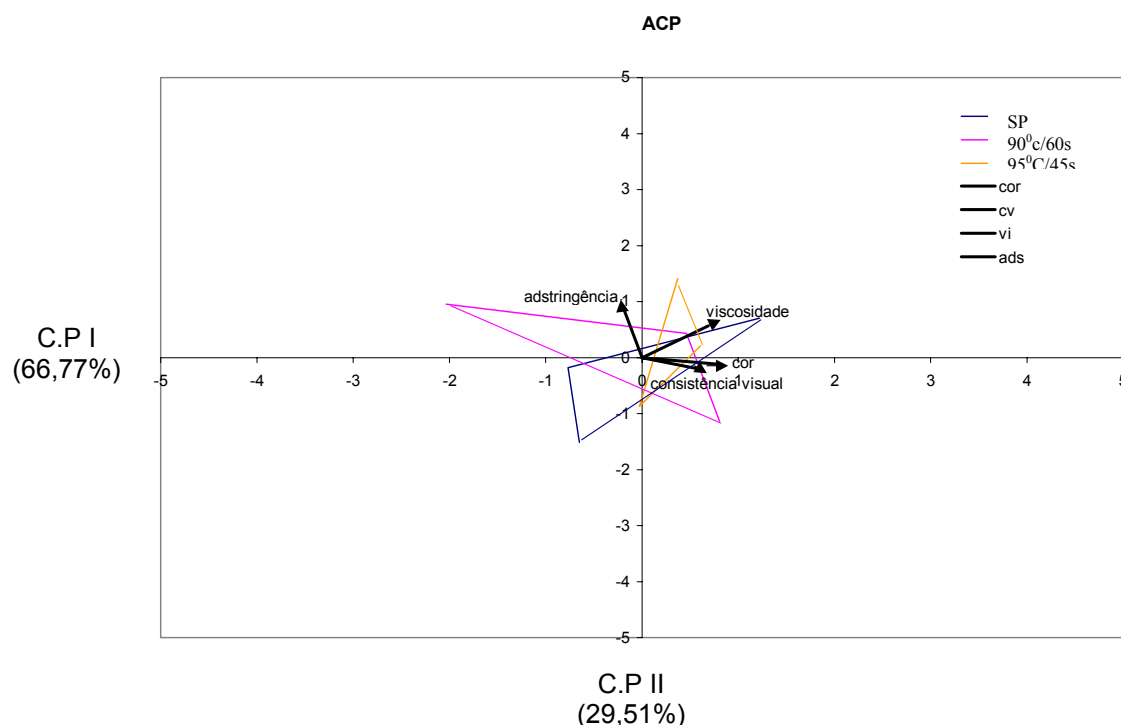


Figura 6.2. Projeção das amostras e os atributos sensoriais de aparência e sensação bucal nos componentes principais I e II.

As amostras estão centrais e próximas uma das outras, o que significa que elas são similares em relação aos atributos julgados e que todos eles são característicos nas amostras.

A amostra P-95 foi a que apresentou melhor repetibilidade, pois apresenta menor tamanho da figura geométrica. A amostra caracteriza-se mais intensamente pela viscosidade, cor e consistência visual, sendo este último em menor peso. A sensação bucal de adstringência não é uma característica significativa da amostra.

A amostra P-90, apesar de ser caracterizada por todos os atributos, chama atenção para o vetor da adstringência, indicando assim uma maior percepção do atributo na amostra.

A amostra SP é mais próxima da amostra P-95, sendo caracterizada mais intensamente pela viscosidade, cor e consistência visual.

Devido a regular variabilidade obtida, plotou-se o gráfico ACP nos eixos I e III e os resultados podem ser observados na Figura 6.3.

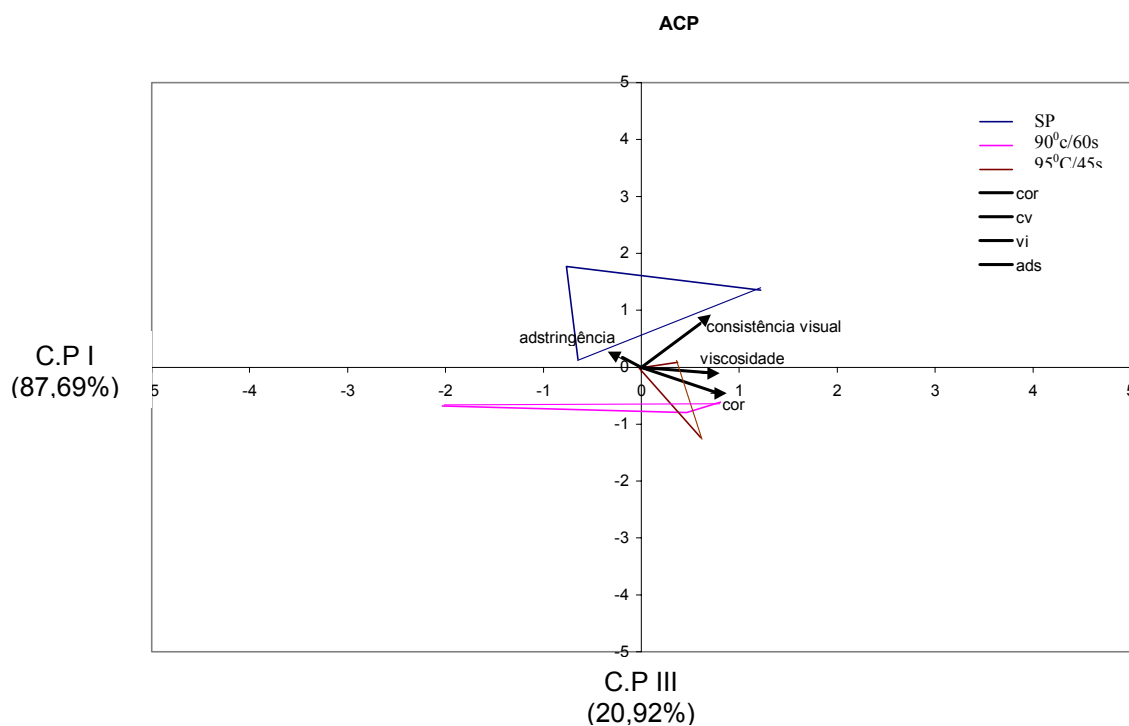


Figura 6.3. Projeção das amostras e os atributos sensoriais de aparência e sensação bucal nos componentes principais I e III.

Percebeu-se uma melhora significativa na explicação da variabilidade (87,69%) das amostras, sendo considerado um bom resultado.

A amostra P-95 apresentou maior repetibilidade, sendo caracterizada mais intensamente pela cor e viscosidade. A adstringência apresenta-se em menor peso na amostra.

As amostras P-95 e P-90 estão mais próximas no gráfico (Figura 6.3), o que indica que são parecidas e estão separadas da amostra sem tratamento SP. Esta por sua vez não teve boa repetibilidade e está mais caracterizada pela consistência visual e adstringência.

De forma similar, a Análise de Componentes Principais (ACP) foi realizada para os atributos de aroma (de cajá, de umbu, doce e ácido), sabor (de cajá, de umbu) e gosto (doce e ácido). A variabilidade foi explicada em três eixos e os resultados estão expressos na Figura 6.4 (eixos I e II) e 6.5 (eixos I e III).

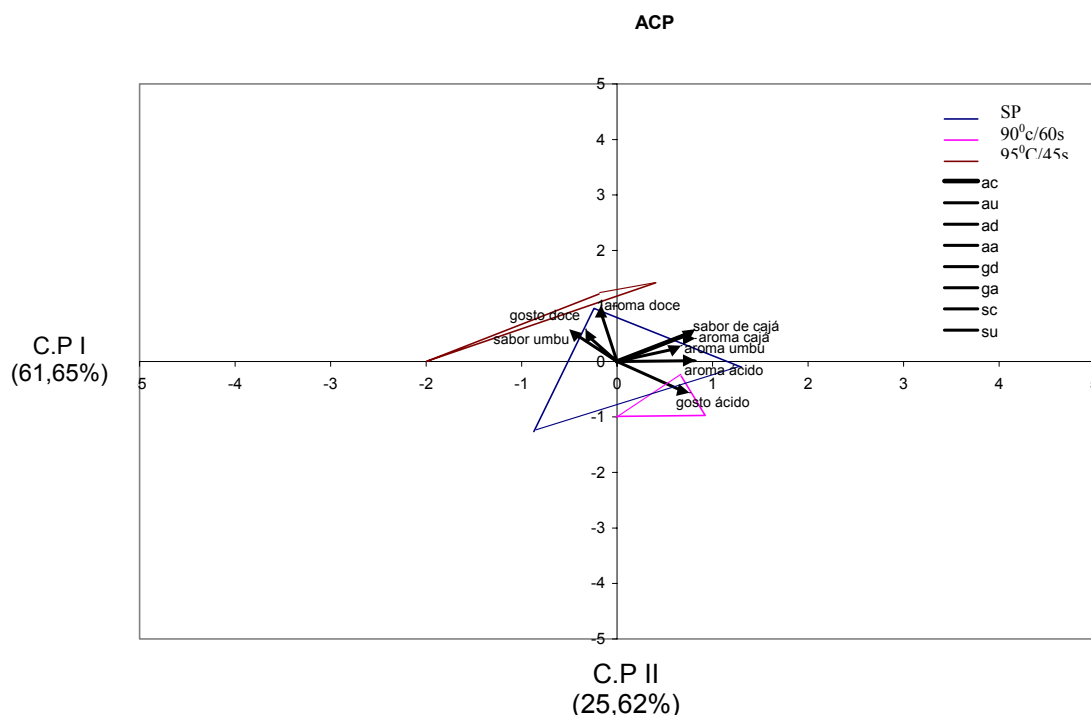


Figura 6.4. Projeção das amostras e os atributos sensoriais de aroma, sabor e gosto nos componentes principais I e II.

A amostra SP está localizada na região central do gráfico (Figura 6.4), indicando assim que todos os atributos são igualmente importantes para caracterizá-la. Já, as amostras tratadas termicamente encontram-se em lugares distintos no gráfico, o que indica diferenças sensoriais.

A amostra P-60 foi caracterizada mais intensamente pelo gosto ácido, aroma ácido. As características de sabor de cajá, aroma de cajá e aroma de umbu também estavam presentes na amostra.

A amostra P-95 é oposta a P-60, sendo caracterizada mais intensamente por um sabor de umbu, aroma doce e gosto de doce. A temperatura mais elevada ressaltou a característica *doce*, uma vez que o cozimento em um suco geralmente altera essa percepção. A amostra P-95 foi a que obteve maior repetibilidade.

A Figura 6.5 mostra os resultados obtidos nos eixos I e III, o qual explicam 74,99% da variação entre as amostras. Este nível de explicação da variabilidade pode ser considerado bom.

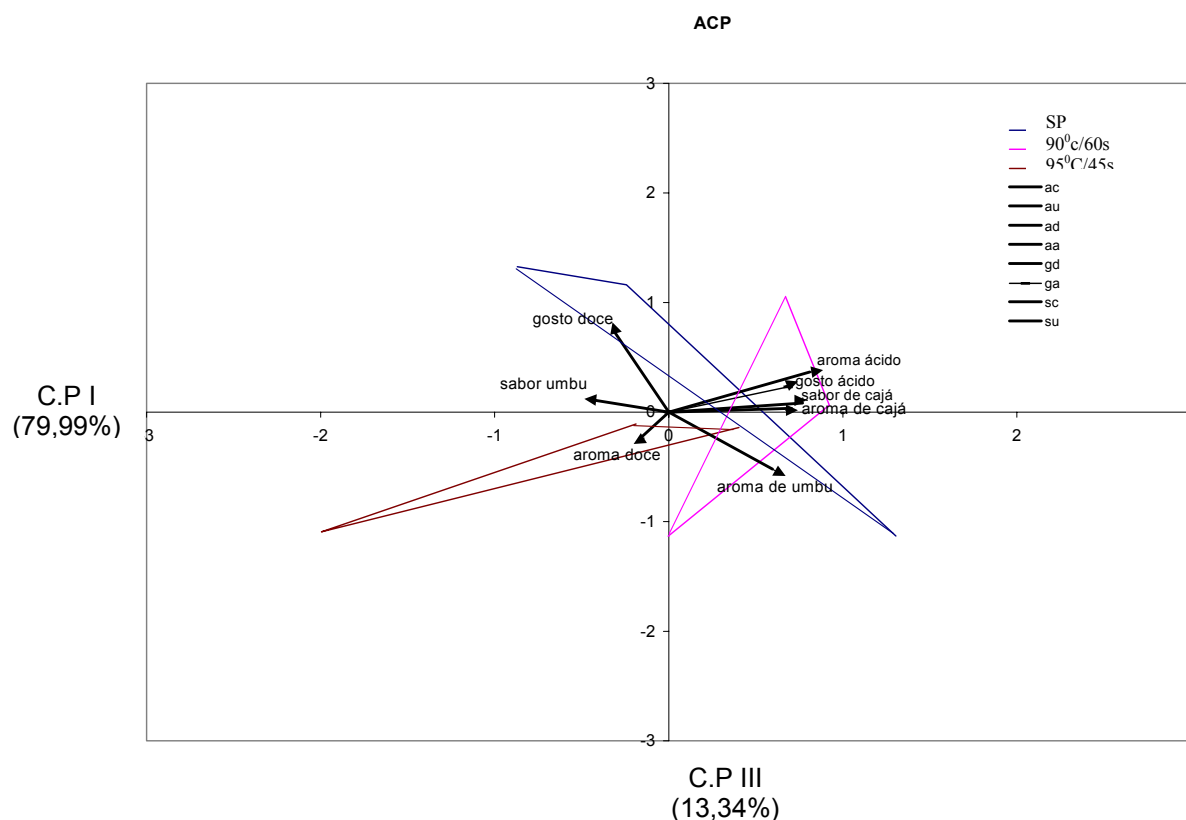


Figura 6.5. Projeção das amostras e os atributos sensoriais de aroma, sabor e gosto nos componentes principais I e III.

Pode-se observar que a amostra SP é mais intensamente caracterizada pelos atributos aroma ácido, gosto ácido, sabor de cajá, aroma de cajá, gosto doce. O sabor de umbu e aroma de umbu também são encontrados na amostra, porém de maneira menos intensa. O atributo aroma doce é o único oposto à amostra, o que indica que ele não foi relevante na mesma.

A amostra pasteurizada P-60 é caracterizada intensamente pelos atributos aroma ácido, gosto ácido, sabor de cajá, aroma de cajá e aroma de umbu. Com a exceção deste último, todos os atributos citados possuem vetores bem próximos uns dos outros, o que indica possivelmente uma alta correlação positiva entre si. Entre os atributos não característicos da amostra estão o gosto doce, o sabor de umbu e o aroma doce.

Para a amostra pasteurizada P-95, o aroma doce e o aroma de umbu são as características que prevalecem. Entretanto, o aroma doce apresenta um vetor menor, o que significa que este atributo é menos discriminativo para a amostra.

4. CONCLUSÕES

Em nenhum dos atributos avaliados pela equipe sensorial treinada, os néctares tratados termicamente diferiam significativamente (Tukey $p \leq 0,05$) do néctar sem tratamento. O resultado é extremamente positivo do ponto de vista da obtenção de um produto com características mais próximas as naturais.

Instrumentalmente, as amostras não diferiram quanto à coloração. Entretanto, observou-se uma variação significativa em carotenóides, com perdas nos valores de maneira diretamente proporcional ao aumento de temperatura (Tukey a $p \leq 0,05$).

Quanto aos taninos presentes, o tratamento 95°C/45s apresentou a maior perda nos teores, sendo este declínio significativo quando comparado com o néctar sem tratamento.

Considera-se a melhor opção de tratamento o binômio 90°C/60s, pois além de menores perdas em carotenóides e taninos, o néctar é intensamente caracterizado por quase todos os atributos definidos na análise descritiva deste novo produto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC.ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Edited by Patricia Cunniff .16^a ed. 3 rd,v.2.cap.37, 1997.

DA SILVA, M.A.A.P.; DAMÁSIO, M.H. **Análise Sensorial Descritiva**. Campinas: [S.n.], 1996. (Apostila da disciplina Análise Sensorial e Instrumental, Curso de Pós-graduação em Tecnologia de Alimentos).

DAMÁSIO, M.H.; COSTELL, E. Analisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. Valência, **Revista Agroquímica Y Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p.165-178, jun., 1991.

HUNTER,R.S. Scales for the measurement of colour difference. In: **The Measurements of Appearance**. John Wiley, New York, p.133-140, 1975.

MEILGAARD, M.;CIVILLE, G.V; CARR, B.T. **Sensory evaluation techniques**. 3 ed. Boca Raton: CRC, 1999. 387p.

MOSKOWITZ, H.R. **Product testing and sensory evaluation of foods : marketing and R & D approaches**. Westport : Food & Nutrition Press, 1983. 605p.

MUÑOZ, A.;CHAMBERS IV, E.; HUMMER, S. A multifaceted category study: how to understand a product category and its consumer responses. USA, **Journal Sensory Studies**, v.11, p.261-294, 1996.

RODRIGUEZ-AMAYA, D. B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: ILSI Press, 1999. 64p.

SAS. Versão 8.0. **SAS® Institute Inc.** SAS User guide. Cary: Statistical Analysis System Institute, 1999.

STONE, H.S.; SIDEL, J.L.;OLIVER, S.;WOOSLEY, A.; SINGLETON, R.C. Sensory Evaluation by Quantitative Descriptive Analysis. Chicago, **Food Technology**, v.28, p.24-34, 1974.

STONE, H.S.; SIDEL, J.L. **Sensory Evaluation Practices**. San Diego: Academic Press, 1993. 308p.

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE UM NÉCTAR MISTO DE CAJÁ (*Spondias lutea* L.) E UMBU (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) E AVALIAÇÃO DE SUA ESTABILIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO.

RESUMO

As tendências de produção do setor alimentício são ditadas pelo mercado consumidor e pelo comportamento social do mesmo. Atualmente, a busca por produtos saudáveis tem crescido e frutos exóticos estão sendo cada vez mais utilizados em formulações visando o fator inovação. O cajá e umbu são frutos já bastante comercializados no Norte e Nordeste do Brasil e o desenvolvimento de produtos à base destes frutos mostra ser uma boa idéia, pelo sabor e pelas características de funcionalidade. Elaborou-se um néctar misto dos frutos, sendo o mesmo pasteurizado a 90°C/60s e envasado em ambiente com carga microbiana reduzida através de fluxo laminar. O produto foi armazenado a temperatura ambiente, em garrafas de vidro de 300 mL e durante três meses realizou-se o acompanhamento de sua estabilidade através de análises de pH, acidez total titulável, taninos, carotenóides totais, açúcares totais e redutores, cor, microbiologia (bolores e leveduras, contagem total e bactérias lácticas) e sensorial (aceitação em relação a cor e impressão global e intenção de compra). Os resultados indicaram que o néctar misto apresentou uma boa aceitação sensorial de 84,76% em relação à impressão global e 90,62% de intenção de compra. O produto apresentou um valor energético de 68,16 kcal/100g, sendo rico em taninos e boa fonte de vitamina C. O tratamento térmico empregado se mostrou eficiente até 60 dias de estocagem, após esse período, o néctar apresentou modificações em açúcares, escurecimento e crescimento de fungos. Sensorialmente, isso refletiu nos valores obtidos indicando aos 60 dias a aceitação de 65,66% e intenção de compra de 68,4%.

Palavras-chave: néctar, cajá, umbu, caracterização, estabilidade.

ABSTRACT

In the food sector, production tendencies are dictated by the consumer market and by the social behaviour of the latter. Currently the search for healthy products is growing and the use of exotic fruits in formulations is constantly increasing, aiming at the factor of innovation. *Caja* and *umbu* are fruits widely commercialised in the North and Northeast of Brazil and the development of products based on these fruits has been well accepted, due to their flavours and functional characteristics. A mixed nectar was elaborated using these two fruits, pasteurised at 90°C/60sec. and packaged in an environment; with the microbial load reduced by the use of laminar flow. The product was stored at room temperature in 300 mL bottles and its stability followed for 3 months, analysing for pH, total titratable acidity, tannins, total carotenoids, total and reducing sugars, colour, microbiological analyses (yeasts and moulds, standard count and lactic bacteria) and a sensory evaluation (acceptance with respect to colour and overall impression and intent to buy). The results indicated good sensory acceptance of the mixed nectar, showing 84.76% acceptance for overall impression and 90.62% for intent to buy. The product presented an energetic value of 68.16 kcal/100g, being rich in tannins and a good source of vitamin C. The heat treatment employed was shown to be efficient up to 60 days of storage. After this period, modifications in the sugars occurred, plus browning and fungal growth. This was reflected in the sensory scores obtained at 60 days, with an acceptance of 65.66% and intent to buy of 68.4%.

Keywords: nectar, *caja*, *umbu*, characterisation, stability.

1. INTRODUÇÃO

A incorporação de frutos tropicais em sucos de frutas (*blends*) constitui-se numa forma de explorar suas características exóticas de sabor e aroma sem adicionar *flavours* artificiais (UMME et al., 2001).

O cajá (*Spondias lutea* L.) e o umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Câmara) são dois frutos bastante conhecidos e apreciados no Norte e Nordeste do Brasil. Com grande potencial para industrialização, os frutos vêm conquistando o mercado interno através da comercialização de suas polpas congeladas. A mistura dos frutos em um único produto é algo novo e colabora para a agregação de valor na agroindústria brasileira.

Resende et al. (2000) sugerem que o suco extraído do umbu é uma ótima matéria-prima para o desenvolvimento de misturas com outros sucos.

Sabe-se que, mesmo que um alimento esteja preservado e bem acondicionado, ele não será estável indefinidamente. Cada produto se deteriora a uma certa velocidade até que se atinja um ponto inaceitável. A inaceitabilidade não quer dizer que o alimento esteja totalmente deteriorado, mas que o padrão de qualidade pré-estabelecido para o mesmo foi ultrapassado (LABUZA, 1980).

Vários fatores são capazes de influenciar a qualidade durante a vida de prateleira dos sucos de fruta, como as condições de processamento, tipo e propriedades das embalagens, temperatura e tempo de estocagem, tipo de produto e carga microbiana e enzimática inicialmente presentes. Para inibir a ação de microrganismos e enzimas, os sucos são submetidos a tratamentos térmicos, durante os quais podem ser iniciadas reações químicas capazes de levar a formação de compostos de degradação do *flavour* com formação de *off-flavour*, comprometendo as características sensoriais e nutricionais do produto durante a vida de prateleira (SHAW et al., 1993).

Dependendo do tipo de produto em estudo, vários critérios podem ser utilizados para se determinar o final da vida útil. O teste deve ser imediatamente encerrado quando se percebe o crescimento de fungos no alimento, alta contagem bacteriana ou a presença de microrganismos potencialmente tóxicos. Algumas alterações físicas e químicas também podem ser utilizadas como parâmetro para o estudo, como a redução do nível de um nutriente ou mudanças de coloração. Avaliações sensoriais também são muito utilizadas para este fim (DETHMERS, 1979).

Segundo o ponto de vista de consumidores, o maior aspecto de qualidade em produtos de frutas é a aparência, envolvendo principalmente cor e textura. Esse primeiro parâmetro de qualidade é rapidamente perdido, pois são mais sensíveis a flutuações de temperatura. Perdas no aspecto estético fazem com que a aceitação sensorial do suco caia, antes mesmo dele ser consumido (UMME et al., 2001).

Os testes sensoriais, os quais utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumentos” devem ser incluídos como garantia de qualidade por ser uma medida multidimensional integrada, que possui importantes vantagens, pois são capazes de detectar pequenas alterações perceptíveis sensorialmente, as quais, muitas vezes, não são detectadas através de outros procedimentos analíticos (CARDELLO e CARDELLO, 1998).

Segundo Curiale (1991), as alterações sensoriais podem ser sutis no início, mas, posteriormente, tornam o alimento inaceitável, não sendo geralmente detectadas até que um número elevado de microrganismos seja atingido. A população necessária para causar deterioração varia com o alimento e tipo de microrganismo, podendo a vida de prateleira ser estimada com base na densidade microbiana. Como regra geral, assume-se que uma população de 10^6 de bactérias, 10^5 leveduras/g ou mL ou bolores visíveis indicam o fim da estabilidade microbiológica do alimento.

Outro problema muito comum ocorre devido à atividade enzimática, principalmente das enzimas oxidativas, peroxidase e polifenoloxidase. Suas ações são de grande importância, pois podem causar reações de escurecimento, descoloração de pigmentos e mudanças deteriorativas no sabor, aroma, textura e valor nutricional em alimentos como frutas, vegetais e produtos processados. Podem atuar em vitaminas, como a peroxidase atuando na redução de pró-vitamina A. A oxidação da vitamina C também é um ponto importante nas modificações da cor de um produto (BURNETTE, 1977; VÁMOS-VIGYÁZÓ, 1981; IADEROZA et al., 1991; BOBBIO e BOBBIO, 2001).

Pereira (2003), em estudo da atividade de peroxidase em polpa de cajá demonstrou que esta enzima é totalmente inativada a 90°C durante 2 minutos de tratamento térmico e não é regenerada quando estocada por 24 horas a 30°C ou 24 horas a 5°C.

Por se tratar de um produto novo, o objetivo do presente trabalho foi conhecer as características do néctar misto de cajá e umbu, conservá-lo e acompanhar suas modificações durante o armazenamento.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Cajá e Umbu

Os frutos de cajá e umbu (safra 2004) foram adquiridos em feiras livres do Norte e Nordeste do país, sendo o cajá proveniente de Belém-PA e o umbu de Salvador-BA. Para ambos, o estágio de maturação (“de vez”) era adequado para consumo ou processamento.

Devido às características morfológicas do cajá e do umbu, as polpas foram extraídas no extrator do tipo *escovas* (extração por abrasão), da marca BERTUZZI, dotado de peneira com diâmetro equivalente a 1mm de abertura de malha e capacidade de processo de 10kg de fruto/h, disponível na planta piloto do FRUTHOTEC-ITAL.

As amostras de polpa foram acondicionadas em sacos de polietileno (24cm x 34cm x 0,15mm), em porções de 1kg, para facilitar o manuseio. Realizou-se um congelamento rápido, com auxílio de um congelador de placas (marca FRIGOSTRELLA DO BRASIL, modelo P.M-5). O equipamento proporcionou uma temperatura de -30°C e o congelamento completo das polpas levou em média 3 horas.

As polpas foram mantidas a -18°C na câmara frigorífica da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP (DTA/FEA/UNICAMP), sendo descongeladas somente no momento de sua utilização.

2.2 MÉTODOS

2.2.1 Obtenção do néctar e pasteurização

Para a formulação do néctar misto, utilizou-se a polpa dos frutos em uma proporção de 30:20 (cajá:umbu) e adicionou-se água potável e sacarose para obtenção de um produto final com 17°Brix.

O néctar formulado foi submetido a pasteurização, com binômio de tempo x temperatura de 90°C por 60 segundos. Utilizou-se um sistema contínuo de pequena escala (Figura 7.1) montado com serpentinas de aço inoxidável de 6 metros de comprimento com 0,45mm de diâmetro (AISI 314), mangueiras plásticas de grau alimentício, banho de pré-aquecimento (BUCHI WATERBATH B-480), banho de retenção (FANEM) com controle de temperatura constante, banho de resfriamento (TECNAL TE-184) e bomba peristáltica com controle de velocidade de fluxo (COLE-PARMER INSTRUMENT CO). O sistema foi idealizado pelo pesquisador Dr. Alfredo Vitali (ITAL-Campinas), em comunicação pessoal.

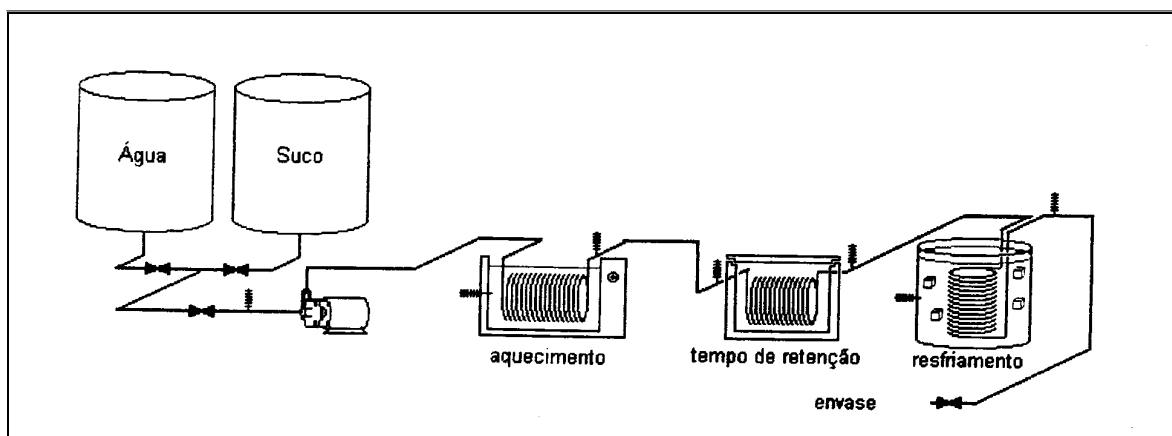


Figura 7.1. Esquema do sistema de pasteurização utilizado.

O envase foi realizado em fluxo laminar da marca VECO DO BRASIL, modelo CFLH-12 visando proporcionar um ambiente mais seguro contra contaminações pós-processamento. O néctar foi envasado a $\pm 8^{\circ}\text{C}$, em garrafas de vidro transparentes, pré-esterilizadas (autoclave horizontal modelo AC127,

marca ORTOSINTESE), com capacidade de 300 mL e sistema de fechamento de tampas metálicas dotadas de botão de segurança. O produto foi armazenado a temperatura ambiente durante três meses.

2.2.2 Caracterização e composição centesimal do néctar misto

As análises e os métodos adotados estão relacionados a seguir:

- Viscosidade aparente: através de reômetro digital com geometria de cilindros coaxiais da marca BROOKFIELD, modelo RV-DV III. Utilizou-se um conjunto *spindle*/câmara 27/13R. A leitura foi realizada na taxa de deformação de 105 seg^{-1} a 25°C.
- Aw: através de um higrômetro da marca AQUALAB, modelo CX-2 (DECAGON). Para calibração do equipamento foram utilizadas soluções saturadas de cloreto de lítio e de magnésio para ajuste das atividades de água para 0,1 e 0,3; e sulfato de potássio, para atividade de água de 0,98. As medidas foram realizadas à temperatura de 20°C.
- Umidade: através de analisador de umidade por infravermelho da marca GEHAKA, modelo IV2002.
- Proteína: pelo método de Kjeldahl, nº 920.152 da AOAC (1997).
- Lipídios totais: extração com mistura de solventes a frio, método de BLIGH e DYER (1959).
- Cinzas: pelo método gravimétrico nº 940.26 da AOAC (1997).
- Fibra dietética: pelo método enzimático-gravimétrico nº 991.43 da AOAC (1997).

- Valor energético total (VET em kcal/100g): através da equação $VET = (Cx4) + (Ax4) + (Bx9)$, onde C: carboidratos, A: proteína total e B: extrato etéreo (USDA, 1963).
- pH: com auxílio de um pHMETRO, segundo método nº 981.12 da AOAC (1997).
- Acidez titulável total: por titulação com auxílio de um pHMETRO, segundo método nº 942.15 da AOAC (1997). Acidez expressa em ácido cítrico.
- Açúcares (totais e redutores): por LANE e EYNON (titulação de oxi-redução), segundo método de nº 31.034-6 da AOAC (1984).
- Sólidos solúveis: com auxílio de um refratômetro, segundo método nº 932.12 da AOAC (1997).
- Determinação de carotenóides totais: extração e quantificação segundo o método de Rodriguez-Amaya (1999). A extração dos pigmentos foi realizada com acetona e celite, misturando-os a 20 gramas de amostra. Em seguida, realizou-se uma filtração a vácuo, onde os pigmentos dissolvidos na acetona foram transferidos para um funil de separação contendo éter de petróleo e diversas lavagens com água destilada foram realizadas até total remoção da acetona. Depois da lavagem, transferiu-se o volume para um balão e aferiu-se com éter de petróleo. A solução foi analisada em um espectrofotômetro, onde se fez uma varredura a 350-550nm. Na quantificação dos carotenóides, os parâmetros em função do carotenóide predominante foram avaliados segundo Davies (1976), que aplica a lei de Beer e apresenta tabela com os dados de absortividades.

- Identificação dos carotenóides e valor de Vitamina A: o extrato em éter de petróleo foi saponificado, em repouso e ao abrigo da luz, por 24 horas em KOH 10% em metanol. Os padrões dos carotenóides α -caroteno, β -caroteno e β -criptoxantina utilizados apresentaram um grau de pureza maior que 90%. Utilizando coluna C18 MARCA VARIAN BANDESIL 5 μ m, 150 X 4,6mm., as injeções foram feitas em um sistema HPLC-UV, seguindo metodologia proposta pelo fabricante Bio-Rad, num cromatógrafo Shimadzu VP, coluna Aminex® HPX-87H Bio-Rad, detector UV-VIS SPD-10A (450nm) e software CLASS-VP. As condições de análise foram:

Fase móvel: Acetonitrila/Metanol/Acetato de etila (80:15:5)

Temperatura do forno: 25°C

Fluxo: 1mL/min

Tempo de corrida: 45 minutos

- Vitamina C: o teor de ácido ascórbico foi determinado pelo método nº 43.065 da AOAC (1984), modificado por BENASSI (1990), onde substituiu-se o solvente extrator ácido metafosfórico por ácido oxálico.
- Taninos: extração segundo Bispo (1989) e quantificação pelo método colorimétrico de Folin-Denis nº 952.03 da AOAC (1997).

2.2.3. Acompanhamento da estabilidade do produto

2.2.3.1 Análises físico-químicas

Durante três meses, o produto foi submetido as análises de pH, acidez titulável total, sólidos solúveis, taninos e carotenóides. A análise de açúcares totais e redutores foi realizada somente no tempo zero e tempo final. Todos os métodos já foram citados no item 2.1.3.

2.2.3.2 Análise colorimétrica

Utilizou-se um espectrofotômetro para cor, modelo Colorquest II marca Hunterlab, com reflectância especular incluída, utilizando iluminante D65/10°. O sistema de leitura adotado foi o CIELab, com os seguintes padrões de calibração:

Branco: n° C6299 de março de 1996, RSIN D₆₅/10°, X 77,46 Y 82,08 Z 88,38

Cinza: n° C6299G de março de 1996, RSIN D₆₅/10°, X 47,71 Y 50,83 Z 54,94

As amostras foram colocadas em uma cubeta de vidro de 1cm com caminho opticamente limpo de 20mm. A área de análise (campo de visão) foi de 1polegada (HUNTER, 1975).

A diferença total de cor (ΔE) foi calculada de acordo com a equação:

$$\Delta E = [(\Delta L)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2]^{1/2}$$

2.2.3.3 Análises microbiológicas

As análises de bolores e leveduras, contagem total de bactérias mesófilas, contagem de bactérias lácticas e coliformes totais (somente no tempo zero) foram desenvolvidas de acordo com metodologia proposta por Vanderzant e Splittstoesser (1992).

Ao longo dos meses, as análises foram realizadas simultaneamente em três garrafas, escolhidas aleatoriamente. Inoculou-se 0,25 mL de néctar em 8 placas para cada meio de cultura, proporcionando um resultado a ser expresso em UFC/2mL.

2.2.3.4 Análise Sensorial

Realizou-se um teste de aceitação, onde trinta e dois provadores (não-treinados e de ambos os sexos) demonstraram o quanto gostaram ou desgostaram das amostras em relação à cor, impressão global e intenção de compra (STONE e SIDEL, 1985). Mensalmente, a análise foi realizada pelos mesmos provadores.

A ficha sensorial aplicada no teste de aceitação é apresentada na Figura 7.2.

Nome: _____ Idade: _____ E-mail: _____ Data: ____/____/2004
AMOSTRA NÚMERO _____
Você está recebendo uma amostra codificada de um NÉCTAR MISTO DE UMBU e CAJÁ. Por favor, avalie a COR da amostra e na escala abaixo, indique o quanto você gostou ou desgostou da mesma.
Desgostei muitíssimo Gostei muitíssimo
Comentários: _____ _____
Por favor, agora <u>prove</u> a amostra e avalie em TERMOS GLOBAIS o quanto você gostou ou desgostou da mesma.
Desgostei muitíssimo Gostei muitíssimo
Comentários: _____ _____
Com base na sua opinião sobre esta amostra, indique na escala abaixo sua atitude caso você encontrasse esta amostra à venda. Se eu encontrasse este NÉCTAR MISTO DE UMBU e CAJÁ à venda eu:
☐ certamente compraria ☐ possivelmente compraria ☐ talvez comprasse/talvez não comprasse ☐ possivelmente não compraria ☐ certamente não compraria

Figura 7.2. Ficha sensorial aplicada no estudo da estabilidade do néctar misto.

3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

3.1 Caracterização e composição centesimal do néctar misto

Tabela 7.1. Caracterização e composição centesimal do néctar misto.

Análises	Resultados
Viscosidade aparente (cP a 25°C)	68,13 $\pm$ 6,11
Atividade de Água (aw)	0,978 $\pm$ 0,002
Umidade (%)	82,45 $\pm$ 0,12
Proteína Total (%)	0,11 $\pm$ 0,007
Lipídios Totais (%)	0,12 $\pm$ 0,017
Cinzas (%)	0,24 $\pm$ 0,04
Fibra Dietética (%)	0,41 $\pm$ 0,12
Fibra insolúvel (%)	0,24 $\pm$ 0,15
Fibra solúvel (%)	0,17 $\pm$ 0,15
Carboidratos (%)	16,67 $\pm$ 0,09
Valor Energético (kcal/100g)	68,16 $\pm$ 0,20
pH	3,07 $\pm$ 0,006
Sólidos solúveis (expressos em °Brix a 20°C)	17,2 $\pm$ 0,0005
Acidez Total Titulável (% ácido cítrico)	0,62 $\pm$ 0,005
Açúcares Totais (g/100g)	14,15 $\pm$ 0,19
Açúcares Redutores (g/100g)	5,24 $\pm$ 0,40
Açúcares não redutores (g/100g)	8,91 $\pm$ 0,41
Carotenóides Totais (μ g/g)	9,85 $\pm$ 0,14
Vitamina A (RE)** (μ g/100g)	19,58 $\pm$ 0,24
Taninos (mg/100g)	58,81 $\pm$ 0,36
Vitamina C (mg ácido ascórbico/100g)	23,71 $\pm$ 0,12
Cor L*	53,48 $\pm$ 0,15
A*	8,09 $\pm$ 0,08
B*	32,19 $\pm$ 0,85

* Valores em base seca, médias de três repetições.

** Calculado como 6 μ g de β -caroteno = 1 μ g RE e 12 μ g de criptoxantina + α - caroteno = 1 μ g RE.

O néctar misto de cajá e umbu é um produto novo, portanto não se encontrou referência na literatura sobre a caracterização físico-química do mesmo. Entretanto, os valores apresentados na tabela 7.1 estão dentro da faixa esperada para produtos à base de frutas.

De coloração amarela e sabor ácido (pH 3,07), o néctar fornece um valor energético de 68,16kcal/100g. O produto é rico em taninos (58,81mg/100g) e pode ser considerado uma boa fonte de vitamina C (39,51% da IDR para adultos).

DA SILVA et al. (1999), em caracterização do suco clarificado de cajá, encontraram um valor de 62,06mg/100g para análise de taninos. Os mesmos autores, em trabalho anterior, encontraram valores ainda maiores (83,21mg/100g de taninos), porém para o suco polposos da fruta.

Hamano e Mercadante (2001) em estudo da composição de carotenóides em produtos comerciais de cajá encontrou para o suco integral de cajá valores de 16,71µg/g e 88,7µg/100g para carotenóides totais e vitamina A, respectivamente. Os valores obtidos, no presente trabalho, são inferiores, porém na formulação do produto utilizou-se somente 30% da polpa do fruto.

3.2 Acompanhamento da estabilidade do produto

3.2.1 Análises físico-químicas

A Tabela 7.2 apresenta os resultados das análises de pH, acidez titulável total, sólidos solúveis, taninos e carotenóides, durante os três meses de estocagem. A análise de açúcares totais e redutores foi realizada somente no tempo zero e tempo final.

Tabela 7.2. Avaliação* físico-química do néctar durante a estocagem de 90 dias à temperatura ambiente.

	Tempo de estocagem (dias)			
	0	30	60	90
pH	3,07 ^a ± 0,006	2,91 ^b ± 0,02	3,1 ^a ± 0,015	3,12 ^a ± 0,015
Acidez Total Titulável (%)	0,62 ^a ± 0,005	0,65 ^b ± 0,01	0,60 ^c ± 0,005	0,65 ^b ± 0,01
Sólidos solúveis (°Brix a 20°C)	17,2 ^a ± 0,0005	17,2 ^a ± 0,0007	16,7 ^b ± 0,0003	16,7 ^b ± 0,0009
Taninos (mg/100g)	58,81 ^a ± 0,36	57,57 ^a ± 1,11	57,88 ^a ± 0,19	57,37 ^a ± 0,15
Carotenóides Totais (µg/g)	9,85 ^a ± 0,14	8,44 ^b ± 0,27	8,39 ^b ± 0,08	8,32 ^b ± 0,05
Açúcares Totais (g/100g)	14,15 ^a ± 0,35	----	----	12,88 ^b ± 0,10
Açúcares Redutores (g/100g)	5,24 ^a ± 0,22	----	----	7,99 ^b ± 0,14
Açúcares não redutores (g/100g)	8,91 ^a ± 0,21	----	----	4,89 ^b ± 0,16

*Valores médios de três repetições.

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$).

Durante o tempo de estocagem de 90 dias à temperatura ambiente, o pH variou significativamente somente no tempo de 30 dias, depois sofreu discreto aumento e permaneceu sem alterações significativas.

O teor de sólidos solúveis se mostrou constante até os 30 dias iniciais, depois sofreu um declínio significativo, mas então permaneceu inalterado até 90 dias. Analisando-se simultaneamente os dados de açúcares, nota-se que houve uma perda de açúcares totais no néctar, que refletiu na queda dos valores de Brix. Inicialmente, os valores de açúcares *não redutores* eram maiores que os *redutores* no néctar, em consequência da adição de sacarose na formulação do produto. Durante os 90 dias de armazenamento, houve queda significativa dos teores de *não redutores* com um aumento, também significativo, dos *redutores*. Isso pode sugerir atividade fermentativa no néctar.

Não houve variação significativa quanto aos teores de taninos no produto ao longo dos 90 dias.

Quanto aos carotenóides totais, observou-se uma queda significativa em 30 dias. Entretanto, apesar dos teores encontrados se apresentarem sempre menores ao longo do tempo, a partir de 30 dias não se observou mais nenhuma variação significativa.

3.2.2 Análise colorimétrica

Os parâmetros de Hunter para cor têm mostrado que são válidos na descrição visual da deterioração da cor e úteis no controle de qualidade de frutas e produtos de frutas (MOURA et al., 2001)

A Tabela 7.3 apresenta os resultados obtidos para o néctar misto ao longo do tempo de estocagem.

Tabela 7.3. Valores da luminosidade (L^*), das coordenadas (a^* e b^*) e diferenças em relação ao tempo zero (ΔE^*) para estocagem do néctar misto.

Dias	Parâmetros			
	L^*	a^*	b^*	ΔE^*
0	$53,48^a \pm 0,15$	$8,09^a \pm 0,08$	$32,19^a \pm 0,85$	----
30	$52,22^b \pm 0,08$	$7,31^b \pm 0,06$	$29,29^b \pm 0,11$	3,33
60	$49,84^c \pm 0,14$	$7,90^c \pm 0,06$	$26,48^c \pm 0,08$	6,84
90	$50,68^d \pm 0,01$	$7,62^d \pm 0,04$	$26,71^c \pm 0,02$	6,32

**Valores médios de três repetições.

Médias com letras iguais não apresentam diferença significativa (Tukey a $p \leq 0,05$)

Nota-se que os valores da luminosidade e do parâmetro a^* variaram significativamente ao longo da estocagem do produto. Para o parâmetro b^* , as variações também foram significativas até o tempo de 60 dias, mantendo-se constante no último mês. De fato, a coloração do produto sofreu modificações e, visualmente, percebeu-se o escurecimento e perda da intensidade da cor amarela (parâmetro b^*).

Os valores de ΔE^* mostram a variação total entre as amostras em relação a um padrão, no caso, o tempo zero. A partir dos 60 dias, obteve-se valores na ordem de 6. Segundo Lee e Coates (2003), um ΔE^* de 2 já pode ser bastante significativo em amostras de sucos tratados termicamente.

3.2.3 Análises microbiológicas

Os resultados das análises microbiológicas realizadas ao longo da estocagem podem ser visualizados na Tabela 7.4.

Tabela 7.4. Resultados das análises microbiológicas* durante o armazenamento.

	Tempo de estocagem (dias)			
	0	30	60	90
Bactérias Mesófilas	1,33UFC/2mL	5,33UFC/2mL	6UFC/2mL	3,66UFC/2mL
Bolores e Leveduras	1UFC/2mL	5,33UFC/2mL	0,66UFC/2mL	19UFC/2mL
Bactérias Lácticas	<1UFC/2mL	<1UFC/2mL	<1UFC/2mL	<1UFC/2mL
Coliformes Totais	<3NMP/g	-----	----	----

* Médias das análises em três garrafas escolhidas aleatoriamente no lote.

A ANVISA, através da Resolução – RDC nº12, de 2 de janeiro de 2001, regulamenta os padrões microbiológicos sanitários para alimentos e para bebidas não alcoólicas (refrescos, sucos e néctares adicionados ou não de conservadores e prontos para consumo) e estabelece padrões somente para coliformes fecais e salmonella (BRASIL, 2001).

O mesmo órgão, através da Portaria nº451, de 19 de setembro de 1997, estabelece para sucos e refrescos *in natura* o valor máximo de 104/mL para contagem de bolores e leveduras (BRASIL, 1997). Partindo do princípio que o néctar foi tratado termicamente, os valores esperados devem ser menores que o estabelecido para um suco *in natura*. Os valores obtidos foram bastante satisfatórios, porém, chama-se à atenção para o aumento de bolores e leveduras no último mês.

O histograma apresentado na Figura 7.3 mostra de maneira mais clara, os resultados obtidos para as variações de bolores e leveduras e contagem total de bactérias mesófilas ao longo do tempo.

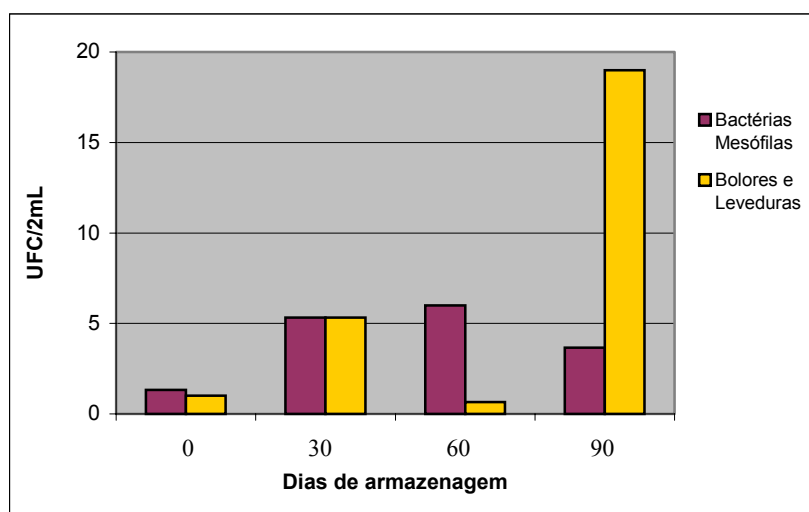


Figura 7.3. Histograma das contagens de bactérias mesófilas e bolores e leveduras ao longo do armazenamento.

Os resultados observados no histograma refletem a média de garrafas escolhidas aleatoriamente no lote estocado, o que explica a variação entre 30 e 60 dias. Apesar de se observar um crescimento em 30 dias, as garrafas analisadas em 60 dias não possuíam a mesma carga microbológica, principalmente em relação a bolores e leveduras.

Observa-se que existe a presença de bactérias mesófilas, mas pelo histograma nota-se uma estabilidade, não indicando crescimento acentuado em 3 meses de estocagem. Apesar de não haver limites específicos na legislação, a realização desta análise é muito utilizada como indicador da qualidade higiênica do produto, bem como é um indicativo sobre o tempo útil de conservação.

O mesmo não pode ser afirmado quanto aos bolores e leveduras, o meio é propício ao seu crescimento e em 90 dias, observou-se um crescimento significativo nas garrafas avaliadas (Figura 7.3).

Apesar do produto ter sido pasteurizado e envasado em fluxo laminar houve contaminação por bolores termoresistentes. Isso foi percebido aos 75 dias de estocagem, pela formação de películas brancas na superfície de cinco garrafas isoladas. Em duas, houve formação de gás com estufamento do botão de segurança na tampa metálica. As cinco garrafas que sofreram a anormalidade representavam 11,90% do lote. A Tabela 7.5 mostra os resultados da análise microbiológica obtida para uma das garrafas.

Tabela 7.5. Resultados da análise microbiológica realizada em garrafa visualmente alterada aos 75 dias de estocagem do néctar misto.

Análises	Resultados
Bactérias Mesófilas	$1,24 \times 10^5$ UFC/g
Bolores e Leveduras	$1,61 \times 10^5$ UFC/g
Bactérias Lácticas	<1UFC/g

Os valores das contagens apresentadas são elevados, com exceção das bactérias lácticas que não apresentaram crescimento.

Paralelamente as análises citadas, preparou-se uma lâmina na tentativa de identificação do fungo presente no néctar. Primeiramente, uma das placas usadas para contagem de bolores e leveduras foi mantida a 23°C por aproximadamente 25 dias para o crescimento acentuado dos bolores presentes.

Visualmente, percebeu-se tratar de somente um tipo de bolor, com coloração amarela-esverdeada. Dentro da placa, colocou-se lamínulas e com o passar do tempo, os bolores recobriram essas lamínulas. Assim, elas foram retiradas, colocadas em lâminas e coradas (corante Fucsina Ácida). Analisou-se a estrutura dos bolores em microscópio OLYMPUS BX40 com sistema de foto micrografia Pm-10AK3 OLYMPUS.

Pelas características observadas em microscópio (Figura 7.4), acredita-se se tratar de fungo do gênero *Byssochlamys*, especialmente *B.fulva*. Entretanto, não foram desenvolvidas técnicas mais específicas para identificação e confirmação da espécie.

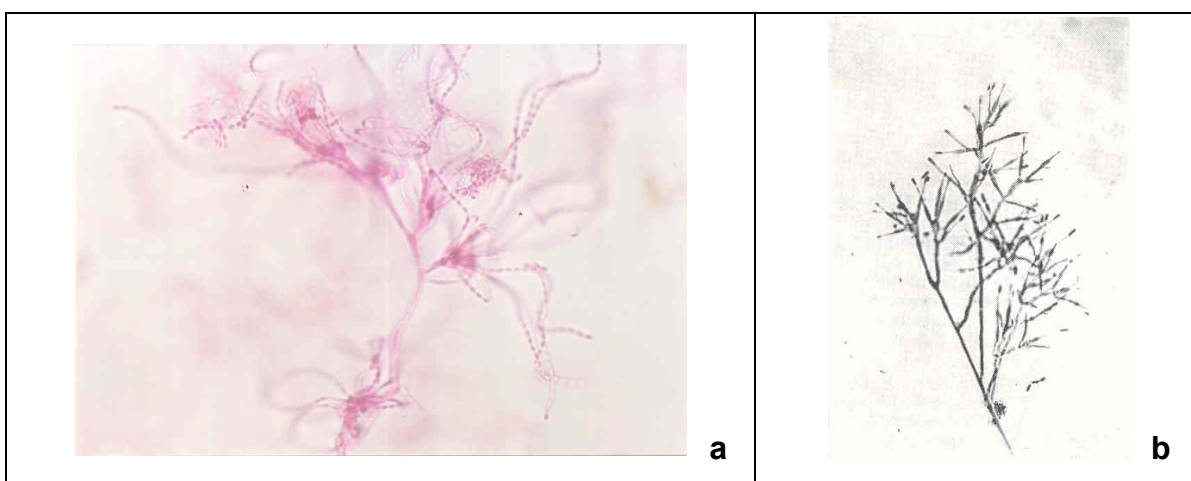


Figura 7.4. (a) Imagem obtida de lâmina preparada a partir do fungo encontrado no néctar (aumento de 560x). (b) Estrutura do *Byssochlamys fulva* (SMITH, 1963).

Os fungos filamentosos, na sua maioria, são pouco resistentes ao calor, uma vez que este destrói facilmente conídios e hifas. As poucas espécies termo-resistentes produzem ascósporos, sendo que a maior parte das deteriorações em alimentos provocadas por elas são devidas à sobrevivência de ascósporos ao tratamento da pasteurização. A pasteurização aplicada a produtos vegetais ácidos ativa ascósporos dormentes, com posterior germinação e crescimento dos fungos termo-resistentes ocasionando deterioração no produto final (BAGLIONI et al., 1999).

Fungos termo-resistentes são freqüentemente relatados como causadores de problemas na estocagem de produtos processados à base de frutas, como os sucos de frutas, geralmente conservados pela pasteurização. As espécies mais envolvidas nessas deteriorações são *Byssochlamys fulva*, *Byssochlamys nivea*, *Neosartorya fischeri* e *Talaromyces flavus* (VALIK e PIECKOVÁ, 2001; KU e HANG, 1994; PITT e HOCKING, 1999)

De acordo com Taniwaki e Silva (1996), as espécies de *Byssochlamys* também podem produzir dióxido de carbono quando crescem sob condições de baixo teor de oxigênio, provocando o estufamento das embalagens de suco, bem como deterioração visualmente perceptíveis em recipientes transparentes, ou ainda, deterioração em frutas enlatadas ou engarrafadas.

O tempo de redução decimal de *B. fulva* a temperatura de 90°C encontra-se em torno de 1 a 12 minutos, dependendo da cepa, pH, aw, presença de conservadores e níveis de açúcares. A espécie produz a micotoxina ácido bissoclâmico e patulina (PITT e HOCKING, 1999).

3.2.4 Análise Sensorial

A avaliação sensorial de um produto durante o seu armazenamento é um ponto fundamental, pois de nada adianta ter um produto com características físico-químicas e microbiológicas aceitáveis e ter perdas consideráveis na qualidade sensorial do mesmo.

Assim, usualmente os estudos de vida de prateleira envolvem a análise sensorial, observando alterações na qualidade e o tempo que o alimento leva para se deteriorar até o limite que o torna inaceitável.

Dependendo do produto testado, uma escala da medida sensorial pode ser utilizada e o critério adotado para o término do acompanhamento. Exemplificando, Teixeira e Monteiro (2004) assumiram nota de corte igual a 5 para as médias de aceitação em suco de laranja concentrado e congelado.

A Tabela 7.6 apresenta os resultados sensoriais obtidos. Convém ressaltar que a análise no tempo de 90 dias não foi realizada, devido aos problemas microbiológicos, já mencionados no item 3.2.3.

Tabela 7.6. Médias* dos resultados sensoriais atribuídos ao néctar misto ao longo da estocagem.

Tempo (dias)	Cor	Impressão Global	Intenção de Compra
0	6,96 ^a	7,63 ^a	4,53 ^a
30	6,03 ^a	6,45 ^b	4,00 ^a
60	5,40 ^c	5,91 ^c	3,42 ^b

*Médias seguidas de letras iguais em uma mesma coluna não diferem significativamente para o teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Nota-se que, de uma maneira geral, as médias de aceitação caíram ao longo do tempo. Entretanto, para o atributo COR e INTENÇÃO DE COMPRA, essa queda só foi significativa aos 60 dias.

Quanto à IMPRESSÃO GLOBAL, percebe-se que nos meses de armazenagem, a aceitação do produto apresentou uma queda significativa, o que indica que os provadores conseguiram detectar diferenças sensoriais que afetaram a qualidade final.

Em conjunto com as notas obtidas, os provadores em sua maioria, aos 60 dias, relataram sentir nas amostras uma acidez mais intensa e que a cor da amostra estava cada vez mais escura, tendendo para o amarelo-amarronzado.

A Figura 7.5 mostra o comportamento sensorial do produto ao longo da estocagem.

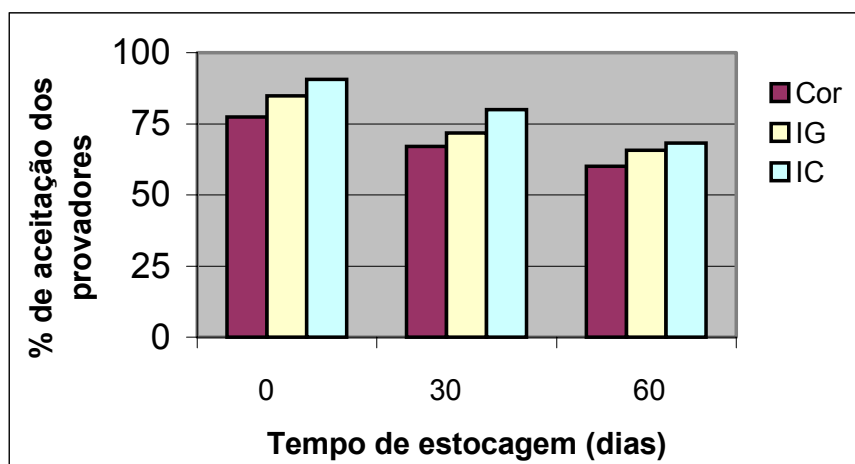


Figura 7.5. Percentual de aceitação dos atributos ao longo dos dias de armazenamento.

Observa-se o mesmo comportamento para os três atributos, com queda no percentual de aceitação pelos provadores. Entre o tempo inicial e final, as quedas foram de 17,36%, 19,07% e 22,39% para os atributos de COR, IMPRESSÃO GLOBAL E INTENÇÃO DE COMPRA, respectivamente.

4. CONCLUSÕES

O néctar misto de umbu e cajá desenvolvido apresentou uma boa aceitação sensorial de 84,76% em relação à impressão global e uma excelente intenção de compra com 90,62% dos provadores respondendo positivamente.

O produto confere um valor energético de 68,16kcal/100g, sendo considerado ácido, rico em taninos e representando uma boa fonte de vitamina C.

O tratamento térmico empregado 90°C/60s mostrou-se eficiente até 60 dias de estocagem em temperatura ambiente. Após esse período, o néctar apresentou crescimento de bolores, o que causou alterações significativas em suas qualidades organolépticas.

As alterações encontradas no decréscimo e proporção de açúcares no néctar aos 90 dias são um forte indício do início de uma fermentação.

Alterações significativas na cor foram observadas tanto instrumentalmente quanto sensorialmente, o que era esperado, devido à embalagem transparente e as inúmeras reações que podem degradar carotenóides expostos à luz. Testes de estabilidade usando outros tipos de embalagem e filtros para luz devem ser testados.

Os problemas microbiológicos encontrados também podem estar relacionados com o escurecimento da amostra, assim como alterações enzimáticas.

Sensorialmente, a equipe de provadores ao final de 60 dias indicou uma aceitação em termos globais de 65,60% e intenção de compra para o produto de 68,4%.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AOAC.ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. Edited by Patricia Cunniff .16^a ed. 3 rd,v.2.cap.37, 1997.

AOAC.ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 14^a ed. Arlington, VA, USA, 1984.

BAGLIONI, F.; GUMERATO, H.F.; MASSAGUER, P.R. Ocorrência de fungos filamentosos termo-resistentes em polpa de tomate envasada assepticamente. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.2, p. 258-263, mai/ago., 1999.

BISPO, E.S. **Estudos de produtos industrializáveis de Umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara)**. 1989. 119p. Dissertação (Mestre em Engenharia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 1989.

BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados**. 1990. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas. 1990.

BLIGH, E.G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extration and purification. **Can.J.Biochem.Physi**, (37): 911-917, 1959.

BOBBIO, P.A.; BOBBIO, F.O. **Química do processamento de alimentos**. 3 ed. São Paulo: Editora Varela, 2001. 143p.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Portaria nº451 de 19/09/1997. Regulamento técnico, Princípios Gerais para Estabelecimento de Critérios e Padrões Microbiológicos para Alimentos e seus Anexos, I, II e III, 1997. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria de Vigilância Sanitária. Disponível em www.anvisa.gov.br.

BRASIL. Ministério de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Resolução RDC nº12 de 02/01/2001. Regulamento técnico sobre padrões microbiológicos para alimentos, 2001. **Diário Oficial**. Brasília, Secretaria de Vigilância Sanitária. Disponível em www.anvisa.gov.br.

BURNETTE, F.S. Peroxidase and its relationship to food flavour and quality: review. **Journal of Food Science**, v.42, p.1-6, 1977.

CARDELLO, H.M.A.B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangifera indica* L.) var.Haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Campinas, v.18, n.2, p. 211-217, mai./jul., 1998.

CURIALE, M.S. Shelf-life evaluation analysis. **Dairy, Food and Environmental Sanitation**. Des Moines, v.11, n.7, p.364-369, jul, 1991.

DA SILVA, A.P.V.da; MAIA, G.A.; OLIVEIRA, G.S.F.; FIGUEIREDO, R.W.; BRASIL, I.M. Estudo da produção do suco clarificado de cajá (*Spondias lutea* L.). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.19, n.1, p.33-36, jan/apr., 1999.

DAVIES, B.H. Carotenoids. IN GOODWIN, T.W. Ed. Chemistry and Biochemistry of Plant Pigments. 2^o ed., London. **Academic Press**. v.2, 1976.

DETHMERS, A.E. Utilizing sensory evaluation to determine product shelf life. **Food technology**, Chicago, v.33, n.9, p.40-42, set., 1979.

HAMANO, P.S.;MERCADANTE, A.Z. Compositions of carotenoids from commercial products of caja (*Spondias lutea*). **Journal of Food Composition and Analysis**, v.14,p.335-343, ago.,2001.

IADEROZA, M.;DRAETTA, I.S. Enzimas e Pigmentos – influências e alterações durante o processamento. In: Industrialização de frutas. **Manual Técnico**. ITAL. Campinas: 1991. nº8, p.17-31.

KU, M.A.; HANG,Y.D. Lipolytic enzyme activity of *Byssoschlamys fulva*. **Lebensm.-Wiss. U.-Technol.**, v.27, 1994. Disponível em <www.elsevier.com/locate/lwt> Acesso em: 02 nov. 2004

LABUZA, T.P. The effect of water activity on reaction kinetics of food deterioration. **Food technology**, Chicago, v.34, n.4, p.36-41, 1980.

LEE, H.S.;COATES,G.A. Effect of thermal pasteurization on Valencia orange juice color and pigments. **Lebensm.-Wiss. U.-Technol.**, v.36, 2003. Disponível em www.elsevier.com/locate/lwt. Acesso em: 02 nov. 2004

MOURA,S.C.S.R.de.;VITALI,A.A.;ALMEIDA,M.E.M.de.;BERBARI,S.A.G.;SIGRIST, J.M.M. Cinética de degradação de polpas de morango. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v.4,n.1,p.115-121, 2001.

PEREIRA, A.M. **Purificação e caracterização da peroxidase do taperebá (*Spondias lútea* L.)**. 2003. 80p. Tese (Doutor em Ciências dos Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2003.

PITT, J.J; HOCKING, A.D. **Fungi and Food Spoilage**. 2.ed. Sydney: Aspen Publication, 1999. 413p.

RESENDE, J.M.; ANJOS, J.B.; REIS, C.S.; CAVALCANTI, N.B.; FLORI, J.E.; SAGGIN JR, O.J. Extração do suco de umbu (*Spondias Tuberosa* A.C.) por saturação de vapor: caracterização química do suco e do resíduo. In: XVII CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, v.3. 2000. **Livro de Resumos**. Fortaleza: 2000. p.9.5.

RODRIGUEZ-AMAYA, D.B. A guide to carotenoid analysis in foods. Washington: ILSI Press, 1999. 64p.

SHAW, P.E.; NAGY, S.; ROUSEFF, R.L. The self life of citrus products. In: CHARALAMBUUS, G. (Ed). Shelf life studies of foods and beverages: chemical, biological, physical and nutritional aspects. Amsterdam: Elsevier, 1993. p.755-778.

SMITH, G. **Introducción a la Micología Industrial**. Editorial Acribia Zaragoza, 1963. 443p.

STONE, H. S.; SIDEL, J. L. **Sensory evaluation practices**. Florida: Academic Press, 1985. Cap. 7: Affective testing, p. 227-252.

TANIWAKI, M.H.; SILVA, N.da. **Fungos deterioradores de alimentos: ocorrência e detecção**. Campinas: ITAL, 1996. 74p.

TEIXEIRA, M.; MONTEIRO, M. Avaliação da vida de prateleira de suco de laranja concentrado e congelado. In: XIX CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 2004. **Livro de Resumos**. Recife: 2004. cd-rom.

UMME, A.; BAMBANG, S.S.; SALMAH, Y.; JAMILAH, B. Effect of pasteurisation on sensory quality of natural soursop puree under different storage conditions. **Food Chemistry**, v.75, p.293-301, 2001.

USDA. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Composition of foods. Agricultural Research Center Service. Washington. D.C. U.S.A. **Agriculture handbook** nº 8, 1963.190p.

VALÍK, L.;PIECKOVÁ, E. Growth modelling of heat-resistant fungi: the effect of water activity. **International Journal of Food Microbiology**, v.63, p-11-17, jan., 2001.

VÁMOS-VIGYÁZÓ, L. Polyphenoloxidase and peroxidase in fruits and vegetables. **CRC Criticals Reviews in Food Science and Nutrition**, v.15, p.49-127, 1981.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER,D.F. Compendium of Methods for the microbiological examination of food. 3^o ed. **American Public Health Association** (APHA). Washington, 1992. 1219p.

ANEXOS

Anexo 6.1 – Questionário aplicado na triagem dos provadores.

Nome:

Endereço:

Telefones: res.

trab.

cel.

1. Você é aluno (graduação, pós, especial) ou funcionário?
2. Há algum dia na semana no qual você não esteja disponível para participar das sessões de sensorial?
3. Você planeja tirar férias no período de janeiro a abril?
4. Você tem: ☐ diabetes
☐ hipoglicemia
☐ alguma alergia
☐ hipertensão
5. Você está tomando algum medicamento que afete sua percepção sensorial (gosto, aroma)?
6. Você está fazendo alguma dieta de restrição alimentar? Explique.
7. Qual seu alimento preferido?
8. Qual alimento você não gosta?
9. Você não pode comer algum tipo de alimento? Qual(is)?
10. Você é acostumado a tomar sucos de fruta?
11. Como você descreveria a diferença entre sabor e aroma?
12. Descreva algumas características de suco de laranja.
13. Descreva algumas características de suco de maçã. (Outras sugestões)
14. Alguém da sua família ou do seu grupo mais próximo de amigos trabalha numa indústria alimentícia? Explique.

Anexo 6.2 – Fichas sensoriais aplicadas para a realização do “Matching Test”

Nome:

Data:

Email:

Por favor, PROVE as amostras do primeiro grupo que lhe foi apresentado. Procure descrever o GOSTO percebido. Em seguida prove as amostras do segundo grupo e indique quais delas correspondem às do primeiro grupo escrevendo o código da amostra do segundo grupo em frente ao código da amostra correspondente do primeiro grupo. Também descreva o gosto percebido nas amostras não correspondentes (do segundo grupo).

Primeiro grupo

Segundo grupo

Descrição

Nome:

Data:

Email:

Por favor, CHEIRE as amostras do primeiro grupo que lhe foi apresentado. Procure descrever o AROMA percebido. Em seguida cheire as amostras do segundo grupo e indique quais delas correspondem às do primeiro grupo escrevendo o código da amostra do segundo grupo em frente ao código da amostra correspondente do primeiro grupo. Também descreva o aroma percebido nas amostras não correspondentes (do segundo grupo).

Primeiro grupo

Segundo grupo

Descrição

Anexo 6.3 – Fichas sensoriais aplicadas para a realização dos Testes de Intensidade.

Nome:
Email:

Data:

Por favor, prove as amostras e indique na escala correspondente a cada amostra a intensidade de DOÇURA percebida.

Código da Amostra

_____	-----
	nenhuma forte
_____	-----
	nenhuma forte
_____	-----
	nenhuma forte
_____	-----
	nenhuma forte

Nome:
Email:

Data:

Por favor, prove as amostras e indique na escala correspondente a cada amostra a intensidade da ACIDEZ percebida.

Código da Amostra

_____	-----
	nenhuma forte
_____	-----
	nenhuma forte
_____	-----
	nenhuma forte
_____	-----
	nenhuma forte

Anexo 6.4 – Ficha sensorial aplicada para o levantamento de termos descritores das amostras (Método de Rede)

Nome: _____	Data: _____
Por favor, prove as duas amostras quanto à aparência, aroma, sabor e textura e indique em que elas são similares e em que são diferentes.	
Amostras: _____ e _____	
SIMILARIDADESDIFERENÇAS	
Aparência:	
Aroma:	
Sabor:	
Sensação Bucal:	

Anexo 6.5 – Definições e materiais de referência dos descritores adotados para o néctar misto de umbu e cajá .

Descritor	Definição	Referência
APARÊNCIA		
Cor amarela mostarda	Cor associada à variação de tonalidade da cor amarela observada na superfície da bebida.	Fraca: mistura diluída das polpas comerciais de cajá e umbu. (14% umbu + 14% cajá + 72% água filtrada) L* 50,80 a* 3,00 b* 22,43 Forte: mistura das polpas de cajá e umbu. (25% umbu + 44% cajá + 15% água filtrada + 11,5% açúcar+ 4,5%) L* 50,23 a* 7,78 b* 27,37
Consistência visual	característica associada a viscosidade do néctar quando analisado visualmente.	Pouco: néctar de manga com 11° BRIX, formulado a partir de polpa da marca BRASFRUIT. Muito: polpa integral de manga da marca BRASFRUIT.
AROMA		
Aroma de cajá	característica associada ao aroma de polpa de cajá	Fraco: néctar de cajá com 15° BRIX (16% de polpa de cajá da marca RICAELI + 81% de água filtrada + 3% de açúcar) Forte: néctar de cajá com 15° BRIX (68% de polpa de cajá da marca RICAELI + 20% de água filtrada + 12% de açúcar)
Aroma de umbu	característica associada ao aroma de polpa de umbu	Fraco: néctar de umbu com 15° BRIX (6% de polpa de umbu da marca RICAELI + 88% de água filtrada + 6% de açúcar) Forte: néctar de umbu com 15° BRIX (68% de polpa de umbu da marca RICAELI + 20% de água filtrada + 12% de açúcar)
Aroma doce	característica associada ao aroma de sacarose	Fraco: 10 % de polpa de cajá da marca RICAELI + 7% de polpa de umbu da marca RICAELI + 81% de água filtrada + 1% de açúcar. Forte: 8 % de polpa de cajá da marca RICAELI + 6% de polpa de umbu da marca RICAELI + 63% de água filtrada + 3,5% de frutose + aquecimento por 5 minutos.
Aroma ácido	característica associada ao aroma de ácido cítrico	Fraco: 6 % de polpa de cajá da marca RICAELI + 4% de polpa de umbu da marca RICAELI + 90% de água filtrada.

		Forte: 22 % de polpa de cajá da marca RICAELI + 15% de polpa de umbu da marca RICAELI + 63% de água filtrada + 0,55% de ácido cítrico PA.
SABOR		
Sabor de cajá	característica associada ao sabor de polpa de cajá	Fraco: néctar de cajá com 15° BRIX (12% de polpa de cajá da marca RICAELI + 78% de água filtrada + 10% de sacarose) Forte néctar de cajá com 15° BRIX (50% de polpa de cajá da marca RICAELI + 39% de água filtrada + 11% de sacarose)
Sabor de umbu	característica associada ao sabor de polpa de umbu	Fraco: néctar de umbu com 15° BRIX (14% de polpa de umbu da marca RICAELI + 73% de água filtrada + 13% de açúcar) Forte: néctar de umbu com 15° BRIX (29% de polpa de umbu da marca RICAELI + 59% de água filtrada + 12% de açúcar)
Gosto doce	característica associada à sacarose	Fraco: solução de sacarose 25g/L Forte: solução de sacarose 80g/L
Gosto ácido	característica associada ao ácido cítrico	Fraco: 10% de polpa de umbu da marca RICAELI + 5% de polpa de cajá da marca RICAELI + 85% de água filtrada. Forte: 36% de polpa de umbu da marca RICAELI + 19% de polpa de cajá da marca RICAELI + 45% de água filtrada
SENSAÇÃO BUCAL		
Viscosidade	sensação associada à características mecânicas – texturais, relacionada a resistência da bebida em fluir.	Pouca: água filtrada Muita: 45% de polpa de cajá da marca RICAELI + 45% de polpa de umbu da marca RICAELI + 10% de açúcar
Adstringência	sensação associada à secura na boca provocada pelo néctar	Pouca: 0,15g de ácido tânico por litro Muita: 0,5g de ácido Tânico por litro

Anexo 6.6 - Ficha sensorial aplicada nos treinamentos e na análise final das amostras.

NOME: _____ DATA: _____
AMOSTRA: _____ REPETIÇÃO: _____

Você está recebendo uma amostra codificada de néctar misto de umbu e cajá. Por favor, avalie a intensidade de cada um dos termos descritos com um traço vertical nas escalas abaixo:

APARÊNCIA

Cor amarela mostarda | _____ |
Fraco Forte
Consistência visual | _____ |
Pouco Muito

AROMA

De cajá | _____ |
Fraco Forte
De umbu | _____ |
Fraco Forte
Doce | _____ |
Fraco Forte
Ácido | _____ |
Fraco Forte

GOSTO

Doce | _____ |
Fraco Forte
Ácido | _____ |
Fraco Forte

SABOR

De cajá | _____ |
Fraco Forte
De umbu | _____ |
Fraco Forte

SENSAÇÃO BUCAL

Viscosidade | _____ |
Pouco Muito
Adstringência | _____ |
Pouco Muito

Anexo 6.7 - Valores* de $p_{amostra}$ obtidos por 12 provadores em cada atributo no teste de seleção da equipe.

ATRIBUTOS	PROVADORES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
cor	0.6726	0.6202	0.0011	0.197	0.7308	0.107	0.8315	0.5255	0.6607	0.239	0.3240	0.446
cv	0.5000	0.7390	0.8173	0.465	0.4559	0.289	0.7903	0.1688	0.1875	0.269	0.8143	0.743
ac	0.3947	0.5225	0.2118	0.044	0.0557	0.390	0.2310	0.8581	0.4130	0.356	0.3490	0.159
au	0.9335	0.2544	0.2404	0.823	0.4341	0.026	0.0655	0.1662	0.8061	0.265	0.4449	0.655
ad	0.4286	0.8343	0.8971	0.551	0.1202	0.400	0.2053	0.3703	0.6579	0.896	0.6984	0.449
aa	0.8453	0.7116	0.8046	0.367	0.4659	0.118	0.1582	0.6938	0.4766	0.248	0.5643	0.135
gd	0.9100	0.9021	0.3360	0.039	0.2768	0.728	0.9404	0.7823	0.5622	0.618	0.2422	0.288
ga	0.3365	0.8084	0.1579	0.374	0.3500	0.740	0.5938	0.4663	0.0700	0.268	0.4724	0.387
sc	0.7666	0.9769	0.3828	0.041	0.2637	0.923	0.6172	0.9482	0.9875	0.239	0.9500	0.051
su	0.4344	0.8090	0.0105	0.198	0.7975	0.204	0.8967	0.4780	0.927	0.101	0.9406	0.062
Vi	0.8750	0.8804	0.7330	0.471	0.6091	0.660	0.1416	0.6869	0.0636	0.863	0.6592	0.066
ads	0.5781	0.6805	0.9171	0.640	0.4766	0.575	0.0126	0.5909	0.0429	0.249	0.0455	0.821
Total de Acertos	41,7%	8,3%	58,3%	75%	75%	58,3%	50,0%	41,7%	50,0%	75%	50%	75%

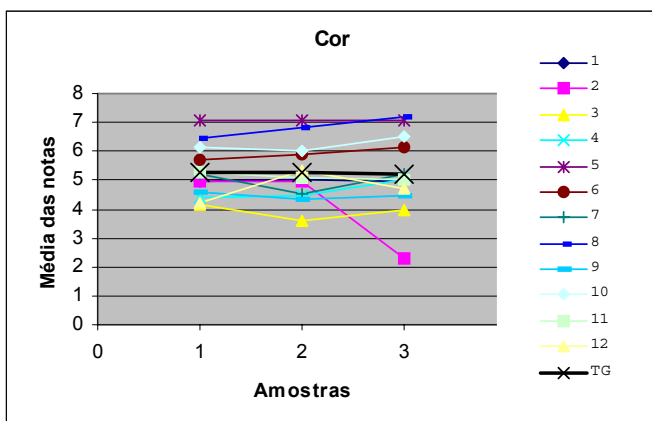
* em destaque, resultados considerados satisfatórios ($p_{amostra} < 0,50$)

Anexo 6.8 - Valores* de $p_{\text{repetições}}$ obtidos por 12 provadores em cada atributo no teste de seleção da equipe.

ATRIBUTOS	PROVADORES											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
cor	0.6914	0.5368	0.1835	0.2412	0.9388	0.9175	0.8329	0.5131	0.7735	0.9261	0.3140	0.8075
cv	0.5601	0.3539	0.8448	0.4907	0.7852	0.0572	0.4226	0.2254	1.000	0.2374	0.1139	0.2697
ac	0.8712	0.3491	0.6621	0.6621	0.2167	0.6469	0.8688	0.6469	0.6914	0.5391	0.3200	0.9271
au	0.8557	0.1408	0.0310	0.2403	0.2136	0.3175	0.8218	0.6279	0.7318	0.1446	0.4982	0.4045
ad	0.7072	0.7154	0.6595	0.1835	0.1074	0.5413	0.4380	0.2999	0.2507	0.2136	0.2498	0.1245
aa	0.4081	0.5252	0.2731	0.6854	0.9359	0.4097	0.7278	0.0893	0.9098	0.3479	0.7343	0.1792
gd	0.7513	0.7693	0.9514	0.1139	0.4422	0.2637	0.9794	0.4365	0.3909	0.9580	0.4263	0.4484
ga	0.6680	0.7205	0.5799	0.4228	0.7060	0.8148	0.7295	0.5771	0.1732	0.5884	0.4157	0.2275
sc	0.8678	0.6313	0.2421	0.5150	0.2131	0.3487	0.6180	0.8547	0.6254	0.2704	0.8399	0.2892
su	0.9912	0.4571	0.0533	0.5728	0.2541	0.8600	0.9521	0.1407	0.5991	0.3400	0.4788	0.5799
vi	0.3715	0.5657	0.6968	0.3468	0.3463	0.1192	0.3119	0.8595	0.1181	0.4296	0.9129	0.3701
ads	0.5784	0.6602	0.9618	0.1192	0.9548	0.0234	0.1181	0.6349	0.0955	0.0588	0.0094	0.4037
Total de Acertos	100%	100%	91,7%	100%	100%	83,3%	100%	91,7%	91,7%	91,7%	91,7%	100%

* em destaque, resultados considerados satisfatórios ($p_{\text{repetições}} > 0,05$)

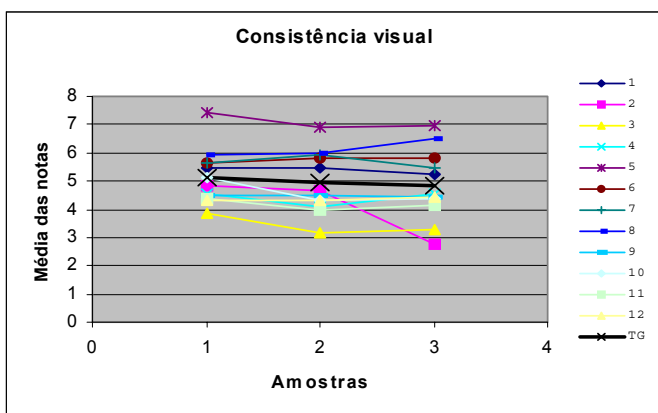
Anexo 6.9 – Avaliação sensorial de cada atributo realizado por 12 provadores, mostrando a interação amostra x provador (significativa a $p < 0,05$).



amos*prov: 0.0018

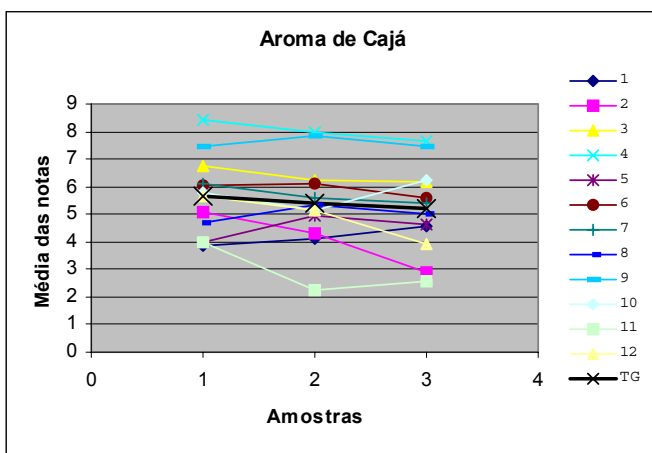
sem provador 2:
amos*prov: 0.8021

Figura 01. Avaliação sensorial da cor.



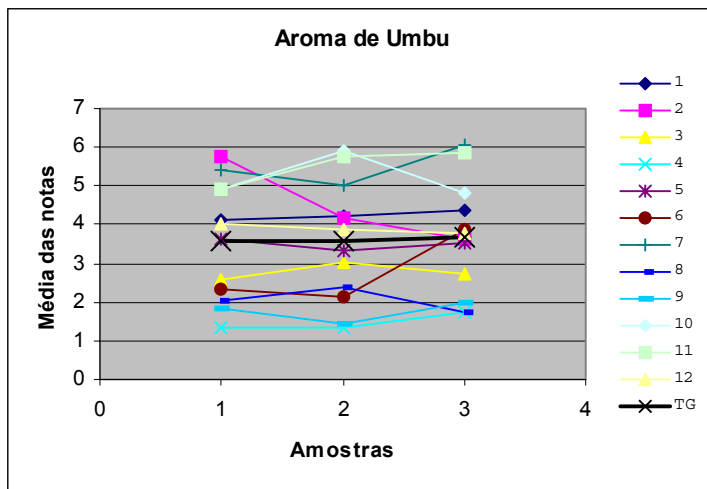
amos*prov: 0.1417

Figura 02. Avaliação sensorial da consistência visual.



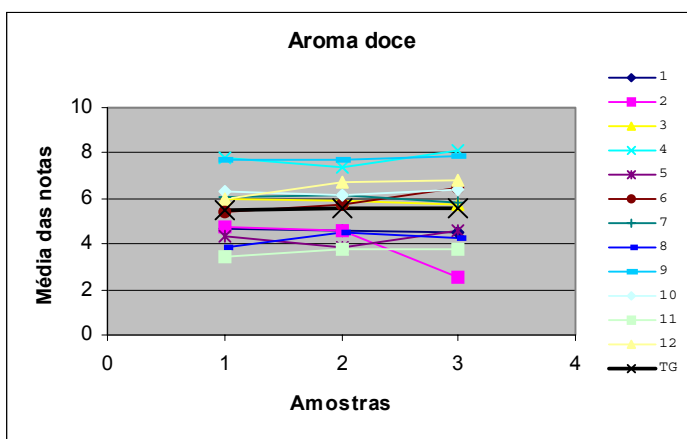
amos*prov: 0.4191

Figura 03. Avaliação sensorial do aroma de cajá.



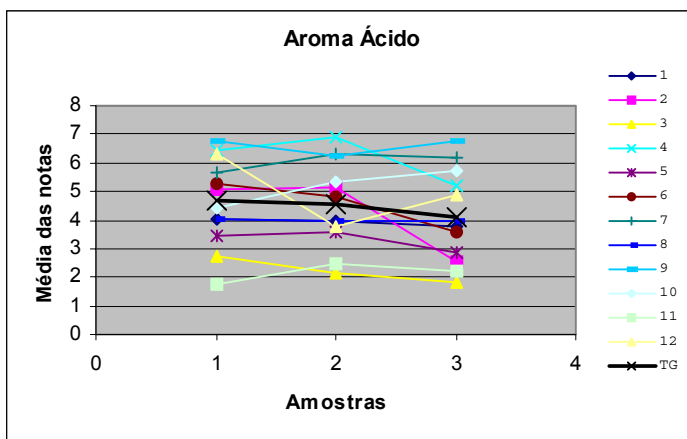
amos*prov: 0.6778

Figura 04. Avaliação sensorial do aroma de umbu



amos*prov: 0.3138

Figura 05. Avaliação sensorial do aroma doce



amos*prov: 0.0606

Figura 06. Avaliação sensorial do aroma ácido

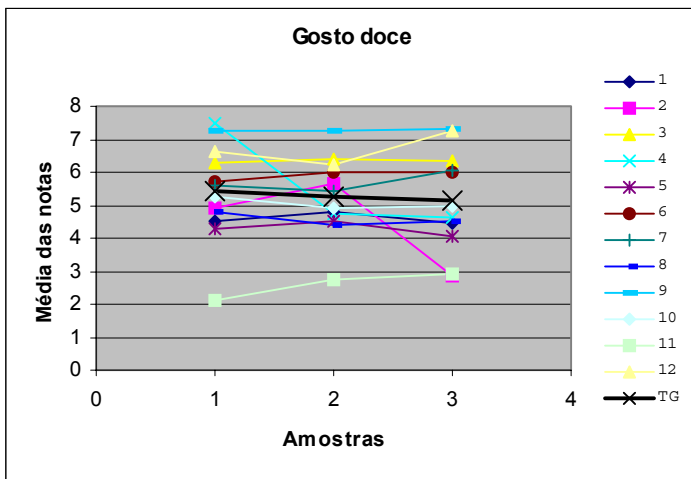


Figura 07. Avaliação sensorial do gosto doce

amos*prov: 0.0145

sem provador 2:
amos*prov: 0.1336

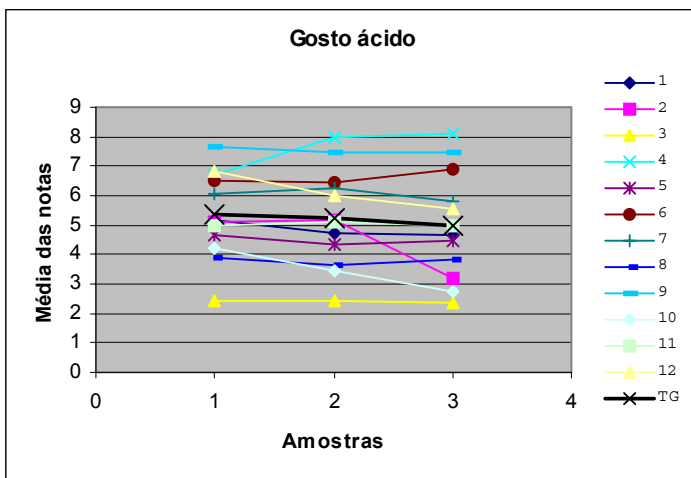


Figura 08. Avaliação sensorial do gosto ácido

amos*prov: 0.7372

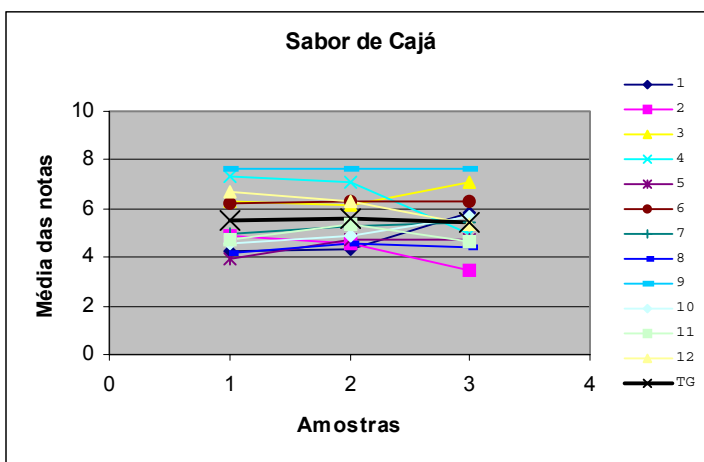
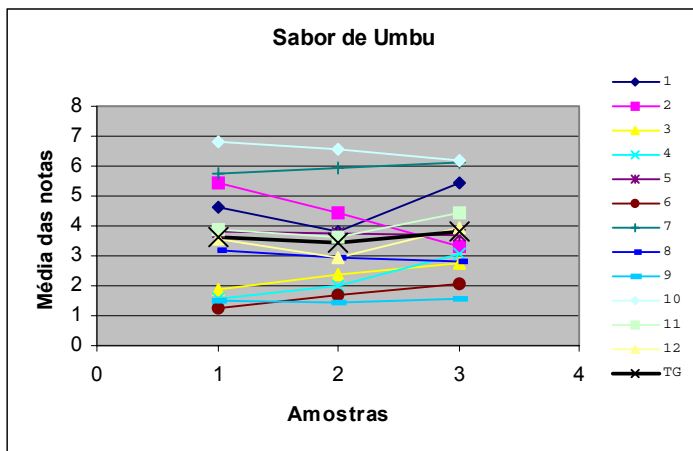


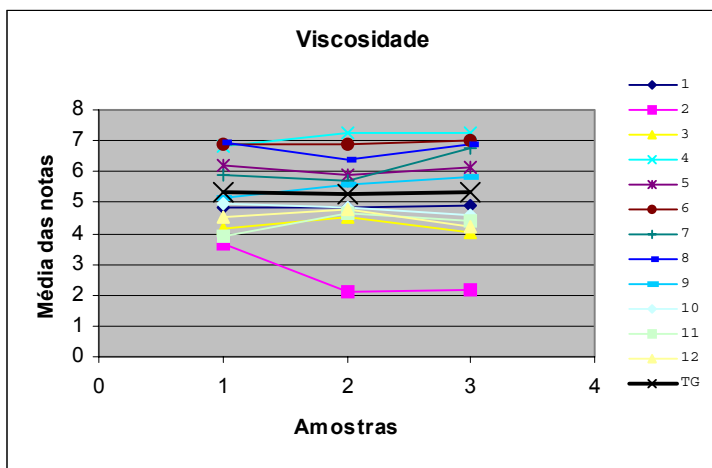
Figura 09. Avaliação sensorial do sabor de cajá

amos*prov: 0.1429



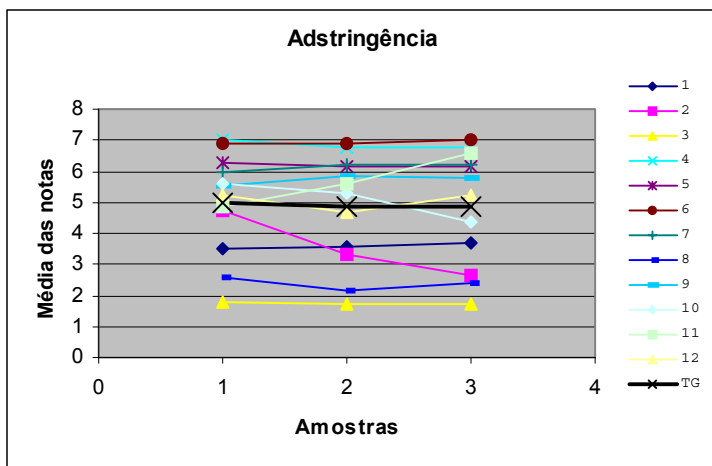
amos*prov: 0.3181

Figura 10. Avaliação sensorial do sabor de umbu



amos*prov: 0.2302

Figura 11. Avaliação sensorial da viscosidade



amos*prov: 0.5218

Figura 12. Avaliação sensorial da adstringência