



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE GELÉIA DE CAJÁ-
UMBU (*Spondias* spp.)**

Raquel Anne Ribeiro dos Santos

SÃO CRISTÓVÃO-SE
Julho/2011



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

**DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE GELÉIA DE CAJÁ-
UMBU (*Spondias* spp.)**

Raquel Anne Ribeiro dos Santos

Projeto de Pesquisa apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos como requisito parcial à obtenção do título de MESTRE EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS.

Orientador: Prof. Dr. Narendra Narain

Co-orientador: Prof. Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnelossi

Agência Financiadora: CNPq/CAPES

SÃO CRISTÓVÃO-SE
Julho/2011

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE

S237d Santos, Raquel Anne Ribeiro dos
Desenvolvimento e caracterização de geléia de cajá-umbu
(*Spondias* spp.) / Raquel Anne Ribeiro dos Santos. – São
Cristóvão, 2011.
121 f. : il.

Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)
– Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de
Alimentos, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa,
Universidade Federal de Sergipe, 2011.

Orientador: Prof. Dr. Narendra Narain.

1. Tecnologia de alimentos. 2. Geléia. 3. Cajá-umbu. I. Título.

CDU 664.856:634.442



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E
TECNOLOGIA DE ALIMENTOS

PARECER FINAL DO JULGAMENTO DA DISSERTAÇÃO DO MESTRADO

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE GELÉIAS DE
CAJÁ-UMBU (*Spondias* spp.)

Autor: Raquel Anne Ribeiro dos Santos

Orientador: Dr. Narendra Narain

Co-orientador: Dr. Marcelo Augusto Gutierrez Carnellosi

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Narendra Narain
Orientador/NUCTA - UFS

Prof.^a Dr.^a Alessandra Almeida Castro
Examinador Interno/NUCTA - UFS

Prof.^a Dr.^a Elma Regina Silva de Andrade-Wartha
Examinador Externo/NUT - UFS

“O destino, que conhece o desfecho de
cada drama, sorri dos nossos cálculos, e
choraria, se pudesse chorar, das
previsões humanas.”

Machado de Assis

VITAE DO CANDIDATO

Raquel Anne Ribeiro dos Santos, filha de José de Deus Santos e Maria Gilda Ribeiro dos Santos, nasceu no dia 20 de agosto de 1986, em Aracaju-Sergipe.

Formação acadêmica/Titulação: Em 2004 iniciou o curso de Engenharia de Alimentos, na Universidade Federal de Sergipe (UFS), concluindo-o em 2009. Foi bolsista de Iniciação à Extensão e Iniciação Científica, no período de 2007 a 2008 e 2008 a 2009, respectivamente. Em agosto de 2009, iniciou o Curso de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos na Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão/SE, sendo bolsista do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Frutos Tropicais (INCT-FT).

Nome em citações bibliográficas: SANTOS, R.A.R.

AGRADECIMENTOS

A Deus, primeiramente, por estar sempre ao meu lado me guiando, dando-me força, coragem e sabedoria.

A minha mãe, Maria Gilda, que em vida me amou, me ajudou, mas que até hoje sei que olha por mim e está muito feliz onde quer que esteja.

Ao meu pai, José de Deus, a minha irmã Rafaela e a toda minha família, por sempre me acolher, me proteger e ajudar nas minhas escolhas e a vencer os meus obstáculos.

Ao meu orientador Dr. Narendra Narain, por sua orientação, pela oportunidade concedida e por toda confiança e expectativa depositadas em mim.

Aos professores Dr. Marcelo Carnelossi, Dra. Maria Aparecida e Dra. Jane de Jesus, pelas co-orientações e por toda ajuda que me deram, imprescindíveis para a realização deste trabalho.

A professora Maria Lúcia, por sempre me acompanhar e me ajudar nos momentos de dúvida, pela confiança em mim e principalmente por tudo que me ensinou e ensinará.

Aos membros da banca examinadora Dra. Alessandra Almeida Castro e Dra. Elma Regina Silva de Andrade-Wartha pelo aceite e contribuições a este trabalho.

Aos meus amigos Anderson, Jennifer, Joice, Karen, Mari, Mércia, Suzane, Taciana e Terezinha, que me suportaram e sempre me ajudaram!!!!

A toda equipe do Laboratório de Análise de Flavor e do Laboratório de Tecnologia de Alimentos, pela ajuda e momentos de descontração.

Ao CNPq (Projeto do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia de Frutos Tropicais) e a CAPES, pelo apoio financeiro durante a vigência do curso;

E finalmente, mas não com menor importância, a todos os provadores que realizaram as análises sensoriais;

Ah! E aos críticos e a todos que direta e indiretamente contribuíram para o meu crescimento e ajudaram a chegar onde estou...

Muito obrigada!

RESUMO

O presente trabalho teve por objetivo otimizar as condições do processamento de geléia de cajá-umbu, determinar a influência do teor de pectina e polpa de fruta nas características sensoriais do produto e avaliar a qualidade do produto final através dos parâmetros físico-químicos (pH, sólidos solúveis totais, acidez total, ácido L-ascórbico, açúcar redutor e total, proteínas, cinzas, lipídeos, fibras, compostos fenólicos totais, carotenóides totais, cor, textura), microbiológicos (coliformes, bolores e leveduras), sensoriais (teste de aceitação e intenção de compra) e pelos compostos voláteis. Foram elaboradas 9 tipos de geléias com a variação do teor de polpa de fruta (40, 50 e 60%) e do teor de pectina (0,2, 0,4 e 0,6%) e fixando o teor de sólidos solúveis final de 63°Brix. Foi desenvolvido o perfil sensorial das 9 formulações e escolhidas as 3 geléias que melhor caracterizaram a viabilidade do processo. Os resultados obtidos mostraram que enquanto a variação do teor de pectina, entre 0,2 a 0,6%, não apresentou efeito significativo ($p \leq 0,05$) nos atributos sensoriais das geléias, a variação do teor de polpa de cajá-umbu foi significativa para as diferenças apresentadas entre as amostras, na maioria dos atributos sensoriais analisados. Os produtos obtidos apresentaram alto valor energético e uma concentração de compostos fenólicos, carotenóides, minerais e fibras, bem como uma qualidade microbiológica estável, além dos compostos voláteis característicos do aroma e sabor de fruta continuaram presentes nos produtos após o processamento térmico. Assim, as geléias elaboradas possuíam características favoráveis ao consumo, sendo a formulação com 50% de polpa e 0,2% de pectina a mais aceita pelos consumidores, representando uma opção a mais para o aproveitamento e comercialização da fruta cajá-umbu.

Palavras-chaves: Cajá-umbu, geléia, polpa, pectina, sensorial, compostos voláteis.

ABSTRACT

The present work aimed to optimize the processing conditions for the production of cajá-umbu jelly determine the influence of pectin content in fruit pulp and sensory characteristics of the product and evaluate the quality of the final product by determining physico-chemical, microbiological, sensorial and aroma (volatile compounds) characteristics. Nine different jellies with varying contents of fruit pulp (40, 50 and 60%) and pectin content (0.2, 0.4 and 0.6%) while setting the final soluble solids of 63°Brix. The sensorial profile was developed from 9 formulations and the 3 best jellies selected that characterized the viability of the process. The influence of the process on the final product quality was assessed based on physical-chemical, microbiological, sensory and volatile compounds from the three selected formulations. The results showed that while the change in pectin content, from 0.2 to 0.6%, had no significant effect ($p \leq 0.05$) on sensory attributes of jellies, the variation in pulp content of cajá-umbu was significant for the differences between the samples presented in most sensory attributes evaluated. The products obtained possessed high calorific value and concentration of phenolic compounds, carotenoids, minerals and fiber as well as a stable microbiological quality. In addition the volatile compounds characteristic of cajá-umbu fruit aroma and flavor were still present in the products after thermal processing. Thus, the jelly possessed favorable organoleptic characteristics for consumption, and the best product was obtained by using 50% pulp and 0.2% pectin which was accepted most by consumers, representing an additional option for the exploitation and marketing of fruit-cajá-umbu.

Keywords: Cajá-umbu, jelly, pulp, pectin, sensory.

SUMÁRIO

AGRADECIMENTOS	i
RESUMO.....	ii
ABSTRACT.....	iii
SUMÁRIO	iv
ÍNDICE DE TABELAS.....	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	ix
SÍMBOLOS E ABREVIACÕES.....	x
1. INTRODUÇÃO GERAL.....	1
2. OBJETIVOS	3
2.1. Geral.....	3
2.2. Específicos	3
CAPÍTULO I	4
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
1. INTRODUÇÃO	7
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	8
2.1. Características do Cajá-umbu (<i>Spondias</i> spp.)	8
2.2. Geléia	10
2.2.1. Pectina.....	11
2.2.2. Ácido.....	13
2.2.3. Açúcar	14
2.3. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).....	16
3. MATERIAS E MÉTODOS	17
3.1. Matéria Prima	17
3.2. Obtenção da Polpa	17
3.3. Processamento de geléias.....	19
3.3.1. Formulações.....	19
3.3.2. Adição da pectina.....	20
3.3.3. Determinação do ponto final.....	20
3.3.4. Embalagem e armazenamento	21
3.4. ANÁLISES QUÍMICAS	21
3.4.1. pH.....	21
3.4.2. Sólidos Solúveis Totais.....	22
3.4.3. Acidez Total.....	22
3.5. Análise Descritiva Quantitativa	22
3.5.1. Recrutamento e pré-seleção dos julgadores.....	22
3.5.2. Desenvolvimento da terminologia descritiva	22
3.5.3. Treinamento e seleção final da equipe ADQ	24
3.5.4. Avaliação das amostras.....	24
3.6. Análises estatísticas	24
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
4.1. Análises Químicas de Geléia de Cajá-Umbu.....	25
4.2. Análise Descritiva Quantitativa	27
4.2.3. Efeito do teor de pectina sobre o perfil sensorial das geléias	30

4.2.2. Efeito do teor de polpa sobre o perfil sensorial das geléias.....	30
4.2.3. Perfil sensorial das geléias.....	33
4.2.4. Otimização do teor de polpa e pectina na geléia.....	37
5. CONCLUSÕES.....	44
CAPÍTULO II.....	46
RESUMO.....	47
ABSTRACT.....	49
1. INTRODUÇÃO.....	51
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	52
2.1. Características Físico-químicas do Cajá-Umbu.....	52
2.2. Compostos do Aroma.....	54
2.2.1. Isolamento dos compostos voláteis.....	57
2.2.2. Separação e identificação dos compostos voláteis.....	58
3. MATERIAIS E MÉTODOS.....	61
3.1. Matéria Prima.....	62
3.2. Obtenção da Polpa.....	62
3.3. Processamento de geléias.....	62
3.3.1. Formulações.....	63
3.4. Análises físicas.....	63
3.4.1. Massa.....	63
3.4.2. Dimensões.....	63
3.4.3. Volume.....	64
3.4.4. Densidade.....	64
3.5. Análises físico-químicas.....	64
3.5.1. pH.....	64
3.5.2. Atividade de água (a_w).....	64
3.5.3. Sólidos Solúveis Totais.....	65
3.5.4. Acidez Total.....	65
3.5.5. Ácido <i>L</i> -ascórbico.....	65
3.5.6. Açúcar Redutor e Total.....	66
3.5.7. Umidade.....	66
3.5.8. Proteínas.....	66
3.5.9. Cinzas.....	66
3.5.10. Lipídios.....	67
3.5.11. Fibras.....	67
3.5.12. Pectina.....	67
3.5.13. Compostos Fenólicos totais.....	67
3.5.14. Carotenóides totais.....	68
3.5.15. Valor Energético.....	68
3.5.16. Cor.....	69
3.5.17. Textura.....	69
3.6. Análises Microbiológicas.....	69
3.6.1. Preparo das amostras para análise microbiológica.....	69
3.6.2. Número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes.....	70
3.6.3. Contagem de bolores e leveduras.....	70
3.7. Análise dos Compostos Voláteis.....	71
3.7.1. Extração.....	71

3.7.2. Separação dos compostos voláteis	72
3.7.3. Identificação e quantificação	72
3.8. Análise sensorial	73
3.9. Análise estatística dos resultados	75
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	75
4.1. Características físicas dos frutos cajá-umbu	75
4.1.1. Textura das geléias de cajá-umbu	78
4.2. Características físico-químicas da polpa e das geléias de cajá-umbu.....	80
4.3. Análise Microbiológica.....	93
4.4. Análise Sensorial	95
4.5. Perfil de Compostos Voláteis	100
5. CONCLUSÕES	106
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	108
ANEXO	121

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1. Teor de polpa, açúcar e pectina na elaboração das geléias.....	20
Tabela 2. Sólidos solúveis totais (média ± desvio padrão) de distintas formulações de geléias de cajá-umbu.....	25
Tabela 3. pH e acidez total (média ± desvio padrão) de distintas formulações de geléias de cajá-umbu.....	26
Tabela 4. Efeito do teor de pectina sobre os atributos sensoriais da geléia de cajá-umbu.....	30
Tabela 5. Efeito do teor de polpa de fruta sobre os atributos sensoriais da geléia de cajá-umbu.....	31
Tabela 6. Média de todos os atributos para diversas formulações de geléia de cajá-umbu.....	36
Tabela 7. Estimativa dos efeitos e níveis de significância (<i>p</i>) do teste F associado ao coeficiente linear e quadrático de cada variável independente estudada (polpa e pectina) e coeficientes de determinação dos modelos preditivos completos para os descritores do atributo aroma.....	37
Tabela 8. Estimativa dos efeitos e níveis de significância (<i>p</i>) do teste F associado ao coeficiente linear e quadrático de cada variável independente estudada (polpa e pectina) e coeficientes de determinação dos modelos preditivos completos para os descritores do atributo aparência.....	38
Tabela 9. Estimativa dos efeitos e níveis de significância (<i>p</i>) do teste F associado ao coeficiente linear e quadrático de cada variável independente estudada (polpa e pectina) e coeficientes de determinação dos modelos preditivos completos para os descritores do atributo sabor.....	39
Tabela 10. Estimativa dos efeitos e níveis de significância (<i>p</i>) do teste F associado ao coeficiente linear e quadrático de cada variável independente estudada (polpa e pectina) e coeficientes de determinação dos modelos preditivos completos para os descritores do atributo textura.....	40
Tabela 11. Modelos preditivos ajustados e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de significância (<i>p</i>) para os atributos sensoriais analisados.....	41
Tabela 12. Componentes nutricionais por 100g da porção comestível de cajá-umbu (<i>Spondias</i> spp.).....	53
Tabela 13. Classes de compostos de aromas e seus limites de percepção de odor...	56
Tabela 14. Quantidade de polpa, açúcar e pectina em cada formulação.....	63
Tabela 15. Características físicas (média ± desvio padrão) do fruto cajá-umbu nos estádios de maturação, maduro e “de vez”.....	75
Tabela 16. Dureza e trabalho da textura das geléias de cajá-umbu.....	78
Tabela 17. Características físico-químicas (média ± desvio padrão) da polpa e das geléias de cajá-umbu.....	81
Tabela 18. Composição nutricional (média ± desvio padrão) da polpa e das geléias de cajá-umbu.....	86
Tabela 19. Fitoquímicos da polpa e das geléias de cajá-umbu.....	91
Tabela 20. Análises microbiológicas da polpa de cajá-umbu e das geléias de cajá-umbu durante 30 dias de armazenamento.....	94
Tabela 21. Valores médios ¹ de diversos atributos sensoriais avaliados nas geléias	

de cajá-umbu (n= 100 consumidores).....	95
Tabela 22. Efeito do tempo de armazenamento nos atributos sensoriais da geléia I, formulação com 60% de polpa.....	99
Tabela 23. Efeito do tempo de armazenamento nos atributos sensoriais da geléia II, formulação com 50% de polpa.....	99
Tabela 24. Efeito do tempo de armazenamento nos atributos sensoriais da geléia III, formulação com 40% de polpa.....	99
Tabela 25. Compostos voláteis presentes em diversas geléias de cajá-umbu.....	101
Tabela 26. Valores médios ¹ de unidade de área (u.a.) das classes químicas dos compostos das geléias.....	105

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Cajá-umbu (<i>Spondias spp.</i>).....	9
Figura 2. Diagrama de RAUCH para a consistência das geléias.....	15
Figura 3. Fluxograma da obtenção da polpa de cajá-umbu.....	18
Figura 4. Fluxograma geral para obtenção de geléias.....	19
Figura 5. Modelo de ficha utilizada para o Método de Rede no levantamento dos termos descritivos.....	23
Figura 6. Definições dos termos descritivos das geléias e respectivas referências.....	28
Figura 7. Ficha da avaliação descritiva de geléia de cajá-umbu.....	29
Figura 8. Análise de Componentes Principais (ACP) Eixo II x Eixo I de nove formulações de geléia.....	35
Figura 9. Superfície de resposta para o atributo presença de exudado.....	42
Figura 10. Superfície de resposta para o atributo sabor da fruta.....	43
Figura 11. Superfície de resposta para o atributo aroma cozido.....	44
Figura 12. Esquema de um cromatógrafo a gás.....	59
Figura 13. Esquema geral de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas.....	59
Figura 14. Etapas da extração de compostos voláteis com a técnica SPME.....	71
Figura 15. Ficha utilizada para o teste de aceitação e intenção de compra.....	74
Figura 16. Dureza (N) em função do tempo (s) de penetração de geléias de cajá-umbu no tempo 0 de armazenamento.....	79
Figura 17. Dureza (N) em função do tempo (s) de penetração de geléias de cajá-umbu no tempo 10 de armazenamento.....	80
Figura 18. Variação do pH das geléias durante o armazenamento.....	82
Figura 19. Variação da acidez das geléias durante o armazenamento.....	83
Figura 20. Variação do teor de sólidos solúveis das geléias durante o armazenamento.....	84
Figura 21. Variação dos parâmetros de cor L*, a* e b* durante o armazenameno das geléias de cajá-umbu.....	85
Figura 22. Variação do teor de açúcares totais das geléias durante o armazenamento.....	89
Figura 23. Variação do teor de açúcares não-redutores das geléias durante armazenamento.....	89
Figura 24. Variação do teor de açúcares redutores das geléias durante o armazenamento.....	89
Figura 25. Variação do teor de compostos fenólicos totais (mg equivalente de ácido gálico) durante o armazenamento das geléias.....	92
Figura 26. Variação da firmeza das geléias de acordo com a escala do ideal.....	97
Figura 27. Variação da acidez das geléias de acordo com a escala do ideal.....	98
Figura 28. Variação da doçura das geléias de acordo com a escala do ideal.....	98
Figura 29. Intenção de compra das geléias pelos consumidores (n=100).....	98

SÍMBOLOS E ABREVIACÕES

%	Percentual
°Brix	Graus Brix
°C	Graus Celsius
$\mu\text{g. g}^{-1}$	Micrograma por grama
AA	Ácido ascórbico
ABNT	Associação Brasileira de Normas Técnicas
ACP	Análise de Componente Principal
ADQ	Análise Descritiva Quantitativa
ANOVA	Análise de variância
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ASSISTAT	Assistência Estatística
ATT	Acidez total titulável
CEASA	Central de Abastecimento do Estado de Sergipe
CLAE	Cromatografia Líquida de Alta Eficiência
DTA	Departamento de Tecnologia de Alimentos
Eq	Equação
FAO	Food and Agriculture Organization
g	Gramas
GC/MS	Gas Chromatography Mass Spectrometry
IAL	Instituto Adolf Lutz
IRL	Índice de retenção linear
Kcal	Quilocaloria
L	Coefficiente linear
LAF	Laboratório de Análise de Flavor e Cromatográficas
LPPOV	Laboratório de processamento de Produtos de Origem Vegetal
mg	Miligramas
mg.g^{-1}	Miligramas por grama
mg.L^{-1}	Miligramas por litro
min	Minuto
mL	Mililitro
mm	Milímetro
mm/s	Milímetro por segundos
NaOH	Solução de hidróxido de sódio
NIST	National Institute of Standards and Technology
p	Nível de significância
Q	Coefficiente quadrático
R^2	Coefficiente de determinação
RDC	Resolução de Diretoria Colegiada
SAS	Statistical Analysis System
SPME	Solid Phase Micro Extraction
UFS	Universidade Federal de Sergipe

1. INTRODUÇÃO GERAL

A preocupação mundial com a saúde tem promovido mudanças nos hábitos alimentares da população, aumentando seu interesse por alimentos mais nutritivos exigindo das indústrias produtos de boa qualidade (KUSKOSKI *et al.*, 2006). Neste contexto, as frutas têm conquistado grande importância no mercado mundial, no que se refere aos aspectos socioeconômicos, e seu consumo na alimentação humana tem aumentado devido ao valor nutritivo desses alimentos (KUSKOSKI *et al.*, 2006), por serem ricas em minerais, vitaminas e compostos fenólicos, aos quais se atribuem propriedades antioxidantes e redução do risco de enfermidades crônicas (HARBONE; WILLIAMS, 2000).

O universo botânico das fruteiras brasileiras é caracterizado pela extensão e diversidade, que inclui frutas de clima temperado e tropical, além das chamadas exóticas, como o cupuaçu, açaí, cajá-umbu, entre outras espécies. O cajá-umbu pertencente à família das *Anacardiáceas* e gênero *Spondias*, é um fruto tropical nativo do Nordeste brasileiro, de fácil propagação, que apresenta grandes perspectivas de inserção nos mercados interno e externo de frutas exóticas, especialmente, na forma de polpa, sucos e produtos industrializados (RITZINGER *et al.*, 2001), entretanto tem sido explorado, na maioria das vezes, de forma extrativista, dada a falta de informações que possibilite sua exploração comercial (MACEDO *et al.*, 1995).

O Brasil, com produção média de 43 milhões de toneladas anuais, é o terceiro maior produtor de frutas frescas do mundo, sendo superado apenas pela China e Índia, com 55,6 e 48,1 milhões de toneladas, respectivamente (IBRAF, 2011). Porém, as perdas pós-colheitas de frutas frescas são estimadas na ordem de 20% (FURTUOSO; GUILHOTO, 2003). Assim, métodos de conservação eficientes, porém que utilizam tecnologia simples (ZOTARELLI; ZANATTA; CLEMENTE, 2008), como é o caso do processamento de geléias, representam boa alternativa para o aproveitamento de frutas altamente perecíveis, citando como exemplo o fruto cajá-umbu.

Uma das grandes dificuldades das unidades agroindustriais de alimentos é praticamente a inexistência de parâmetros qualitativos e quantitativos a respeito do produto que se deseja industrializar. Informações técnicas são raras e pouco acessíveis e os processamentos existentes, geralmente, são conduzidos artesanalmente, além do mais a produção irregular e falta de padronização das frutas prejudicam a comercialização *in*

natura bem como limita o uso na agroindústria. Assim, a caracterização físico-química de novos produtos como a geléia é de suma importância para garantir a qualidade para a industrialização.

Nesse sentido, testes sensoriais que utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumento” de medida, podem ser utilizados no controle de qualidade do produto final. Trata-se de medida multidimensional integrada que apresenta vantagens como, por exemplo, determinar a aceitação de produtos por parte dos consumidores (CARDELLO; CARDELLO, 1998). A qualidade sensorial de um produto é determinada pela interação do alimento com o homem, devendo ser atrativo e despertar o interesse e a memória sensorial dos consumidores. O aroma, em particular, é uma mistura complexa de compostos voláteis e está entre os principais atributos que determinam a escolha e o consumo dos produtos alimentícios, os quais contêm um grande número desses compostos que podem ser identificados e quantificados pelo uso de diferentes técnicas (LORRAIN *et al.*, 2006).

Diante do exposto, um estudo detalhado de geléias com a otimização das condições de desenvolvimento, principalmente no que se refere ao perfil sensorial, aromático e a caracterização da qualidade geral do produto constituiu os objetivos desta pesquisa, em virtude da escassez de estudos de geléias de frutos tropicais.

A presente dissertação foi organizada em 2 capítulos. O capítulo 1 é formado pela revisão bibliográfica que aborda a origem da matéria-prima utilizada (cajá-umbu), o produto a ser elaborado (geléia) e a Análise Descritiva Quantitativa (ADQ); e pelos resultados da ADQ das geléias elaboradas e a otimização do processamento das mesmas. O capítulo 2 apresenta a revisão bibliográfica que aborda as características físico-químicas do cajá-umbu e a determinação dos compostos voláteis; os resultados da caracterização físico-química e microbiológica da polpa e das geléias de cajá-umbu, da análise sensorial realizada nas geléias e da determinação do perfil de compostos voláteis da polpa e das geléias de cajá-umbu, analisados por cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas.

2. OBJETIVOS

2.1. Geral

Desenvolver geléias de cajá-umbu, sensorialmente aceitáveis, com otimização das condições do processo e determinar as características físico-químicas e sensoriais com ênfase aos compostos voláteis da polpa e das geléias obtidas.

2.2. Específicos

- Estudar a influência do teor de polpa e pectina nas características sensoriais da geléia;
- Traçar o perfil sensorial da geléia de cajá-umbu;
- Desenvolver e otimizar as condições de elaboração de geléias de cajá-umbu; utilizando o planejamento experimental como variável resposta à análise sensorial;
- Caracterizar físico, físico-química e quimicamente a polpa e as geléias de cajá-umbu;
- Determinar o valor nutricional das geléias formuladas;
- Avaliar as alterações microbiológicas nas geléias durante o armazenamento;
- Avaliar a aceitação das geléias elaboradas;
- Estudar o perfil dos compostos voláteis presentes nas geléias.

CAPÍTULO I

EFEITO DO TEOR DE POLPA E PECTINA SOB O PERFIL SENSORIAL DAS GELÉIAS DE CAJÁ-UMBU (*Spondias spp.*)

DESENVOLVIMENTO E CARACTERIZAÇÃO DE GELÉIA DE CAJÁ-UMBU (*Spondias spp.*)

RESUMO

O cajá-umbu (*Spondias sp.*) é uma fruta tropical nativa do Nordeste Brasileiro, e considerada um híbrido natural entre o umbu (*Spondias tuberosa*) e o cajá (*Spondias lutea*). Os frutos possuem excelente sabor e aroma, boa aparência e qualidade nutritiva, sendo muito consumidos na forma "*in natura*" e com potencial para utilização na forma processada, como por exemplo, em forma de geléias. Poucos trabalhos científicos com ênfase as características tecnológicas do processamento de geléias de cajá-umbu têm sido reportados na literatura, o que motivou a realização da presente pesquisa que estudou o efeito do teor de polpa, açúcar e pectina adicionados no processamento das geléias de cajá-umbu sobre suas características sensoriais e físico-químicas. Os frutos utilizados nos processamentos foram obtidos em comércio local nos estádios de maturação maduro e "*de vez*". As análises físico-químicas realizadas foram: pH, sólidos solúveis totais e acidez total titulável. O perfil sensorial de nove formulações de geléias foi desenvolvido por meio de análise descritiva quantitativa, por uma equipe sensorial composta por dez julgadores treinados. Os dados descritivos foram analisados por Análise de Variância (ANOVA), teste de médias *Tukey* ($p=5\%$) e Análise de Componentes Principais (ACP). Os resultados das análises físico-químicas indicaram que o cajá-umbu pode ser considerado um fruto que se aplica bem em geléias, pois seu alto teor de sólidos solúveis e reduzido valor de pH favoreceram a formação do gel nas geléias. A variação dos teores de pectina, entre 0,2 a 0,6%, não apresentou efeito significativo ($p\leq 0,05$) nos atributos sensoriais das geléias, à exceção do aroma de caramelo. No entanto, a variação do teor de polpa de cajá-umbu nas formulações das geléias causou diferença estatística ($p\leq 0,05$) entre todos os atributos analisados, com exceção dos atributos arenosidade e presença de partícula.

Palavras-chaves: Cajá umbu, processamento, geléia, polpa, pectina.

DEVELOPMENT AND CHARACTERIZATION OF CAJÁ-UMBU (*Spondias* spp.) JELLY

ABSTRACT

The umbu-caja (*Spondias* sp.) is a tropical fruit native to northeastern Brazil, and considered a natural hybrid between umbu (*Spondias tuberosa*) and caju (*Spondias lutea*). The fruits have excellent flavor and aroma, good appearance and nutritional quality, being widely consumed as "fresh" and has potential for use in processed form, for example, in the form of jellies. Few scientific studies on the technological characteristics of the processing of cajá-umbu jelly have been reported in the literature, which motivated the development of this research that studied the effect of addition of pulp content, sugar and pectin in the processing of cajá-umbu. On their sensory and physical-chemical properties. The fruits used were obtained from processing market in half-mature and full mature stages of maturity. The physical and chemical characteristics analysed were: pH, soluble solids and total acidity. The sensory profile of the nine formulations of jelly was developed through Quantitative Descriptive Analysis by a team consisting of ten trained sensory panelists. Descriptive data were analyzed by analysis of variance (ANOVA), Tukey test of means ($p=5\%$) and Principal Component Analysis (PCA). The results of physical and chemical analysis indicated that cajá-umbu can be considered a fruit suitable for the production of jellies, because its high soluble solids content and low pH which favored the formation of the gel in jellies. Changes in the levels of pectin, varying 0.2 to 0.6%, had no significant effect ($p\leq 0.05$) on sensory attributes of jellies, except for the aroma characterized as caramel. However, variations in caju-umbu pulp content in jellies formulations caused a statistically significant difference ($p\leq 0.05$) among all the sensorial attributes analyzed, except for the grittiness and the particle presence.

Keywords: Cajá-umbu, processing, jelly, pulp, pectin.

1. INTRODUÇÃO

A cajá-umbuzeira é uma planta arbórea, pertencente à família Anacardiaceae, considerada um híbrido natural entre o umbuzeiro (*Spondias tuberosa* Arruda Câmara) e a cajazeira (*Spondias mombin* L.) (GIACOMETTI, 1993), e tem origem desconhecida, apresentando características de planta xerófila encontrada em plantios desorganizados, disseminados em Estados do Nordeste. Embora assuma caráter extrativo e comercialização restrita à fruta fresca ou na forma de sucos, o cajá-umbu representa uma oferta de novas alternativas de frutas frescas para o consumo *in natura* e matéria-prima para as agroindústrias constituindo uma valiosa fonte de alimentos e riqueza para o país (SOUZA, 2001). Todavia, grande parte das frutas, inclusive o cajá-umbu, apresenta deterioração em poucos dias, tendo sua comercialização dificultada, especialmente a longas distâncias (BRUNINI; DURIGAN; De OLIVEIRA, 2002).

A conservação de frutas na forma de geléias é um dos meios para aumentar formas de consumo e para utilização dos excedentes de produção, constituindo uma importante alternativa para o aproveitamento dos frutos durante a safra que permite a estocagem de produtos que serão consumidos fora da época de produção dos frutos *in natura* (BRUNINI; DURIGAN; De OLIVEIRA, 2002).

Além do valor nutricional ser um dos principais fatores que conduz o interesse crescente no consumo de frutas, a conveniência dos produtos continua atraindo os desejos dos consumidores e, quando atribuída aos alimentos, relaciona-se com a facilidade de estocagem e de preparo para o consumo doméstico (SGARBIERI, 1986). Entretanto, os consumidores estão colocando um novo padrão de conveniência nos alimentos, sendo que as propriedades benéficas ao ser humano e as características sensoriais devem ser mantidas ao máximo após a transformação da fruta em produto industrial (AGOSTINI-COSTA; ABREU; ROSSETTI, 2003).

Em geléias, a formação do gel e, em consequência, a qualidade do produto final dependem da concentração de pectina, do teor do ion-hidrogênio (pH) e da proporção açúcar:fruta, utilizados na elaboração do produto (LOPES, 2007). Os testes sensoriais que utilizam os órgãos dos sentidos humanos como “instrumento” de medida, podem ser utilizados no controle de qualidade do produto (CARDELLO; CARDELLO, 1998).

A Análise Descritiva Quantitativa (ADQ) é um dos métodos de avaliação sensorial mais sofisticado para produtos alimentícios (MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001). Tal método identifica, descreve e quantifica os atributos sensoriais de um produto (GILLETE, 1984), isto é, ele descreve as propriedades sensoriais e mede a intensidade em que estas foram percebidas pelos provadores. Esta metodologia permite a descrição das características sensoriais com precisão em termos matemáticos (MOSKOWITZ, 1988).

Dessa forma, o estudo das características organolépticas e nutritivas de frutos tropicais cajá-umbu bem como das geléias com eles desenvolvidos visa estender as possibilidades de consumo dos mesmos durante todo o ano; além de determinar a influência da variação dos teores de polpa/açúcar e pectina no perfil sensorial, de forma a otimizar o processo.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características do Cajá-umbu (*Spondias* spp.)

O cajá-umbu (*Spondias* spp.) pertence à família *Anacardiaceae* e ao gênero *Spondias*, o mesmo ao qual pertencem também outras importantes frutíferas como a cajaraneira (*S. cytherea*, Sonn.), a cirigueleira (*S. purpúrea*, L.) a cajazeira (*S. mombim*) e o umbuzeiro (*S. tuberosa*) (SANTOS *et al.*, 2008). O cajá-umbu (Figura 1) é considerado um híbrido natural entre o umbuzeiro (*Spondias tuberosa*) e a cajazeira (*Spondias lutea*) e é uma fruta tropical nativa do Nordeste Brasileiro, principalmente em ecossistemas de transição entre a Mata Atlântica e a Caatinga e de fácil propagação (GIACOMETTI, 1993).

Esse fruto é botanicamente caracterizado como uma drupa, em formato oval ou arredondado, de coloração que vai do verde escuro quando imaturo ao amarelo claro ou ouro, quando maduro, casca fina e lisa, com endocarpo, chamado de “caroço”, grande, branco e enrugado localizado na parte central do fruto, no interior do qual se encontram os lóculos, que podem ou não conter uma semente (SANTOS, 1996; LIMA *et al.*, 2002).

Segundo Lima *et al.* (2002) o fruto cajá-umbu possui excelente sabor e aroma, boa aparência e qualidade nutritiva, sendo muito consumido na forma "*in natura*", apresentando rendimento médio de 55 a 65% em polpa, com potencial para utilização na forma processada como polpa congelada, sucos, néctares, sorvetes e geléias (TORRES, QUEIROZ; FIGUEIREDO, 2003).



Figura 1. Cajá-umbu (*Spondias* spp.)

Diversos fatores influenciam as características físicas e físico-químicas de frutos, dentre os quais se destacam a constituição genética, condições climáticas sazonais, mudas, variedades, tratos culturais e tratamento pós-colheita (SANTOS, 1996; LOPES, 1997). Porém, é notadamente claro que o híbrido cajá-umbu é ácido, pois apresenta uma faixa de pH de 2,0 a 3,9, contém teores satisfatórios de fibra, 0,2-2,2%; cálcio, 6-35 mg/100g; fósforo, 29-50 mg/100g; vitamina C, 1,8-73 mg/100g e de caroteno que varia de 4 a 70 mg/100g, além de possui o teor de açúcares totais em torno de 3,13%, semelhante ao reportado para o fruto de umbu, que é de aproximadamente 3,89% (NORONHA; CARDOSO; DIAS, 2000; GALVÃO, 2002; LIMA *et al.*, 2002; LIRA JUNIOR *et al.*, 2005).

De acordo com o relatado e por haver poucos trabalhos científicos com ênfase aos produtos obtidos de cajá-umbu, como por exemplo geléias, estudos com essa fruta são importantes para a obtenção desse tipo de produto, haja visto o considerável pH

ácido e teor de pectina que varia de 0,3 a 1% de pectato de cálcio (TORRES, QUEIROZ; FIGUEIREDO, 2003).

2.2. Geléia

O processamento da fruta em geléias, além de aumentar o período de oferta do produto, tem como objetivo o aproveitamento do excedente da produção, a qual se concentra nas épocas de safra. A obtenção de geléias surge como uma alternativa simples e barata para sanar o problema de perdas e falta de aproveitamento das frutas. Além disso, a geléia apresenta boa aceitação e alto valor agregado, com potencial mercado promissor, pois somente no ano de 2006/2007, houve incremento no volume exportado de 510,37% (INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS, 2009; ZOTARELLI; ZANNATA; CLEMENTE, 2008).

A fabricação de geléia exige poucos equipamentos e apresenta a vantagem de possibilitar à indústria o aproveitamento de frutas não adequadas para compota, transformando-as em um produto de melhor qualidade e mais sofisticado que os doces em massa, além disso, este processo aumenta o tempo de vida útil do produto, pois tem como princípio a destruição, pelo calor, do maior número possível de microrganismos, evaporação de grande parte da água de constituição do fruto, para conseguir um aumento no teor de sólidos solúveis com o aumento da concentração do açúcar (KROLOW, 2005).

A Resolução CNNPA n° 12, de 24 de julho de 1978 da ANVISA (BRASIL, 1978) define geléia de frutas como o produto obtido pela cocção de frutas inteiras ou em pedaços, polpa ou suco de frutas, com açúcar, e concentrado até a consistência gelatinosa de modo que quando for extraída do seu recipiente mantenha-se no estado semi-sólido. A cor e o odor devem ser próprios da fruta de origem, o sabor deve ser doce, semi-ácido, de acordo com a fruta de origem, não pode ser colorida ou aromatizada artificialmente, sendo tolerada apenas a adição de acidulante e de pectina, caso necessário, para compensar qualquer deficiência do conteúdo natural de acidez da fruta ou de pectina (BRASIL, 1979) e ou outro ingrediente, desde que não descaracterize o produto (BRASIL, 2005). De acordo com a Resolução de Diretoria Colegiada ANVISA (RDC n° 272, de 22 de setembro de 2005) as geléias devem ser

designadas por denominações consagradas pelo uso, seguida de expressões relativa(s) ao(s) ingredientes que caracteriza(m) o produto (BRASIL, 2005).

De acordo com a quantidade de fruta, a legislação classifica a geléia em: comum, quando preparada numa proporção de 40 partes de fruta fresca ou seu equivalente para 60 partes de açúcar e extra, quando preparada numa proporção de 50 partes de fruta fresca, ou seu equivalente para 50 partes de açúcar. Quando se adicionam pedaços de fruta, a geléia costuma ser chamada de gelejada (KROLOW, 2005).

Folegatti *et al.* (2003) adequaram a tecnologia convencional de processamento de compota e geléia para o fruto umbu, em que as geléias obtidas apresentaram valores de pH entre 2,82 e 3,05, teor de acidez total titulável (ATT) entre 0,62 e 0,88% (em ácido cítrico) e de sólidos solúveis totais entre 66,3 e 68,6°Brix. Em contrapartida Bispo (1989) elaborou geléias com pH mais baixo, de 2,37, e teor de ATT de 0,55%, sendo que tal diferença deveu-se, provavelmente, à diferença de composição da matéria-prima. Contudo, foi relatado que os produtos desenvolvidos apresentaram boa aceitação sensorial.

Ferreira (2010) teve como objetivo adequar a tecnologia convencional de processamento de geléia para quatro acessos (UC20, UC48, UC48, UC38) de umbu-cajá caracterizando físico-química e sensorialmente o produto e relataram diferenças físico-químicas entre os produtos, entre as quais destacaram-se a variação do pH, que foi de 2,37 a 2,56, o teor de sólidos solúveis situou-se entre 60 e 64°Brix e os teores de acidez total titulável variaram estatisticamente entre os acessos de 0,54 % a 0,9%, ocorrendo diferença estatística na aceitabilidade dos produtos apenas em relação ao sabor.

Entretanto, nenhum trabalho foi encontrado na literatura que estudasse o efeito do teor de pectina e polpa nas características físico-químicas e sensoriais de geléias de cajá-umbu, o que justifica a proposta da presente pesquisa.

2.2.1. Pectina

As pectinas formam um grupo complexo de polissacarídeos estruturais que são encontrados na parede celular primária e nas camadas intercelulares de plantas terrestres (MILOS *et al.*, 2007). Segundo Chitarra; Chitarra (2005), as pectinas comumente

encontradas na natureza apresentam-se sob diversas formas, dentre as quais podemos citar as protopectinas, ácidos pectínicos e ácidos pécticos.

Nos tecidos dos frutos imaturos as pectinas presentes são denominadas de protopectinas (CHITARRA; CHITARRA, 2005) e encontram-se ligadas ao cálcio das paredes celulares formando o pectato de cálcio, o qual é insolúvel em água, e tem a maior parte dos seus grupos carboxílicos esterificados. Durante o amadurecimento a protopectina é hidrolisada à pectina por ação enzimática e, durante o amadurecimento, a pectina pode ser decomposta e formar o álcool metílico e o ácido péctico (CRUESS, 1973).

Os ácidos pectínicos aparecem no vegetal à medida que avança a maturação (BOBBIO; BOBBIO, 2003) e são obtidos a partir da hidrólise da protopectina pela ação das enzimas poligalacturonases (PG) (MULTON, 2000). Os ácidos pécticos são oriundos da ação das enzimas pectinametilsterase (PME) durante o processo de amadurecimento, promovendo a remoção dos grupos metílicos dos polímeros e originando as substâncias pécticas sem capacidade de formar gel (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

À medida que as frutas amadurecem, a pectina se transforma em ácido péctico que é solúvel em água, razão pela qual tem capacidade de gelatinização, por isso para a formação da geléia as frutas devem conter pectina que quando combinada com quantidade adequada de açúcar na presença de ácidos e sais minerais precipita-se formando o gel. No entanto, o cozimento prolongado destrói a capacidade da pectina de formar geléia, especialmente em frutas muito ácidas, e pouca pectina proporcionará geléia mole (SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTA TÉCNICA, 2009).

Em geral a geléia deve conter de 0,50% a 1,5% em massa de pectina (MAIA, 1997), sendo que a quantidade de pectina a ser adicionada varia em função do conteúdo existente na matéria-prima, sendo importante ressaltar que o congelamento das frutas tende a diminuir o seu teor.

As pectinas comerciais são classificadas com relação ao seu grau, que representa o seu poder de geleificação, e é medido em graus “sag” que significa o número de gramas de sacarose capaz de geleificar um grama de pectina, resultando em gel de consistência padronizada em condições pré-determinadas (JACKIX, 1988). Outra característica de fundamental importância nas pectinas comerciais é o grau de

metoxilação, que se relaciona com a quantidade de ácidos galacturônicos esterificados com grupamentos metílicos CH₃, influenciando diretamente nas propriedades funcionais de solubilidade, capacidade de geleificação, temperatura e condições de geleificação das pectinas (SILVA, 2006).

As pectinas de alto teor de metoxilação requerem a presença de ácidos e açúcares para a sua geleificação. Apresentam 50% ou mais de ácidos galacturônicos esterificados com grupamentos metílicos CH₃ sendo denominadas, na prática, de pectinas DM 50 (MORRIS *et al.*, 2002). A pectina de baixo teor de metoxilação apresenta 50% ou menos de ácidos galacturônicos esterificados com grupamentos metílicos. Os fatores que condicionam o comportamento destas pectinas são o grau de esterificação, a percentagem de cálcio e de sacarose necessários para a formação do gel. Quanto mais baixo o grau de metoxilação, menor a quantidade de sacarose requerida (SINITSYA *et al.*, 2000; DICKINSON, 2003).

A formação do gel (ou geleificação) durante a fabricação das geléias é um fenômeno coloidal: dependente da concentração e tipo de pectina da fruta, do teor do íon-hidrogênio (pH) e da quantidade de açúcar e pode ser explicada de forma simplificada como sendo a precipitação da pectina pela adição de açúcar que altera o equilíbrio existente entre esta e a água (LOPES, 2007). A pectina se precipita como um colóide hidratado formando uma rede de fibrilas não solúveis com capacidade de reter líquido e aglutinar o açúcar sob a forma de gel. A rigidez do gel ou a continuidade e a densidade das suas fibras depende da concentração da pectina. Assim, uma mistura pobre com este ingrediente formará uma rede menos densa e, portanto, um gel mais fraco (LOPES, 2007).

Assim, o estudo sobre o impacto da variação da adição de pectina sobre as características físico-químicas e sensoriais das geléias obtidas de cajá-umbu torna-se importante na viabilidade de obtenção da referida geléia.

2.2.2. Ácido

Para uma adequada geleificação, o pH final deve estar entre 3,0 e 3,2, ocorrendo sinérese em pH menor que 2,1, por isso quando uma fruta apresenta-se pobre em ácido, este deve ser adicionado para que se obtenha boa geleificação e realce do sabor natural das frutas, sendo que a legislação brasileira permite a utilização dos seguintes

acidulantes em geléias: ácido cítrico (sem limite), ácido fumárico (0,20 g/100g), ácido láctico (0,20 g/100g) e ácido tartárico (sem limite) (KROLOW, 2005).

Quando necessária a adição de ácido deve ser realizada bem próxima ao ponto final de geleificação, em torno de 62 a 65°Brix, para minimizar a hidrólise da pectina pela elevada acidez durante longo tempo de cocção (CARDOSO, 1994).

A presença de ácido endurece o gel provavelmente pelo enrijecimento das fibrilas, pois em meios pouco ácidos as fibrilas ficam fracas, sem capacidade de retenção do xarope, e o gel fica fraco, enquanto que em meios muito ácidos o gel fica endurecido, perdendo a elasticidade e sua capacidade de manter a estrutura (LOPES, 2007). Também quando presente em excesso, o ácido pode causar desidratação excessiva, decomposição ou hidrólise da pectina, além de que o gel formado em meio muito ácido é rijo e tende a perder água, conhecido como fenômeno de sinérese (LOPES, 2007).

O ácido cítrico é o corretamente utilizado, devido ao seu sabor agradável enquanto o ácido tartárico tem um sabor ácido menos detectável e, quando utilizado na mesma quantidade do cítrico, apresenta menores valores de pH. Assim em frutas como uva e maçã, que apresentam naturalmente o ácido tartárico em sua composição, a adição do mesmo poderá causar cristalização na geléia (SOLER; RADAMILLE; TOCCHINI, 1991).

Jackix (1988) constatou que a concentração hidrogeniônica e não a acidez titulável tem importância na geleificação, e que diferentes concentrações de sólidos solúveis requerem diferentes valores nas faixas de pH para completa geleificação.

Assim, estudos de diferentes acidez e pH tornam-se necessários para verificar o comportamento da geléia de cajá-umbu, bem como sua estabilidade de acordo com suas características físico-químicas e sensoriais.

2.2.3. Açúcar

A firmeza da estrutura do gel é também influenciada pela concentração de açúcar, em soluções concentradas existem menos água para ser retida no gel; logo, a estrutura será mais rígida. A adição de açúcar melhora a aparência, o sabor e o

rendimento do produto acabado e mais, o tipo do açúcar e o método de adição durante a cocção também afetam a qualidade da geléia (LOPES, 2007).

A sacarose proveniente da cana-de-açúcar ou beterraba (no caso da Europa) é o principal açúcar empregado na fabricação de geleias. Algumas vezes, parte da sacarose pode ser substituída pela glicose de milho e mais raramente, por mel ou melado de cana. Pode-se usar até 15% de glicose para substituir parte do açúcar cristal. A função da glicose seria a de dar maior brilho à geléia, evitar cristalização e reduzir a doçura das geleias, melhorando a qualidade do produto final (KROLOW, 2005).

Além disso, o açúcar remove a camada de água protetora das moléculas de pectina possibilitando a formação do gel pectina-açúcar e dificultando o desenvolvimento de microorganismos, pelo fato de aumentar a pressão osmótica com a consequente redução da atividade de água (FENNEMA, 2010).

A influência de alguns componentes e parâmetros físico-químicos no grau de geleificação encontra-se demonstrada na Figura 2. O pH ótimo para a formação de gel está entre 3,0 a 3,2 e o teor ótimo de açúcar é de 67,5%. Os teores ótimos de pectina para a formação de gel depende da qualidade da mesma. Para pectinas comuns, o teor de 1% é suficiente para a obtenção de um gel de boa consistência. Quando o gel está completamente formado, o seu estado final pode ser alterado por ações mecânicas, como o envase durante a embalagem (LOPES, 2007).

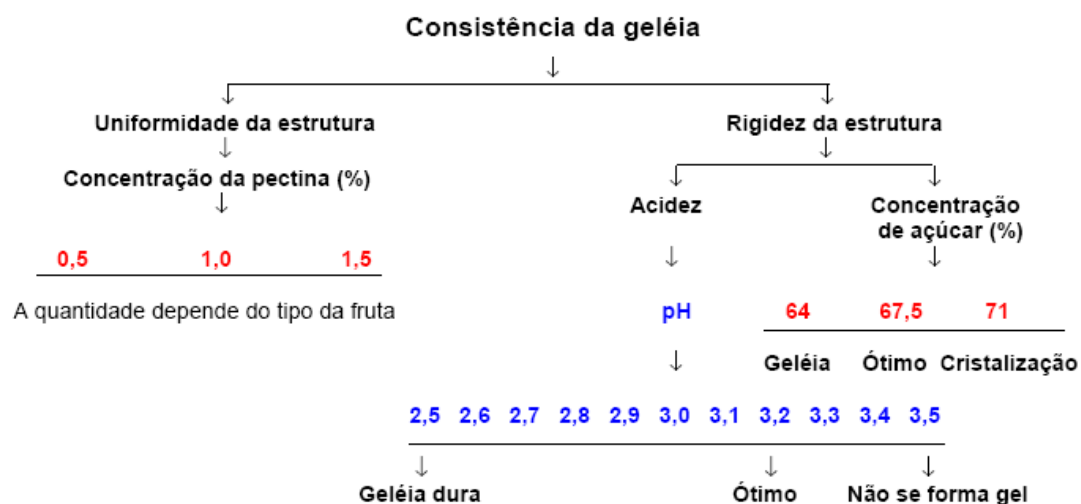


Figura 2. Diagrama de RAUCH para a consistência das geleias.

Fonte: JACKIX (1988).

Algumas pesquisas tiveram por objetivo estudar as características físico-químicas de algumas geléias, por exemplo, Folegatti *et al.* (2003) verificaram que o aumento da quantidade de polpa adicionada, ou seja, 50:50, em comparação a 40:60, resultou no aumento do teor de ATT dos produtos de geléia de umbu e ligeira diminuição do pH. Damiani (2009) avaliou o efeito do armazenamento da geléia de araçá durante 12 meses e verificou alterações nas suas características físicas, químicas e microbiológicas, todavia, dentro dos padrões estabelecidos pela legislação. Damiani *et al.* (2009) estudaram a substituição parcial ou total de polpa por cascas de manga Haden na formulação da geléia e verificaram melhora no valor nutricional e funcional das geléias.

No entanto, poucos são os estudos com o fruto cajá-umbu, fazendo-se necessário um aprofundamento no que diz respeito ao conhecimento do processamento de geléias desse fruto tropical, de forma a expandir as opções de consumo do mesmo.

2.3. Análise Descritiva Quantitativa (ADQ)

Alguns autores têm observado o efeito do conteúdo de fruta nas características físico-químicas de algumas geléias (FOLEGATTI *et al.*, 2003; DAMIANI, 2009; DAMIANI *et al.*, 2009), porém raros são os trabalhos que esclarecem o quanto a variação dos ingredientes na formulação da geléia influencia ou não no seu perfil sensorial.

A análise descritiva quantitativa (ADQ) é uma prova sensorial de grande interesse, na qual indivíduos treinados identificam e quantificam as propriedades sensoriais de um produto ou um ingrediente (STONE; SIDEL, 1985). Tal análise apresenta diversas vantagens sobre outros métodos, como por exemplo: a confiança no julgamento de uma equipe composta por 10-12 provadores treinados; desenvolvimento de uma linguagem descritiva objetiva, próxima à linguagem do consumidor; e os produtos são analisados com repetições por todos os provadores, tendo seus resultados estatisticamente analisados (MURRAY; DELAHUNTY; BAXTER, 2001).

Maciel *et al.* (2009) utilizaram a ferramenta de ADQ para determinar a melhor formulação de geleia mista de manga espada e acerola e verificaram o efeito dos tratamentos sobre as características físico-químicas e sensoriais do produto, dessa

forma concluíram que as geléias com maior proporção de manga na formulação conferiu melhores características sensoriais apreciadas pelos julgadores, mas que a substituição da manga por até 40% de acerola propiciou o aumento dos teores de ácido ascórbico, carotenóides totais e de polifenóis (compostos fenólicos, antocianinas e flavonóis totais) sem prejudicar a aceitação do produto.

Deste modo, devido à boa aceitação das geléias torna-se essencial a realização de estudos de caracterização sensorial de geléias produzidas com o fruto cajá-umbu, por meio da análise descritiva quantitativa, a fim de viabilizar o processo e disponibilizar produtos com alto valor agregado.

3. MATERIAS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Laboratório de Análises Cromatográficas e de Flavor do Núcleo de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe, na cidade de São Cristóvão/SE.

3.1. Matéria Prima

Os frutos cajá-umbu *in natura* foram adquiridos no Centro de Abastecimento (CEASA) da cidade de Aracaju/SE, no estado de maturação maduro (frutos totalmente amarelos) e “de vez” (quando apresentavam coloração amarela superior a 50%).

A pectina utilizada foi comercial e apresentou as seguintes características: grau SAG 150, alto teor de metoxilação. O açúcar utilizado foi a sacarose comercial.

3.2. Obtenção da Polpa

Os frutos foram inicialmente selecionados manualmente, com a finalidade de retirar pedaços de galhos de plantas, folhas, frutos estragados, entre outros defeitos que poderiam comprometer a qualidade do produto.

Após a seleção, os frutos passaram por pré-lavagem com água potável corrente em abundância para retirada das impurezas macroscópicas e, em seguida, foram sanitizados por imersão em solução aquosa de cloro orgânico (Sumaveg®) na concentração de 200 mg.L^{-1} , por 10 minutos, e então, novamente lavados com água potável para retirada do cloro.

Em seguida, os frutos foram submetidos ao processo de despulpamento em despulpadeira da marca Itametal (modelo compacto), utilizando-se uma tela 1,5mm de diâmetro. A polpa foi pesada e armazenada em embalagem de polipropileno com posterior congelamento a -18°C . O descongelamento da polpa foi realizado de acordo com a necessidade de produção da geléia sendo a polpa mantida em temperatura de refrigeração até total descongelamento.

O processo de obtenção da polpa e o fluxograma das operações realizadas estão mostrados na Figura 3.

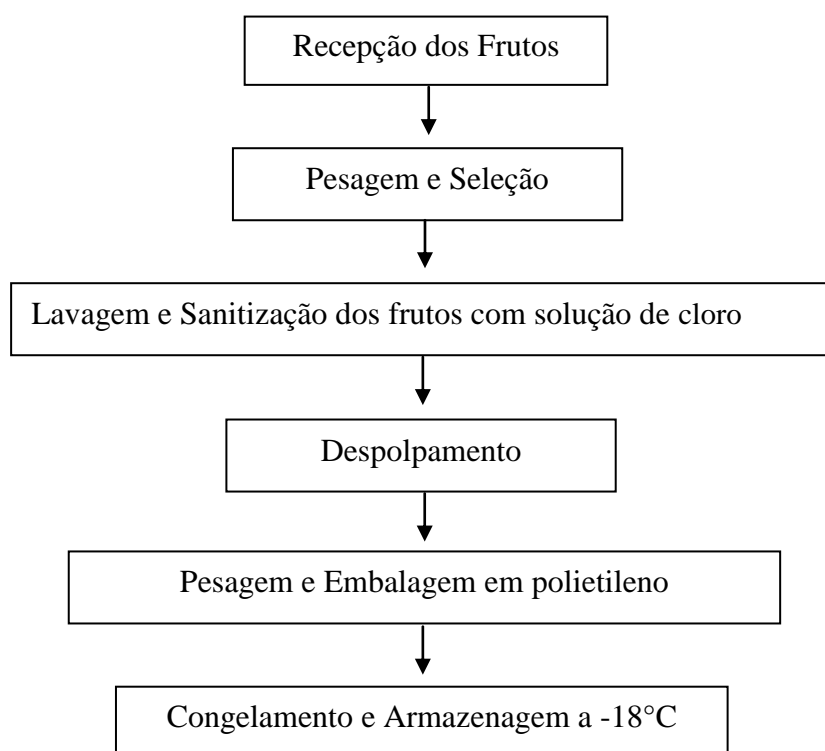


Figura 3. Fluxograma da obtenção da polpa de cajá-umbu

3.3. Processamento de geléias

O processamento das 9 formulações das geléias de cajá-umbu foi repetido duas vezes nessa etapa do projeto (Lote 1 e Lote 2), a fim de se verificar a repetibilidade do processo, quanto ao teor de sólidos solúveis, pH e acidez. A Figura 4 apresenta o fluxograma do processo de fabricação da geléia (JACKIX, 1988).

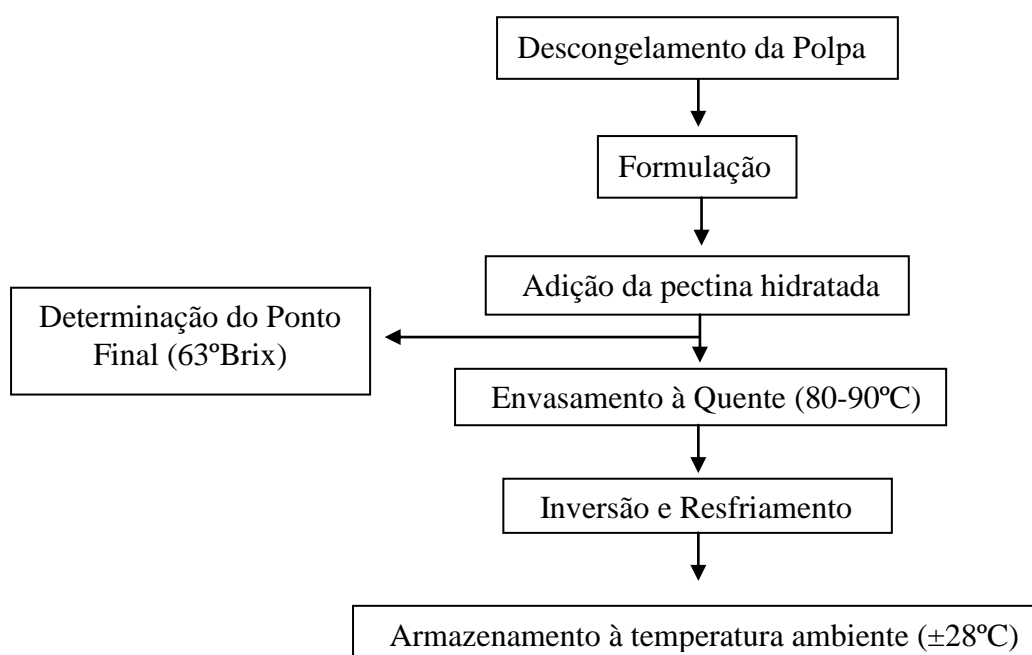


Figura 4. Fluxograma geral para obtenção de geléias.

Fonte: JACKIX, (1988).

3.3.1. Formulações

Foram desenvolvidas 9 formulações de geléia de cajá-umbu, com 3 teores de polpa/açúcar (60/40, 50/50 e 40/60%), variando para cada um desses teores a quantidade de pectina (0,2; 0,4 e 0,6% sob a massa inicial de cada formulação). As formulações designadas I, II e III continham 60% de polpa e 40% de açúcar, enquanto que as formulações IV, V e VI apresentavam proporção em peso de 50% de polpa e 50% de açúcar, sendo definidas pela ANVISA como Geléia Extra. As formulações VII,

VIII e IX foram definidas como Geléia Comum, cuja proporção em peso é de 40% de polpa e 60% de açúcar.

Cada formulação está descrita detalhadamente na Tabela 1, que contém a quantidade de polpa, de açúcar e de pectina para cada uma das geléias.

Tabela 1. Teor de polpa, açúcar e pectina na elaboração das geléias.

Formulação	Polpa (%)	Açúcar (%)	Pectina (%)
I	60	40	0,2
II	60	40	0,4
III	60	40	0,6
IV	50	50	0,2
V	50	50	0,4
VI	50	50	0,6
VII	40	60	0,2
VIII	40	60	0,4
IX	40	60	0,6

3.3.2. Adição da pectina

A porcentagem de pectina adicionada, que foi de 0,2, 0,4 e 0,6% anteriormente estabelecida, foi calculada com base na massa total de polpa e sacarose definida para cada formulação da geléia. Em seguida, efetuou-se a hidratação da pectina seguindo as recomendações do fabricante: homogeneização de 1 parte de pectina em 5 partes de açúcar e posterior adição de 10 partes de água a uma temperatura de aproximadamente 60°C, sob agitação intensa, e posteriormente a solução de pectina foi adicionada ao processo.

3.3.3. Determinação do ponto final

A determinação do ponto final para obtenção de geléia ocorre com a concentração da mistura constituída por polpa, açúcar e pectina, pelo processo de cocção realizado em um recipiente aberto, de aço inoxidável, até atingir o teor de sólidos solúveis totais 63°Brix, o qual foi determinado com o auxílio de um refratômetro de bancada.

O valor final dos sólidos solúveis totais foi fixado em 63 °Brix porque foi mantido o pH original da fruta para a elaboração das geléias, que foi de 2,25, o qual por ser abaixo de 3,2, favorece a formação de um gel duro. Assim, para compensar esse gel duro optou-se por usar um teor de sólidos solúveis totais abaixo de 67,5, que foi de 63°Brix, pois proporciona a formação de um gel mole.

3.3.4. Embalagem e armazenamento

Para o processo de embalagem, foi realizada a etapa de envasamento a quente que consistiu no acondicionamento da geléia preparada, a uma temperatura de 80-90°C, em frascos de vidro, respeitando o espaço vazio de 1 cm entre a geléia e a tampa do frasco para a hermeticidade do produto.

Antes de ser efetuado o envasamento propriamente dito, os potes de vidros foram previamente esterilizados em água à temperatura de 100°C durante um período de tempo de 25 minutos e as tampas metálicas lavadas somente com detergente neutro e água à temperatura ambiente para evitar danos ao vedante, o que comprometeria a hermeticidade da embalagem.

Após o acondicionamento da geléia nos frascos, os mesmos foram invertidos durante cinco minutos para promover o tratamento térmico da parte interna das tampas. Em seguida, os frascos de vidro foram resfriados à temperatura ambiente, sob água corrente.

Os frascos com as geléias foram armazenados em caixas de papelão e mantidas em temperatura ambiente de $\pm 28^{\circ}\text{C}$.

3.4. Análises Químicas

3.4.1. pH

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, calibrando-se o potenciômetro com as soluções tampão (pH 4,0 e 7,0) a 20°C, segundo o método 017-IV do Instituto Adolf Lutz (2008). A análise consistiu em homogeneizar 5g da amostra com o auxílio de 50 mL de água até a completa dissolução, e realizar a leitura do pH, após a estabilização do valor.

3.4.2. Sólidos Solúveis Totais

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por meio de refratômetro de bancada, com correção de temperatura, segundo o método 010-IV do Instituto Adolf Lutz (2008). Transferiu-se de 3 a 4 gotas da amostra homogeneizada para o prisma do refratômetro e realizou-se a leitura. Os SST foram expressos em °Brix.

3.4.3. Acidez Total

A acidez total foi determinada por titulometria, titulando 10 g da amostra diluída em 100 ml de água, acrescida de 3 gotas do indicador fenolftaleína a 1% com solução padronizada de NaOH 0,1 N. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico, segundo o método 017-IV do Instituto Adolf Lutz (2008).

3.5. Análise Descritiva Quantitativa

Os perfis sensoriais das geléias de cajá-umbu foram gerados utilizando-se a metodologia de Análise Descritiva Quantitativa (ADQ), conforme proposta por STONE; SIDEL (1993), conforme as seguintes etapas: recrutamento e pré-seleção dos julgadores, desenvolvimento da terminologia descritiva adequada para as geléias, treinamento e seleção final dos julgadores, teste sensorial das amostras e análise estatística dos resultados.

3.5.1. Recrutamento e pré-seleção dos julgadores

Os julgadores foram recrutados entre os alunos do Núcleo de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe.

3.5.2. Desenvolvimento da terminologia descritiva

O levantamento inicial dos termos descritivos para os atributos de aparência, sabor, aroma e textura foi realizado utilizando-se o Método de Rede (Kelly's repertory

grid method), que se baseia na descrição das similaridades e diferenças existentes entre as amostras quanto à aparência, aroma, sabor e textura (MOSKOWITZ, 1983).

Cada julgador recebeu três amostras das geléias, escolhidas por apresentarem entre as 9 formulações desenvolvidas, as maiores diferenças quanto à aparência e textura. Foram servidas aproximadamente 10 g de geléia em copos de polietileno de cor branca, codificados com três dígitos, acompanhados de colher para manusear o produto e um copo com água para limpeza do palato entre uma amostra e outra. Foi solicitado que os julgadores descrevessem as similaridades e diferenças existentes entre cada par de amostras com relação aos atributos anteriormente citados (Figura 5).

FICHA DE DESENVOLVIMENTO DE TERMOS DESCRITIVOS DE GELÉIA DE CAJÁ-UMBU		
NOME: _____	DATA: _____	
AMOSTRAS: _____		
Por favor, avalie as amostras aos pares e descreva as SIMILARIDADES E DIFERENÇAS entre elas, com relação à APARÊNCIA, AROMA, SABOR E TEXTURA.		
	SIMILARIDADES	DIFERENÇAS
APARÊNCIA		
AROMA		
SABOR		
TEXTURA		

Figura 5. Modelo de ficha utilizada para o Método de Rede no levantamento dos termos descritivos.

Após as avaliações individuais, os julgadores foram reunidos e sob a orientação do líder relataram os termos gerados na descrição sensorial das geléias, sendo os termos sinônimos agrupados. Em sessões subsequentes de avaliação, a equipe definiu de forma consensual: a definição de cada termo descritivo, referências de qualidade e intensidade de cada descritor e finalmente a ficha descritiva, onde cada termo foi associado a uma

escala não estruturada de 9 cm, ancorada nos extremos esquerdo e direito com os termos de intensidade (fraco/forte, nenhum/muito, nenhum/forte, baixo/alto, claro/escuro) (Figura 7).

3.5.3. Treinamento e seleção final da equipe ADQ

O treinamento dos julgadores consistiu em sessões de avaliação das amostras de geléia de cajá-umbu onde primeiramente o indivíduo lia a definição de cada descritor e analisava as referências de qualidade e intensidade a ele associado. Na sequência cada julgador avaliava, individualmente, a intensidade de cada descritor em três amostras codificadas de geléias, utilizando a Ficha de Avaliação Descritiva consensualmente desenvolvida (Figura 7).

A etapa de treinamento foi finalizada quando o líder da equipe julgou que a maior parte dos julgadores apresentava bom poder discriminativo, repetibilidade de julgamentos e consenso adequado, comparativamente aos demais membros da equipe (DAMÁSIO; COSTELL, 1991).

3.5.4. Avaliação das amostras

Nessa etapa, a equipe sensorial treinada, composta por dez julgadores, realizou a avaliação sensorial das nove amostras de geléia de cajá-umbu em duas repetições. Apenas três amostras foram avaliadas em cada sessão de teste. As amostras foram apresentadas de forma monádica, e a ordem de apresentação das mesmas em cada sessão de teste foi balanceada a fim de evitar o efeito da ordem sequencial de apresentação.

3.6. Análises estatísticas

Os dados obtidos foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA), ao Teste de Tukey ao nível de 5% de significância e à Análise de Componentes Principais (ACP) utilizando-se o programa estatístico Statistical Analysis System (SAS). Adicionalmente os dados foram analisados por Metodologia de Superfície de Resposta utilizando o programa STATISTICA versão 7.0.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises Químicas de Geléia de Cajá-Umbu

Nas Tabelas 2 e 3 estão apresentados os resultados das análises físico-químicas essenciais para a caracterização das geléias formuladas com polpa de cajá-umbu, ressaltando que os lotes 1 e 2 foram elaborados com a mesma matéria-prima, a fim de se verificar a repetibilidade do processo quanto às características de sólidos solúveis totais, pH e acidez total do produto final.

Tabela 2. Sólidos solúveis totais (média \pm desvio padrão) de distintas formulações de geléia de cajá-umbu

Formulação*	Lote 1**	Lote 2**
Sólidos Solúveis (°Brix)		
I	63,60 ^a \pm 0,130	63,42 ^a \pm 0,290
II	63,00 ^a \pm 0,000	62,75 ^a \pm 0,250
III	63,22 ^a \pm 0,200	63,25 ^a \pm 0,000
IV	63,58 ^a \pm 0,289	63,17 ^a \pm 0,140
V	63,17 ^a \pm 0,289	63,50 ^a \pm 0,250
VI	63,25 ^a \pm 0,433	63,52 ^a \pm 0,450
VII	63,08 ^a \pm 0,144	63,17 ^a \pm 0,140
VIII	63,42 ^a \pm 0,144	62,83 ^a \pm 0,140
IX	63,33 ^a \pm 0,381	63,10 ^a \pm 0,000

* I=60% polpa/0,2% pectina; II=60% polpa/0,4% pectina; III=60% polpa/0,6% pectina; IV=50% polpa/0,2% pectina; V=50% polpa/0,4% pectina; VI=50% polpa/0,6% pectina; VII=40% polpa/0,2% pectina; VIII=40% polpa/0,4% pectina; IX=60% polpa/0,6% pectina.

**As médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Os valores médios dos sólidos solúveis variaram de 62,75 a 63,6°Brix entre todas as formulações (Tabela 2), atendendo o valor pré-fixado que foi de 63°Brix. Esta variação, no entanto, não foi significativa entre os lotes, ao nível de 5% de significância, o que representa expressiva repetibilidade do processo, visto que foi possível atender ao valor estabelecido do teor de sólidos solúveis totais no produto final, fato muito importante para a indústria, visando à obtenção de produtos que não variem suas características entre os processamentos, o que resulta no ganho da confiança do consumidor em adquirir o produto.

O estabelecimento do uso de 63°Brix na geléia final é devido ao baixo pH do cajá-umbu que tende a formar um gel duro, o qual pode ser compensado com o gel

mole proporcionado pelo Brix baixo estabelecido nas formulações, obtendo-se, assim, um gel satisfatório. O teor de Brix final atende a Resolução Normativa nº 12, a qual estipula que o valor mínimo de sólidos solúveis totais para geléia deve estar compreendido entre 62 a 65% (BRASIL, 1978).

Tabela 3. pH e acidez total (média ± desvio padrão) de distintas formulações de geléia de cajá-umbu

Formulação*	Lote 1**	Lote 2**
pH		
I	2,12 ^a ± 0,03	2,21 ^a ± 0,02
II	2,13 ^a ± 0,00	2,21 ^a ± 0,01
III	2,17 ^a ± 0,04	2,22 ^a ± 0,05
IV	2,20 ^a ± 0,01	2,25 ^a ± 0,00
V	2,26 ^a ± 0,01	2,25 ^a ± 0,01
VI	2,29 ^a ± 0,01	2,31 ^a ± 0,02
VII	2,33 ^a ± 0,00	2,34 ^a ± 0,01
VIII	2,37 ^a ± 0,00	2,35 ^a ± 0,01
IX	2,33 ^a ± 0,01	2,33 ^a ± 0,03
Acidez Total (% Ácido Cítrico)		
I	1,89 ^a ± 0,13	1,64 ^a ± 0,09
II	1,68 ^a ± 0,07	1,55 ^a ± 0,01
III	1,88 ^a ± 0,24	1,63 ^a ± 0,01
IV	1,56 ^a ± 0,02	1,55 ^a ± 0,02
V	1,42 ^a ± 0,04	1,40 ^a ± 0,04
VI	1,39 ^a ± 0,02	1,33 ^a ± 0,04
VII	1,25 ^a ± 0,02	1,10 ^a ± 0,06
VIII	1,02 ^a ± 0,14	1,12 ^a ± 0,00
IX	1,15 ^a ± 0,01	1,41 ^a ± 0,07

* I=60% polpa/0,2% pectina; II=60% polpa/0,4% pectina; III=60% polpa/0,6% pectina; IV=50% polpa/0,2% pectina; V=50% polpa/0,4% pectina; VI=50% polpa/0,6% pectina; VII=40% polpa/0,2% pectina; VIII=40% polpa/0,4% pectina; IX=60% polpa/0,6% pectina.

**As médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Quanto aos valores do pH e da acidez total em ácido cítrico, ambos não apresentaram diferença significativa entre os lotes, ao nível de 5% de significância, os quais variaram de 2,1 a 2,3 para o pH e de 1,0 a 1,8% para a acidez expresso em ácido cítrico dentre todas as formulações estudadas (Tabela 3), sendo a acidez medida em ácido cítrico devido a este estar em predominância no fruto cajá-umbu.

O baixo pH obtido nas geléias não concorreu para a formação de um gel duro característico em grandes intensidades, visto que os produtos apresentaram pouca sinérese, observada visualmente. Mélo *et al.* (1999) utilizando como ingrediente pitanga

e acerola, as quais apresentaram pH de 2,6 e 2,8, respectivamente, relativamente mais baixo ao indicado como ideal à formação do gel (3,0 a 3,2), conseguiram obter geléias com consistência apropriada, sem a necessidade de se ajustar o pH para a faixa ideal.

Folegatti *et al.* (2003) utilizaram polpa de umbu (*Spondias tuberosa* Arr. Cam.), fruto da mesma família que o cajá-umbu, no desenvolvimento de geléias e compotas e obtiveram produtos com satisfatória aceitação sensorial, evidenciando notas em torno de 7 da escala hedônica, apesar do relativo pH baixo de 2,8. Tais fatos demonstram a viabilidade do aproveitamento das frutas ácidas na produção de geléias.

Considerando os valores de SST, pH e acidez (Tabelas 2 e 3), o cajá-umbu torna-se um fruto que se aplica bem em geléias, pois tais dados favorecem a estabilidade da firmeza do gel.

4.2. Análise Descritiva Quantitativa

Quatorze termos foram gerados para descrever as similaridades e diferenças entre as geléias desenvolvidas; cinco referentes à aparência (brilho, cor, líquido exudado, consistência e presença de partícula), três ao aroma (aroma da fruta cajá-umbu, aroma de caramelo e aroma de cozido), quatro ao sabor (sabor doce, sabor da fruta, sabor ácido e sabor residual ácido) e dois referentes à textura (consistência e arenosidade). A definição e as referências de qualidade e intensidade de cada termo encontram-se na Figura 6. A Ficha de Avaliação Descritiva consensualmente desenvolvida está apresentada na Figura 7.

Entre os atributos listados, a presença de líquido exudado é considerada indesejada no produto, pois está relacionada à perda do poder geleificante da pectina devido a hidrólise da mesma sob cocção em baixo pH, visto que os polissacarídeos são instáveis à clivagem hidrolítica, podendo sofrer despolimerização durante o processamento e/ou estocagem (FENNEMA, 2010).

A hidrólise das ligações glicosídicas, que unem as unidades de monossacarídeos em polissacarídeos, pode ser catalisada por ácidos e sua extensão é determinada pelo pH, temperatura, tempo na temperatura, etc. (FENNEMA, 2010). Variações em todos esses parâmetros desencadeantes da hidrólise estão presentes no processamento das geléias, justificando assim seu aparecimento em graus variados nesses produtos.

DESCRITORES	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIA
APARÊNCIA		
Brilho	Quantidade de luz refletida pela amostra	
Cor	Tonalidade da amostra que varia de clara a escura	Clara: Polpa de cajá-umbu cozida Escura: Calda de açúcar a ponto de caramelo
Líquido exudado	Migração de líquidos de dentro para fora da geléia	Nenhum: Doce tipo goiabada da marca palmeiron Muito: Doce tipo goiabada da marca palmeiron acrescido de água
Consistência	Firmeza da geléia percebida através da aparência.	Baixa: Polpa de cajá-umbu Alta: Doce tipo goiabada da marca palmeiron
Presença de partícula	Presença de partícula de frutas	
AROMA		
Fruta (cajá-umbu)	Aroma característico da polpa de cajá-umbu incluindo sua nota cítrica	Nenhum: Água Forte: Polpa de cajá-umbu
Caramelo/Doce	Aroma doce característico de calda de caramelo e apurada a ponto de caramelo.	Nenhum: Água Forte: Calda de açúcar a ponto de caramelo
Cozido	Aroma da polpa cajá-umbu submetido à cocção.	Nenhum: Polpa de cajá-umbu Forte: Polpa de cajá-umbu cozida
SABOR		
Doce	Gosto característico de solução aquosa de sacarose.	Fraco: Solução de sacarose a 5% Forte: Solução de sacarose a 15%
Fruta	Sabor característico do cajá-umbu fresco	Nenhum: água Forte: Polpa de cajá-umbu
Ácido	Gosto característico de solução aquosa de ácido cítrico.	Nenhum: água Forte: polpa cajá-umbu
Sabor residual	Sabor que permanece na boca após ingerir a amostra (amargo/ácido)	
TEXTURA		
Arenosidade	Percepção das partículas de fruta na boca	
Consistência	Percepção da firmeza ao manipular a amostra com a colher e na boca.	Baixa: Polpa de cajá-umbu Alta: Doce tipo goiabada da marca palmeiron

Figura 6. Definições dos termos descritivos das geléias e respectivas referências.

ANÁLISE DESCRITIVA QUANTITATIVA DE GELEIA DE CAJÁ UMBU		
Nome: _____	Data: _____	
Instruções: Faça um traço vertical na linha horizontal que melhor descreva cada atributo.		
APARÊNCIA		
	Fraco	Forte
Brilho	-----	
	Clara	Escura
Cor	-----	
	Nenhum	Muito
Líquido Exudado	-----	
	Baixa	Alta
Consistência	-----	
	Nenhum	Muito
Presença de partícula	-----	
AROMA		
	Nenhum	Forte
Fruta (cajá-umbu)	-----	
	Nenhum	Forte
Caramelo	-----	
	Nenhum	Forte
Cozido	-----	
SABOR		
	Fraco	Forte
Doce	-----	
	Nenhum	Forte
Fruta	-----	
	Nenhum	Forte
Ácido	-----	
	Nenhum	Forte
Sabor residual	-----	
TEXTURA		
	Nenhum	Forte
Arenosidade	-----	
	Baixa	Alta
Consistência	-----	

Figura 7. Ficha da avaliação descritiva de geléia de cajá-umbu.

4.2.1. Efeito do teor de pectina sobre os atributos sensoriais das geléias de cajá-umbu

Conforme pode ser observado na Tabela 4, a variação dos teores de pectina, entre 0,2 a 0,6%, não apresentou efeito significativo ($p \leq 0,05$) nos atributos sensoriais das geléias, à exceção do aroma de caramelo, cuja intensidade diminuiu com a elevação da quantidade de pectina adicionada.

Tabela 4. Efeito do teor de pectina sobre os atributos sensoriais da geléia de cajá-umbu

Descritores	Pectina (%)		
	0,2	0,4	0,6
Brilho	4,43 ^a	4,09 ^a	4,52 ^a
Cor	3,58 ^a	3,42 ^a	3,42 ^a
Aparência Exudado	2,78 ^a	2,58 ^a	2,47 ^a
Aparência Consistência	3,77 ^a	3,85 ^a	3,89 ^a
Aparência Presença Partícula	3,35 ^a	3,34 ^a	3,22 ^a
Aroma Fruta	3,74 ^a	3,80 ^a	3,43 ^a
Aroma Caramelo	3,46 ^a	3,28 ^{a,b}	2,70 ^b
Aroma Cozido	3,37 ^a	3,36 ^a	3,14 ^a
Sabor Doce	4,00 ^a	3,74 ^a	3,95 ^a
Sabor Fruta	4,11 ^a	4,09 ^a	4,40 ^a
Sabor Ácido	3,92 ^a	3,52 ^a	3,49 ^a
Sabor Residual Ácido	3,86 ^a	3,40 ^a	3,49 ^a
Arenosidade	3,19 ^a	3,31 ^a	3,43 ^a
Consistência	3,57 ^a	3,83 ^a	3,52 ^a

* Em uma mesma linha, médias com letras em comum, não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

A redução do aroma de Caramelo com o aumento do teor de pectina pode ser explicado pela formação de uma rede mais densa de gel que dificulta a liberação de compostos voláteis caracterizando o aroma (LUBBERS; GUICHARD, 2003).

4.2.2. Efeito do teor de polpa sobre os atributos sensoriais das geléias de cajá-umbu

Ao contrário da pectina, a variação do teor de polpa de cajá-umbu nas diversas formulações de geléias propiciou diferença estatística, ao nível de 5% de significância, entre todos os atributos analisados, com exceção dos atributos arenosidade e presença de partícula (Tabela 5).

Tabela 5. Efeito do teor de polpa de fruta sobre os atributos sensoriais da geléia de cajá-umbu

Descritores	Polpa de Fruta (%)		
	40	50	60
Brilho	4,24 ^{a,b}	4,83 ^a	3,97 ^b
Cor	1,44 ^c	3,97 ^b	5,0 ^a
Aparência Exudado	4,53 ^a	1,85 ^b	1,46 ^b
Aparência Consistência	1,84 ^c	4,51 ^b	5,17 ^a
Aparência Presença Partícula	3,55 ^a	3,27 ^a	3,09 ^a
Aroma Fruta	4,21 ^a	3,66 ^{a,b}	3,11 ^b
Aroma Caramelo	2,33 ^c	3,20 ^b	3,92 ^a
Aroma Cozido	2,22 ^b	3,52 ^a	4,14 ^a
Sabor Doce	5,36 ^a	3,77 ^b	2,57 ^c
Sabor Fruta	5,05 ^a	3,94 ^b	3,60 ^b
Sabor Ácido	2,12 ^c	3,98 ^b	4,83 ^a
Sabor Residual Ácido	2,50 ^b	3,85 ^a	4,39 ^a
Arenosidade	3,51 ^a	3,26 ^a	3,16 ^a
Consistência	1,64 ^c	4,20 ^b	5,07 ^a

* Em uma mesma linha, médias com letras em comum, não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Conforme pode ser observado na Tabela 5, grandes variações foram constatadas pelos julgadores da equipe sensorial entre as geléias formuladas com diferentes teores de polpa, com relação à cor, presença de líquido exudado e consistência das amostras. As geléias formuladas com 40% de polpa apresentaram cor mais clara que as demais, mais líquido exudado e menor consistência ($p \leq 0,05$). Isso pode ser decorrente do menor tempo de cocção associado às geléias elaboradas com 40% de polpa (10 min) comparativamente às demais formulações (entre 18 e 24 minutos), visto que um menor tempo de cozimento reduz a velocidade das reações de Maillard e de caramelização, responsáveis pelo escurecimento de alimentos processados como geléias (FENNEMA, 2010).

As geléias formuladas com 40% de polpa de fruta continham 60% de açúcar, conferindo-lhes um brix inicial maior que as demais. Uma vez que o cozimento das geléias finalizava-se quando estas atingiam 63°brix, as geléias contendo 40% de polpa sofreram menor tratamento térmico e menor impacto das reações de Maillard e caramelização.

Por outro lado, Menezes *et al.* (2009) observaram que o aumento do teor de açúcar com a conseqüente redução do teor de polpa contribuiu para uma diminuição da luminosidade de doces de goiaba e que, provavelmente, foi em decorrência de um maior

escurecimento não enzimático como caramelização e reação de Maillard, porém os autores não especificaram se houve diferença no Brix final dos produtos, o que pode indicar um maior tempo de cozimento desses produtos e assim apresentar similaridade nos resultados para as geléias de cajá-umbu.

A consistência mais fraca e a maior presença de líquido exudado observadas nas geléias contendo menor teor de polpa (Tabela 5) também podem estar relacionadas com o menor tempo de cocção das mesmas, o qual pode ter sido insuficiente para a formação de um gel forte, ou seja, com maior capacidade de retenção de líquido.

Por sua vez, as geléias contendo menor teor de polpa apresentaram maior intensidade de aroma e sabor de fruta e menor intensidade de aroma de caramelo e de cozido (Tabela 5). Possivelmente as geléias contendo maior proporção de fruta (60%), pelo fato de requererem um maior tempo de cocção até atingirem o brix estabelecido, sofreram em maior grau reações de Maillard e de caramelização, que promovem a formação de voláteis como maltol, isomaltol, etc., responsáveis pela intensificação do aroma de caramelo em geléias (FENNEMA, 2010). Ao mesmo tempo, o cozimento promove perda de voláteis odoríferos por evaporação e/ou degradação nestes produtos (FENNEMA, 2010). Juntas, essas alterações explicam porque as geléias submetidas ao menor tratamento térmico resultaram em produtos com maior intensidade do aroma e sabor de fruta e menor intensidade dos aromas de caramelo e de cozido.

Por sua vez, as geléias contendo menor teor de polpa apresentaram maior doçura, menor acidez e sabor residual ácido. Estas ocorrências podem ser atribuídas ao fato dessas geléias conterem maior teor de açúcar e menor teor de polpa. Esta última, por apresentar baixo pH e alta acidez, acrescenta gosto ácido aos produtos ao qual foi adicionada (Tabela 5).

Variações nos teores de polpa não alteraram significativamente a arenosidade das amostras. Por outro lado, a consistência variou grandemente entre as amostras em função do teor de polpa das formulações. A baixa consistência observada nas geléias formuladas com baixo teor de polpa pode estar relacionada ao baixo tempo de cocção das mesmas, que não proporcionou a inversão ideal da sacarose em glicose e frutose para a formação ideal do gel.

4.2.3. Perfil sensorial das geléias

A Figura 8 apresenta o resultado da Análise de Componentes Principais (ACP) dos dados gerados pela equipe sensorial para cada uma das nove amostras. Na ACP, as variações existentes entre as geléias de cajá-umbu são expressas em eixos ortogonais (Eixo I e Eixo II), sendo que o Eixo I explicou 65,9% da variação sensorial existente entre as amostras e o Eixo II explicou 13,5% das variações (Figura 8).

Cada formulação encontra-se representada na Figura 8 por números de 1 a 9, através de uma reta, que une os pontos referentes a cada uma das duas repetições realizadas pela equipe sensorial em cada geléia. Na ACP, amostras que ocupam regiões similares no gráfico apresentam perfis sensoriais similares sendo que quanto mais distantes estiverem as amostras no gráfico, maior a diferença sensorial entre elas. Por sua vez, na ACP os atributos sensoriais julgados e apresentados na Ficha de Avaliação Descritiva (Figura 7) estão representados por vetores, cujas resultantes decompostas em cada eixo auxiliam na caracterização das amostras: quanto maior a resultante de um vetor (descriptor) em um dado eixo, mais importante é o atributo para discriminar as amostras naquele eixo.

Na Figura 8 é possível observar 3 agrupamentos de amostras. O primeiro grupo é composto pelas amostras 1, 2, 3, 4 e 5 que distinguiram-se das demais por apresentarem maior gosto ácido, gosto residual ácido, aroma de caramelo, aroma cozido, cor escura e consistência. De um modo geral, estes resultados podem ser confirmados na Tabela 6, na qual pode se verificar que esse grupo de amostras de fato apresentou maior intensidade dos citados atributos sensoriais, notadamente com relação às amostras 7, 8 e 9.

O grupo representado pelas amostras 1, 2, 3, 4 e 5 (Figura 8) foi elaborado com maior teor de polpa de cajá-umbu. Enquanto as amostras 1, 2 e 3 possuem 60% de polpa em sua formulação, as amostras 4 e 5 possuem 50% de polpa de fruta. Conforme já foi comentado anteriormente, a maior presença da polpa de fruta cajá-umbu nestas formulações concorreu para o aumento da intensidade de gosto ácido e gosto residual ácido nessas geléias. Por sua vez, as maiores intensidades dos atributos aroma caramelo, aroma cozido, cor escura e consistência nesse grupo também podem ser justificadas pelo alto teor de polpa. Pelo fato de requererem um maior tempo de cocção até

atingirem o Brix estabelecido, as geléias contendo maior proporção de fruta, sofrem em maior grau reações de Maillard, caramelização, de perda e formação de compostos voláteis, justificando a maior intensidade de aroma de caramelo e cozido nessas geléias (FENNEMA, 2010).

Finalmente esse grupo composto pelas amostras 1, 2, 3, 4 e 5 demonstrou maior consistência (Tabela 6), possivelmente por terem sofrido maior tempo de cozimento, o qual promoveu a evaporação de água, concentração do teor de sólidos solúveis e a inversão da sacarose em glicose e frutose, favorecendo a formação de uma rede de gel mais rígida.

A Figura 9 também sugere que as geléias 7, 8 e 9 formam um grupo bem distinto das demais amostras, destacando-se por apresentar em maior intensidade de aroma e sabor de fruta, doçura e exudado, o que pode ser confirmado nos dados apresentados na Tabela 6. Esse grupo apresenta maior proporção de açúcar na sua formulação em relação à fruta, o que pode explicar a intensificação da doçura nas amostras. Além disso, esse maior teor de açúcar proporciona o aumento do Brix inicial da formulação, implicando em um menor tempo de cozimento para atingir o Brix final, promovendo maior retenção do aroma e sabor característicos da fruta. Por outro lado, o menor tempo de cozimento pode ter sido insuficiente para a formação de uma consistência adequada, favorecendo à formação de exudado.

Finalmente, a Figura 9 mostra que a formulação 6 apresentou perfil sensorial intermediário entre o grupo formado pelas amostras 1, 2, 3, 4, e 5 e o grupo formado pelas amostras 7, 8 e 9. Os dados apresentados na Tabela 6 confirmam que de fato essa amostra apresentou em todos os atributos, intensidades intermediárias aos dois grupos de amostras anteriormente citados. Essa amostra foi formulada com 50% de polpa e o maior nível de pectina (0,6%). Esses dois fatores possivelmente favoreceram maior retenção do aroma e sabor característicos da fruta e melhor geleificação.

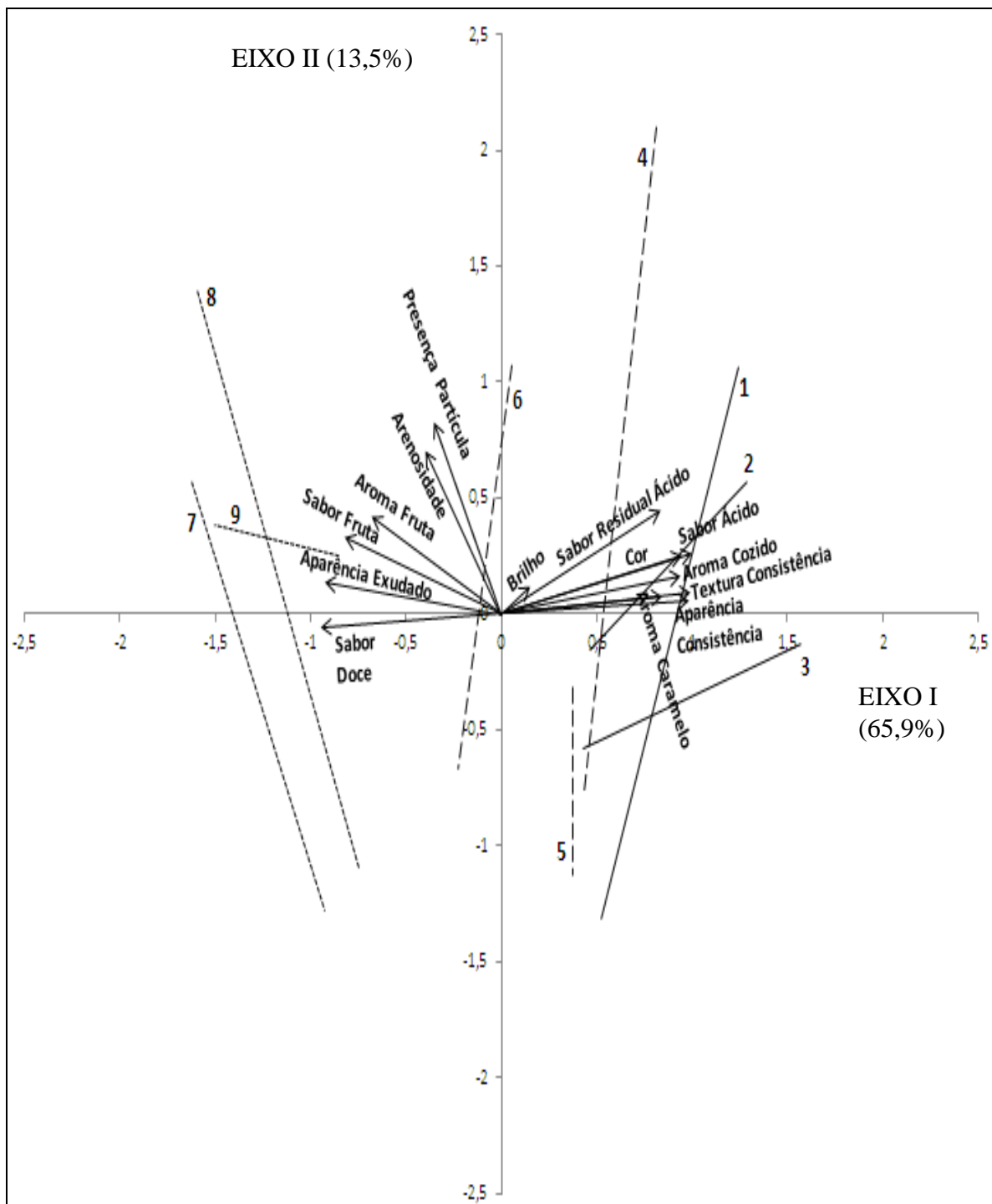


Figura 8. Análise de Componentes Principais (ACP) Eixo II x Eixo I de nove formulações de geléia de cajá-umbu.

*1=60% polpa/0,2% pectina; 2=60% polpa/0,4% pectina; 3=60% polpa/0,6% pectina; 4=50% polpa/0,2% pectina;
 5=50% polpa/0,4% pectina; 6=50% polpa/0,6% pectina; 7=40% polpa/0,2% pectina; 8=40% polpa/0,4% pectina;
 9=60% polpa/0,6% pectina.

A decomposição dos vetores nos Eixos I e II sugerem que os seguintes atributos foram os mais importantes para discriminar as amostras entre si: gosto ácido, aroma de cozido, gosto doce, aroma de fruta, sabor de fruta, presença de exudado, cor e consistência. Os atributos presença de partícula e arenosidade foram mais importantes em relação ao Eixo II, mas como esse Eixo explica somente 13,5% das variações, essa contribuição torna-se irrelevante em comparação às dos demais atributos. O atributo brilho (Figura 8) foi o menos importante para explicar as variações entre as nove amostras de geléia.

Tabela 6. Média* de todos os atributos para diversas formulações de geléia de cajá-umbu.

Atributos	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Brilho	4,325 ^a	3,570 ^a	4,015 ^a	4,945 ^a	4,690 ^a	4,845 ^a	4,010 ^a	4,020 ^a	4,695 ^a
Cor	4,645 ^{a,b}	4,845 ^{a,b}	5,510 ^a	5,210 ^{a,b}	3,750 ^{b,c}	2,945 ^{c,d}	0,880 ^e	1,660 ^{d,e}	1,790 ^{d,e}
Aparência Exudado	2,055 ^b	1,405 ^b	0,915 ^b	1,675 ^b	1,805 ^b	2,055 ^b	4,605 ^a	4,530 ^a	4,445 ^a
Aparência Consistência	4,965 ^{a,b}	4,980 ^{a,b}	5,555 ^a	5,025 ^{a,b}	4,545 ^{a,b}	3,945 ^b	1,315 ^c	2,025 ^c	2,175 ^c
Aparência Pres. Part.	3,145 ^a	3,360 ^a	2,750 ^a	3,315 ^a	2,960 ^a	3,520 ^a	3,575 ^a	3,325 ^a	3,735 ^a
Aroma Fruta	3,165 ^a	3,315 ^a	2,835 ^a	3,700 ^a	3,575 ^a	3,690 ^a	4,355 ^a	4,500 ^a	3,760 ^a
Aroma Caramelo	3,920 ^a	4,100 ^a	3,735 ^a	3,860 ^a	3,230 ^{a,b}	2,510 ^{a,b}	2,605 ^{a,b}	2,505 ^{a,b}	1,865 ^b
Aroma Cozido	4,555 ^a	3,940 ^{a,b}	3,925 ^{a,b}	3,545 ^{a,b,c}	3,685 ^{a,b}	3,315 ^{a,b,c,d}	2,010 ^d	2,460 ^{b,c,d}	2,190 ^{c,d}
Sabor Doce	2,660 ^d	2,420 ^d	2,615 ^d	3,470 ^{c,d}	3,540 ^{c,d}	4,290 ^{b,c}	5,875 ^a	5,250 ^{a,b}	4,940 ^{a,b,c}
Sabor Fruta	3,585 ^{b,c}	3,480 ^c	3,740 ^{b,c}	3,940 ^{a,b,c}	3,720 ^{b,c}	4,160 ^{a,b,c}	4,800 ^{a,b,c}	5,070 ^{a,b}	5,290 ^a
Sabor Ácido	4,645 ^a	5,120 ^a	4,720 ^a	4,770 ^a	3,615 ^{a,b}	3,550 ^{a,b}	2,335 ^{b,c}	1,820 ^c	2,195 ^{b,c}
Sabor Residual Ácido	4,315 ^a	4,480 ^a	4,385 ^a	4,680 ^a	3,210 ^{a,b}	3,665 ^{a,b}	2,570 ^b	2,510 ^b	2,410 ^b
Arenosidade	2,985 ^a	3,235 ^a	3,250 ^a	3,450 ^a	2,940 ^a	3,375 ^a	3,120 ^a	3,745 ^a	3,675 ^a
Consistência	5,025 ^a	4,820 ^{a,b}	5,370 ^a	4,430 ^{a,b}	4,685 ^{a,b}	3,485 ^b	1,240 ^c	1,970 ^c	1,700 ^c

* Em uma mesma linha, médias com letras em comum, não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

I=60% polpa/0,2% pectina; II=60% polpa/0,4% pectina; III=60% polpa/0,6% pectina; IV=50% polpa/0,2% pectina; V=50% polpa/0,4% pectina; VI=50% polpa/0,6% pectina; VII=40% polpa/0,2% pectina; VIII=40% polpa/0,4% pectina; IX=60% polpa/0,6% pectina.

4.2.4. Otimização do teor de polpa e pectina na geléia

Nas Tabelas 7, 8, 9 e 10 estão apresentados, para cada atributo sensorial, os resultados da análise de regressão múltipla, com os valores de probabilidade (p) do teste F associado aos coeficientes linear e quadrático de cada variável independente (teor de polpa e de pectina) e suas interações, bem como os valores do coeficiente de determinação (R^2) dos modelos preditivos completos e seus respectivos níveis de significância (p).

Tabela 7. Estimativa dos efeitos e níveis de significância (p) do teste F associado ao coeficiente linear e quadrático de cada variável independente estudada (polpa e pectina) e coeficientes de determinação dos modelos preditivos completos para os descritores do atributo aroma.

Descritores do Aroma	Efeito	P	R²
Fruta			
Interceção	3,796	<0,0001	-
Polpa (L)*	-0,550	0,021	-
Pectina (L)	-0,155	0,469	-
Polpa (Q)**	0	1,000	-
Interação Polpa/Pectina	0,066	0,799	-
Pectina (Q)	-0,212	0,567	-
Modelo Completo	-	0,237	0,398
Caramelo			
Interceção	3,330	<0,0001	-
Polpa (L)	0,796	0,005	-
Pectina (L)	-0,379	0,132	-
Polpa (Q)	0,078	0,85	-
Interação Polpa/Pectina	0,138	0,638	-
Pectina (Q)	-0,195	0,638	-
Modelo Completo	-	0,059	0,549
Cozido			
Interceção	3,585	<0,0001	-
Polpa (L)	0,960	<0,0001	-
Pectina (L)	-0,113	0,461	-
Polpa (Q)	-0,335	0,218	-
Interação Polpa/Pectina	-0,202	0,288	-
Pectina (Q)	-0,105	0,691	-
Modelo Completo	-	0,0009	0,790

* (L) = Coeficiente linear; ** (Q) = Coeficiente quadrático

Tabela 8. Estimativa dos efeitos e níveis de significância (*p*) do teste F associado ao coeficiente linear e quadrático de cada variável independente estudada (polpa e pectina) e coeficientes de determinação dos modelos preditivos completos e respectivos níveis de significância (*p*) para os descritores do atributo aparência.

Descritores da Aparência	Efeito	P	R²
Brilho			
Interceção	4,573	<0,0001	-
Polpa (L)*	-0,135	0,370	-
Pectina (L)	0,045	0,759	-
Polpa (Q)**	-0,720	0,014	-
Interação Polpa/Pectina	-0,248	0,189	-
Pectina (Q)	0,379	0,159	-
Modelo Completo	-	0,077	0,525
Cor			
Interceção	3,916	<0,0001	-
Polpa (L)	1,778	0,0003	-
Pectina (L)	-0,081	0,819	-
Polpa (Q)	-0,746	0,242	-
Interação Polpa/Pectina	-0,011	0,979	-
Pectina (Q)	0,078	0,899	-
Modelo Completo	-	0,007	0,694
Presença Exudado			
Interceção	1,815	<0,0001	-
Polpa (L)	-1,534	<0,0001	-
Pectina (L)	-0,153	0,289	-
Polpa (Q)	1,147	0,0004	-
Interação Polpa/Pectina	-0,245	0,173	-
Pectina (Q)	0,045	0,854	-
Modelo Completo	-	<0,0001	0,926
Consistência			
Interceção	4,518	<0,0001	-
Polpa (L)	1,664	<0,0001	-
Pectina (L)	0,061	0,806	-
Polpa (Q)	-1,002	0,036	-
Interação Polpa/Pectina	-0,067	0,826	-
Pectina (Q)	-0,020	0,963	-
Modelo Completo	-	<0,0005	0,811
Presença Partícula			
Interceção	3,181	<0,0001	-
Polpa (L)	-0,230	0,188	-
Pectina (L)	-0,005	0,976	-
Polpa (Q)	0,050	0,864	-
Interação Polpa/Pectina	-0,138	0,505	-
Pectina (Q)	0,125	0,669	-
Modelo Completo	-	0,751	0,187

* (L) = Coeficiente linear; ** (Q) = Coeficiente quadrático.

Tabela 9. Estimativa dos efeitos e níveis de significância (p) do teste F associado ao coeficiente linear e quadrático de cada variável independente estudada (polpa e pectina) e coeficientes de determinação dos modelos preditivos completos para os descritores do atributo sabor.

Descritor do Sabor	Efeito	p	R^2
Doce			
Interceção	3,607	<0,0001	-
Polpa (L)*	-1,395	<0,0001	-
Pectina (L)	-0,026	0,851	-
Polpa (Q)**	0,193	0,437	-
Interação Polpa/Pectina	0,222	0,215	-
Pectina (Q)	0,238	0,341	-
Modelo Completo	-	<0,0001	0,896
Fruta			
Interceção	3,831	<0,0001	-
Polpa (L)	-0,72	0,0004	-
Pectina (L)	0,144	0,285	-
Polpa (Q)	0,387	0,108	-
Interação Polpa/Pectina	-0,083	0,605	-
Pectina (Q)	0,162	0,481	-
Modelo Completo	-	0,002	0,754
Ácido			
Interceção	3,855	<0,0001	-
Polpa (L)	1,355	<0,0001	-
Pectina (L)	-0,214	0,369	-
Polpa (Q)	-0,505	0,227	-
Interação Polpa/Pectina	0,053	0,851	-
Pectina (Q)	0,184	0,651	-
Modelo Completo	-	0,002	0,758
Residual Ácido			
Interceção	3,671	<0,0001	-
Polpa (L)	0,948	0,002	-
Pectina (L)	-0,184	0,470	-
Polpa (Q)	-0,406	0,361	-
Interação Polpa/Pectina	0,057	0,852	-
Pectina (Q)	0,270	0,538	-
Modelo Completo	-	0,041	0,581

* (L) = Coeficiente linear; ** (Q) = Coeficiente quadrático.

Tabela 10. Estimativa dos efeitos e níveis de significância (p) do teste F associado ao coeficiente linear e quadrático de cada variável independente estudada (polpa e pectina) e coeficientes de determinação dos modelos preditivos completos para os descritores do atributo textura.

Descritores da textura	Efeito	p	R^2
Arenosidade			
Interceção	3,253	<0,0001	-
Polpa (L)*	-0,178	0,1954	-
Pectina (L)	0,124	0,3585	-
Polpa (Q)**	0,080	0,7286	-
Interação Polpa/Pectina	-0,072	0,6571	-
Pectina (Q)	0,002	0,9913	-
Modelo Completo	-	0,684	0,207
Consistência			
Interceção	4,388	<0,0001	-
Polpa (L)	0,717	<0,0001	-
Pectina (L)	-0,023	0,924	-
Polpa (Q)	-0,845	0,064	-
Interação Polpa/Pectina	-0,028	0,923	-
Pectina (Q)	-0,283	0,508	-
Modelo Completo	-	0,0004	0,823

* (L) = Coeficiente linear; ** (Q) = Coeficiente quadrático.

Pode-se observar nas Tabelas 7, 8, 9 e 10 que nenhum dos efeitos associados à pectina foi significativo a $p \leq 0,05$, confirmando mais uma vez que esse ingrediente, nos níveis utilizados, não exerceu nenhum impacto sobre as características sensoriais das geléias de cajá-umbu. Dessa forma, procedeu-se a reparametrização dos modelos completos eliminando-se os efeitos que não foram significativos a $p \leq 0,05$.

Os novos modelos encontram-se expressos na Tabela 11. Por terem apresentado modelos reparametrizados significativos a $p \leq 0,05$, $R^2 \geq 0,7$ e serem marcadores importantes para a qualidade de geléia em geral, para os atributos presença de exudado, sabor cozido e sabor de fruta foram calculadas as superfícies de resposta através do programa STATISTICA, ignorando-se os efeitos não significativos. As superfícies encontram-se apresentadas na Figura 10 (presença de exudado), Figura 11 (aroma cozido) e Figura 12 (sabor de fruta).

Tabela 11. Modelos preditivos ajustados e seus respectivos coeficientes de determinação (R^2) e níveis de significância (p) para os atributos sensoriais analisados.

Respostas (Atributos)	Modelo	R^2	p
Brilho	$4,755-0,0002y^2$	0,53	0,014
Cor	$-5,421+0,178y$	0,69	<0,001
Aparência Exudado	$38,203-1,301y+0,0115y^2$	0,93	<0,001
Aparência Consistência	$-28,878+1,169y-0,010y^2$	0,81	0,019
Aroma Fruta	$6,405-0,055y$	0,40	0,009
Aroma Caramelo	$-0,836+0,0797y$	0,55	0,003
Aroma Cozido	$-1,508+0,096y$	0,79	<0,001
Sabor Doce	$10,871-0,139y$	0,90	<0,001
Sabor Fruta	$7,828-0,073y$	0,75	<0,001
Sabor Ácido	$-3,138+0,135y$	0,76	<0,001
Sabor Residual Ácido	$-1,161+0,095y$	0,58	<0,001
Consistência	$-4,951+0,172y$	0,82	<0,001

* y = % de polpa de cajá-umbu

A Figura 9 mostra um drástico aumento na presença de líquido exudado quando os níveis de polpa foram reduzidos a valores inferiores a 50%. As análises estatísticas anteriores (Tabelas 5 e 6) já haviam indicado que a redução do teor de polpa na formulação da geléia promovia o aumento de líquido exudado do produto. A metodologia de superfície de resposta permitiu a visualização do exato nível de polpa a partir do qual o líquido exudado aparece de forma significativa no produto, demonstrando a utilidade dessa metodologia estatística na otimização de produtos (Figura 9).

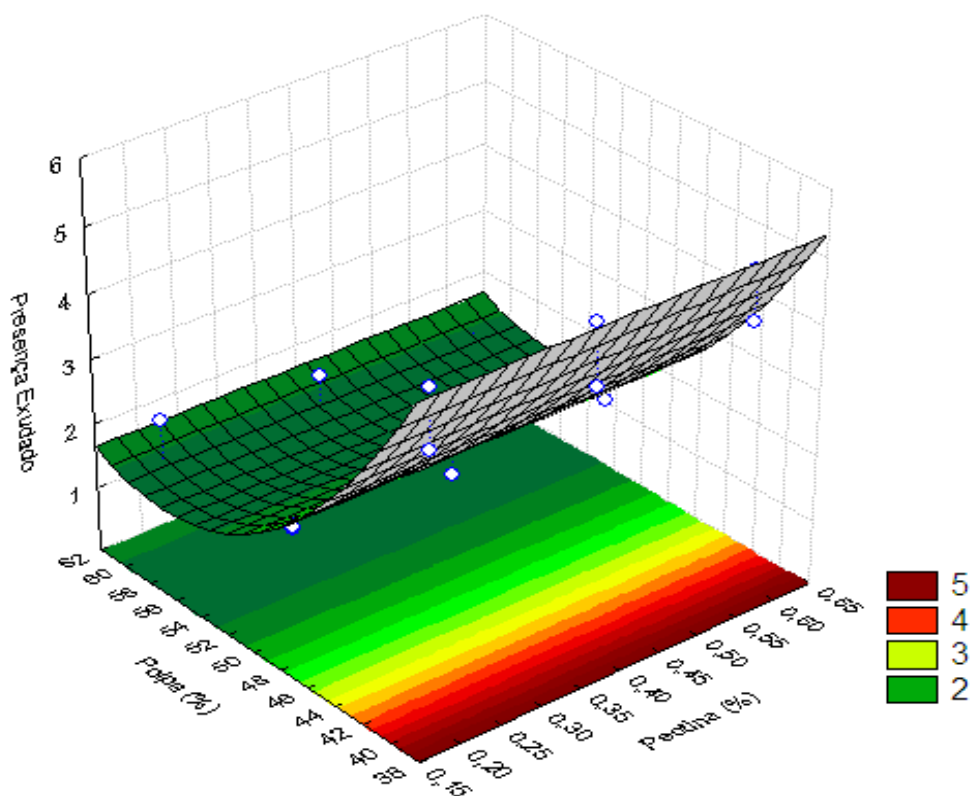


Figura 9. Superfície de resposta para o atributo presença de exudado.

Resultados anteriores (Tabelas 4 e 5) já haviam indicado que o aumento do teor de polpa na geléia, concorria para um aumento no tempo de cocção para que ela atingisse 63°Brix, promovendo a redução na intensidade do sabor de fruta do produto final. Através da metodologia da superfície de resposta (Figura 10) é possível visualizar que em níveis próximos a 50% de polpa, a intensidade média de sabor de fruta percebida pelos julgadores situou-se entre 4,2 e 4,4 na escala de 9 cm, ou seja, esse atributo apresentava-se ainda em níveis moderados no produto final, enquanto as geléias formuladas com 60% de fruta apresentaram intensidades próximas a 3,4, ou seja, mais próximas ao termo “fraco” da escala. Estes resultados sugerem que geléias formuladas com até 50% de polpa apresentam intensidades moderadas de sabor de cajá-umbu fresco.

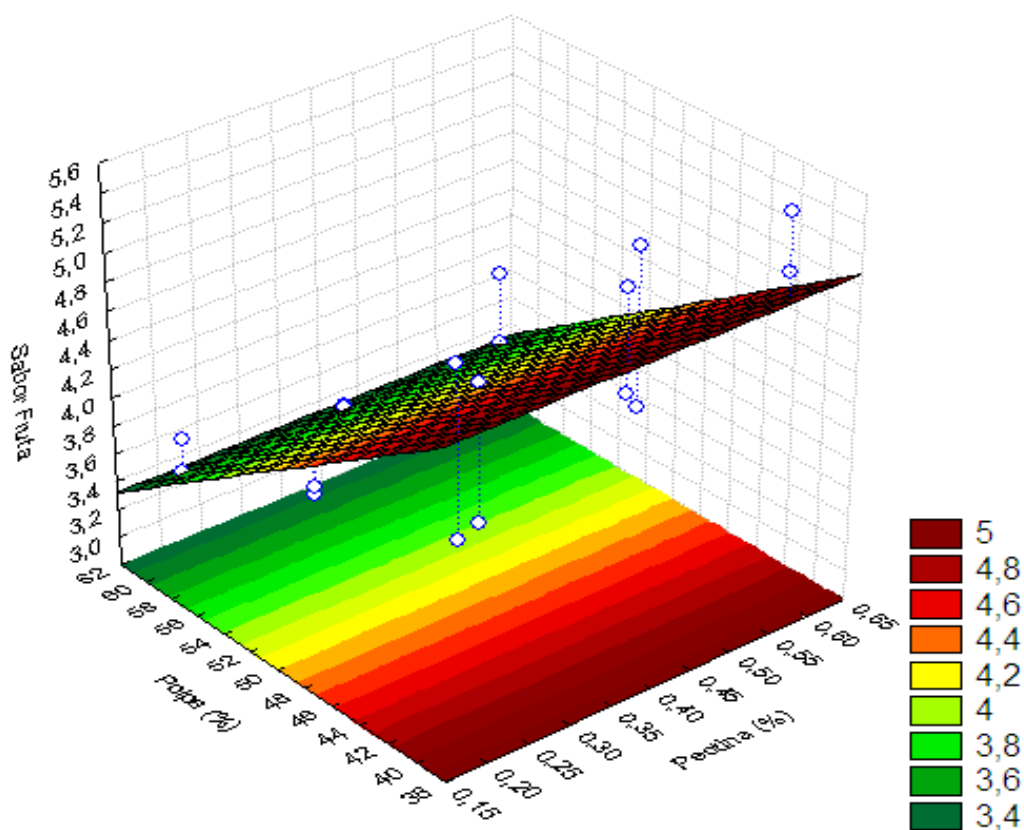


Figura 10. Superfície de resposta para o atributo sabor da fruta.

Finalmente, a metodologia de superfície de resposta (Figura 11) permite visualizar que ao se elevar na elaboração o teor de polpa das geléias de 48 para 60%, a intensidade média de aroma de cozido eleva-se do valor 3 (fraca) para 4 (próximo ao moderado).

Pelo exposto, a análise dos dados através da metodologia de superfícies de resposta indica que os níveis ótimos de polpa de fruta que permitem maximizar a intensidade dos atributos desejáveis no produto, como sabor de fruta, e ao mesmo tempo minimizar a intensidade dos atributos indesejáveis como a presença de exudado e de aroma de cozido, é de 50%.

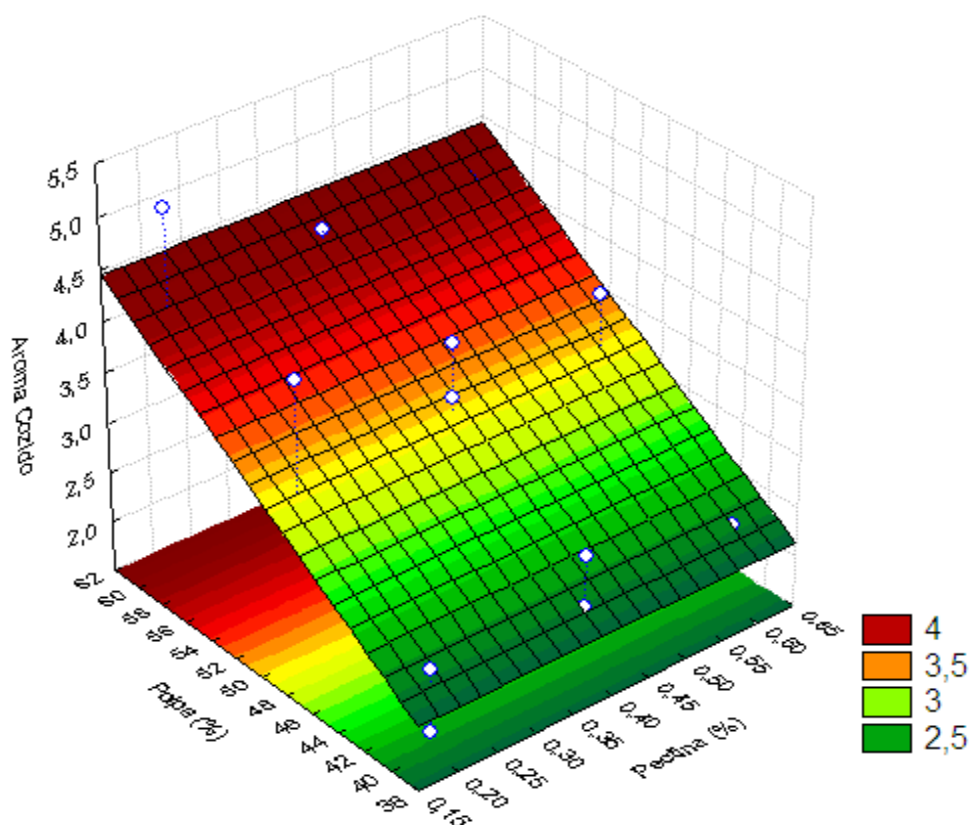


Figura 11. Superfície de resposta para o atributo aroma cozido.

Contudo, as formulações IV, V e VI desenvolvidas no presente trabalho, representam as geléias produzidas nos níveis otimizados (50% de polpa) sugeridos pela análise de metodologia de superfície de resposta, as quais são classificadas pela legislação brasileira na categoria de Geléia Extra.

5. CONCLUSÕES

A variação dos teores de pectina, entre 0,2 a 0,6%, não apresentou efeito significativo ($p \leq 0,05$) nos atributos sensoriais das geléias, à exceção do aroma de caramelo. Ao contrário desta, a variação do teor de polpa de cajá-umbu nas diversas formulações de geléias causou diferença estatística, ao nível de 5% de significância, nos atributos sensoriais analisados, com exceção dos atributos arenosidade e presença de partícula.

Geléias com maiores teores de polpa, que foi de 60 e 50%, requereram maior tempo de cozimento para que atingissem o brix final determinado. Esse tempo de

cozimento pode ter sido determinante para a ocorrência de grandes variações constatadas pela equipe sensorial entre as geléias formuladas com diferentes teores de polpa, com relação à cor, presença de líquido exudado e consistência das amostras, visto que um menor tempo de cozimento reduz a velocidade das reações de Maillard e de caramelização, responsáveis pelo escurecimento de alimentos processados como geléias, além de ser insuficiente para a formação de um gel forte, ou seja, com maior capacidade de retenção de líquido.

O menor teor de polpa nas formulações, de 40%, promoveu a intensificação do aroma e sabor de fruta e redução do aroma de caramelo e de cozido, possivelmente porque essas formulações ficaram expostas a um tempo menor de cocção para atingirem o brix estabelecido, evitando maiores perdas de voláteis odoríferos por evaporação e/ou degradação nesses produtos, bem como maiores impactos das reações de Maillard e de caramelização, que promovem a formação de voláteis responsáveis pela intensificação do aroma de cozido e caramelo nas geléias.

As formulações com maior teor de polpa (60%) e menor teor de açúcar (40%) apresentaram maior acidez e sabor residual ácido, decorrente das características ácidas do cajá-umbu, que apresenta baixo pH e alta acidez, o que acrescenta gosto ácido aos produtos ao qual é adicionada.

A metodologia de Superfície de Resposta permitiu otimizar os níveis de polpa de fruta, visando à intensificação dos atributos desejáveis no produto, como sabor de fruta, e redução do efeito dos atributos indesejáveis como a presença de exudado e de aroma de cozido. Assim, o nível ótimo do teor de polpa de fruta foi de 50%, o que caracteriza a geléia como tipo “extra”, de acordo com a legislação brasileira.

CAPÍTULO II

ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS, MICROBIOLÓGICAS, NA AVALIAÇÃO SENSORIAL E NO PERFIL AROMÁTICO DE GELEÍAS DE CAJÁ-UMBU

**ALTERAÇÕES NAS PROPRIEDADES FÍSICO-QUÍMICAS,
MICROBIOLÓGICAS, NA AVALIAÇÃO SENSORIAL E NO PERFIL
AROMÁTICO DE GELEÍAS DE CAJÁ-UMBU**

RESUMO

O consumo de frutas e seus produtos está sendo impulsionado devido à constatação das propriedades nutricionais que as frutas têm para a saúde e bem-estar do homem. Elas são fontes de energia, carboidratos, diversas vitaminas, minerais e compostos com propriedades bioativas, além de proporcionar variedade e sabor à dieta, tornando-se parte importante da alimentação humana. Dessa forma, o presente trabalho objetivou caracterizar físico-quimicamente o fruto cajá-umbu e as geléias obtidas, a fim de avaliar o efeito do processamento nas características nutricionais, sensoriais e no perfil aromático dos produtos finais. Foram desenvolvidos três tipos de geléias, com 60, 50 e 40% de polpa de cajá-umbu e 0,2% de pectina, determinando a composição nutricional das mesmas. As geléias foram armazenadas por 30 dias e a cada 10 dias foram realizadas as análises de: pH, sólidos solúveis totais, acidez total titulável, açúcares redutores e não-redutores, vitamina C, compostos fenólicos totais, carotenóides, atividade de água, cor, textura, microbiológicas e análise sensorial para avaliação de atributos sensoriais relacionados à aparência, aroma, sabor, textura. Os resultados para cada produto obtido foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey a 5% de probabilidade. Foram analisados ainda, os compostos voláteis na polpa e nas geléias de cajá-umbu pela técnica de Micro-extração em fase sólida, utilizando-se a cromatografia gasosa associada à espectrometria de massa. Os resultados físico-químicos mostraram a instabilidade das geléias durante o armazenamento, ocorrendo diminuição dos sólidos solúveis totais e da acidez, hidrólise dos açúcares não-redutores, escurecimento não-enzimático, degradação da vitamina C e diminuição nos compostos fenólicos totais e carotenóides. De acordo com as análises microbiológicas, os produtos se enquadram dentro dos padrões bacteriológicos para consumo durante o tempo de 30 dias de estocagem garantindo a sanidade dos mesmos. Na avaliação sensorial os consumidores perceberam poucas alterações nos atributos sensoriais das geléias, não havendo diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre os atributos com o decorrer do tempo de

armazenamento, sendo que a formulação com 50% de polpa e 50% de açúcar obteve o melhor produto. Com relação ao perfil aromático dos produtos houve diferença no número de compostos encontrados nas geléias em relação ao teor de polpa de cajá-umbu, que pode estar relacionada à degradação de alguns compostos presentes na polpa ou à formação de alguns compostos durante o processo de cozimento.

Palavras-chave: Processamento, geléia, polpa, análise sensorial, características físico-químicas, voláteis.

CHANGES IN PHYSICO-CHEMICAL, MICROBIOLOGICAL, SENSORIAL AND AROMATIC PROFILE OF CAJA-UMBU JELLIES

ABSTRACT

The consumption of fruits and their products is increasing because of the realization that the nutritional properties of fruits are beneficial for the health and well-being of man. These are sources of energy, carbohydrates, various vitamins, minerals and compounds with bioactive properties, providing variety and flavor to the diet, making it an important part of human nutrition. Thus, this study aimed to characterize the physico-chemical characteristics of cajá-umbu fruit jellies evaluating the effect of processing on nutritional characteristics and sensory flavor profile of the final products. Three different jellies were obtained, with 60, 50 and 40% of cajá-umbu pulp and 0,2% of pectin and their same nutritional composition analyzed. The jellies were stored for 30 days and every 10 days the analysis of pH, soluble solids, total acidity, reducing and non-reducing sugars, vitamin C, total phenolics compounds, carotenoids, water activity, color, texture, microbiological and sensory evaluation was carried out for the attributes such as appearance, aroma, flavor and texture. The results for each product were submitted to ANOVA and Tukey's test at 5% probability. Moreover the volatile compounds in the cajá-umbu jelly were analyzed by Solid Phase Micro Extraction technique, using a system of gas chromatography coupled with mass spectrometry. The results showed physical and chemical instability during storage of jellies, a decrease of soluble solids content and acidity, hydrolysis of the non-reducing sugars, non-enzymatic browning, degradation of vitamin C and decrease in total phenolics compounds and carotenoids. According to the microbiological analysis, the products were within the bacteriological standards permitted by legislation during the storage time, ensuring the health of consumers. In the sensorial evaluation consumers perceived little change in sensorial attributes of jellies characterizing in no significant difference ($p \leq 0,05$) in the attributes during its storage, resulting in the formulation of 50% pulp and 50% sugar contents the best product. In relation to the aromatic profile of the products there was a difference in the number of volatile compounds found in jellies in relation to that of

caja-umbu pulp which may be related to the degradation of some compounds present in the pulp or in the formation of some new compounds during the cooking process.

Keywords: Processing, jelly, pulp, sensorial analysis, physico-chemical characteristics, volatiles.

1. INTRODUÇÃO

A produção de frutas está sendo impulsionada devido à constatação de que seu consumo na alimentação humana tem deixado de ser somente um prazer para se converter em necessidade, dadas às boas características que as mesmas têm para a saúde e bem-estar do homem, pois são fontes de energia, carboidratos, diversas vitaminas, minerais e compostos com propriedades bioativas, além de proporcionar variedade e sabor à dieta (HASSIMOTO; GENOVESE; LAJOLO, 2005).

As determinações das características físicas de frutos como massa, forma, rendimento, coloração, entre outras, não só auxiliam no estabelecimento do grau de maturação e do ponto ideal de colheita, como refletem nos padrões de qualidade de aceitação do produto pelo consumidor (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A coloração é o atributo de qualidade mais atrativo para o consumidor e que, conscientemente ou não, afeta a vida diária das pessoas, tendo efeito estimulante ou inibidor do apetite, embora, na maioria dos casos, não contribua para o aumento efetivo do valor nutritivo ou da qualidade comestível do produto (COLLINS; PLUMBLY, 1995).

Um importante atributo de qualidade para frutos é a quantidade de açúcares, que tem papel fundamental no sabor e aroma, sendo que durante o amadurecimento do fruto geralmente ocorre o acúmulo dos açúcares simultaneamente à redução da acidez, aprimorando suas características sensoriais com o desenvolvimento de sabores e odores específicos, em conjunto com o aumento da doçura, redução da acidez e da adstringência (CHITARRA; ALVES, 2001).

Assim, a determinação dos constituintes físico-químicos dos alimentos é de suma importância para a avaliação do potencial da matéria-prima a ser utilizada no preparo de alimentos, e para o conhecimento do valor nutricional não só da matéria-prima como também do produto final elaborado (CHISTÉ *et al.*, 2009). Adicionalmente, aroma e gosto são fatores determinantes na seleção de frutas ou de qualquer alimento, estando inter-relacionados e a sua sensação conjunta é denominada como sabor. O sabor básico é devido aos componentes não-voláteis, como açúcares e ácidos orgânicos (FRANCO, 1980) enquanto que o sabor característico tem sido atribuído a um vasto número de compostos voláteis, presentes em quantidades

extremamente diminutas (THOMAZINI; FRANCO, 2000). Os componentes voláteis são considerados os mais importantes fatores de qualidade nos frutos tropicais, tornando-se por isso um dos objetivos do presente trabalho, tanto em relação ao fruto cajá-umbu, quanto na sua presença nas geléias com ele obtidas.

Assim, a qualidade não é um atributo único bem definido e sim um conjunto de muitas propriedades ou características peculiares de cada produto, que engloba propriedades sensoriais (aparência, firmeza, aroma e sabor), valor nutritivo e multifuncional decorrente dos componentes químicos; propriedades mecânicas, bem como a ausência ou a presença de defeitos no produto (CHITARRA; CHITARRA, 2005). Do ponto de vista da ciência dos alimentos, a qualidade, de um modo abrangente, pode ser definida como o conjunto de inúmeras características, que diferenciam componentes individuais de um mesmo produto e que tem significância na determinação do grau de aceitação pelos produtores, atacadistas, indústrias, varejistas e consumidores, permitindo, assim, a identificação de um produto de alta qualidade (FERNANDES, 1996; NORONHA, 1998).

Dessa forma, este trabalho visou estudar as características físico-químicas, sensoriais e a composição química, associando as medidas objetivas e subjetivas, para o melhor conhecimento das transformações que ocorrem, afetando ou não a qualidade da geléia de cajá-umbu.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Características Físico-químicas do Cajá-Umbu

Entre as características físico-químicas e químicas utilizadas na avaliação da qualidade dos frutos, consideram-se as mais comuns: teor de sólidos solúveis totais (SST), pH, acidez total (AT), relação SST/AT, açúcares redutores, açúcares totais, substâncias pécicas, vitamina C, pigmentos, compostos fenólicos e compostos voláteis, (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A diversidade genética de populações nativas de umbu-cajazeira é aparentemente ampla e quarenta e um acessos de cajá-umbu foram identificados e as

diferenças entre eles foram observadas para a maioria dos caracteres de frutos avaliados (MARTINS; MELO, 2006).

De acordo com Martins e Melo (2006), a forma do fruto cajá-umbu variou de piriforme e ligeiramente piriforme (73% dos acessos) a ovalada (27% dos acessos); o peso médio variou de 13 a 27g, enquanto que o comprimento e a largura variaram de 3,2 a 4,8cm e 2,6 a 3,4cm, respectivamente; o índice polpa/semente variou de 1,0 a 5,5, sendo que em média, 44% dos frutos avaliados não apresentaram sementes. Resultados obtidos por Martins e Melo (2006) mostram ainda que o suco da fruta cajá-umbu apresentou o teor de vitamina C entre 3,8 e 16,4 mg ácido ascórbico/100g polpa, sendo em geral baixo se comparado com o teor apresentado por frutas como a laranja e o limão, que apresentam em torno de 50mg ácido ascórbico/100g polpa.

Alguns trabalhos listados na Tabela 12 agregam os resultados reportados sobre caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu provenientes de vários locais do Nordeste brasileiro, estimulando o cultivo comercial em bases tecnológicas modernas e incentivando as indústrias de beneficiamento.

Tabela 12. Componentes nutricionais por 100g da porção comestível de cajá-umbu (*Spondias* spp.)

Característica	Unidade	Noronha <i>et al.</i> (2000)	Galvão (2002)	Lima <i>et al.</i> (2002)	Lira Junior <i>et al.</i> (2005)	Martins <i>et al.</i> (2006)	Santos <i>et al.</i> (2011)
Umidade	%		89,22				91,3
Proteína	%		0,88				0,63
Lipídeos	%		0,43				0,11
Fibra	%		2,2				1,36
pH		3,27	2,75	2	2,20	2,4-3,0	2,4
Açúcares totais	%		3,13				7,49
Açúcares redutores	%	7,7	2,11				4,12
Sólidos solúveis totais	°Brix	12,88	17,8	11,25	14,84	7,2-14,0	10,0
Acidez	g (ac. cítrico)	1,68	2,35	1,77	1,66	0,9-2,6	1,32
SST/Acidez			7,58	6,39	9,05	3,7-10,6	7,57
Cinzas	%		0,7				0,99
Vitamina C	mg/100g		10,72	17,75		3,8-16,4	8,00

Os frutos contêm, além dos nutrientes essenciais e de micronutrientes como minerais, fibras e vitaminas, diversos compostos secundários de natureza fenólica, denominados polifenóis (HARBONE; WILLIAMS, 2000).

A importância funcional dos compostos fenólicos na saúde humana tem levado inúmeros pesquisadores a realizarem estudos buscando determinar as concentrações destes compostos nos alimentos mais consumidos e, em especial nas frutas. E além do mais, estudos epidemiológicos têm demonstrado o efeito protetor de dietas ricas em frutas e vegetais contra doenças cardiovasculares e certos tipos de câncer, devido, em parte, aos antioxidantes contidos nestes alimentos, como por exemplo, compostos fenólicos, vitamina C e carotenóides (RODRIGUES *et al.*, 2003; LIMA *et al.*, 2004; GRANDIS *et al.*, 2005; MELO *et al.*, 2006).

Compostos polifenólicos são importantes constituintes dietéticos, em virtude da sua elevada capacidade antioxidante, atribuída à sua habilidade em complexar íons metálicos, inativar reações radicalares em sistemas deslipidados, e prevenir conversão de hidroperóxido em oxirradicais reativos (DIMITRIOS, 2006). A quantificação desses compostos é realizada por meio de uma variedade de métodos; todavia, o que utiliza o reagente de Folin-Ciocalteu é o mais extensivamente empregado (ABDILLE; SINGH, 2005; DASTMALCHI *et al.*, 2007). Além disso, os compostos bioativos estão susceptíveis às reações de oxidações ocorridas durante o processamento e estocagem de alimentos (MACHEIX *et al.*, 1990; ROBARDS *et al.*, 1999) uma vez que alguns destes compostos são instáveis.

É conhecido que frutas tropicais e sub-tropicais possuem conteúdo relativamente elevado de β -caroteno comparado às frutas cultivadas no clima temperado. Almeida *et al.* (2006) extraíram da polpa de cajá-umbu um derivado de furfural o qual apresentou 90% da capacidade de sequestro de radicais livres e assim reportaram a polpa como fonte natural de antioxidante. Tais fatos justificam a utilização dessa fruta como matéria prima para a produção de geléias com conotação de alimentos funcionais.

2.2. Compostos do Aroma

O conhecimento da química do flavor desenvolveu-se com o emprego da cromatografia gasosa aclopada com a espectrometria de massa, pois proporcionam os

meios para investigar de forma consistente o campo das substâncias aromáticas responsáveis pelo sabor característico dos alimentos (FRANCO; JANZANTTI, 2004).

O sabor é o resultado da interação entre a sensação do gosto e do aroma, sendo uma característica muito importante para a aceitação de um produto; e enquanto o gosto é atribuído aos compostos não voláteis nos alimentos, tais como açúcares, sais, limonina e ácidos, o aroma é bem mais complexo e é devido às substâncias voláteis, representantes de várias classes químicas com diferentes propriedades físico-químicas, como por exemplo, alcóois, aldeídos, cetonas, ácidos carboxílicos, ésteres, lactonas, pirazinas, terpenos, compostos sulfurados, pironas e furanos (THOMAZINI; FRANCO, 2000).

O aroma é uma das características mais apreciadas em frutos e as substâncias voláteis são os principais componentes do aroma que atingem os receptores olfativos por meio do trato respiratório, compondo juntamente com o gosto, o sabor característico do alimento (RIZZOLO; POLESELLO; POLESELLO, 1992). Estas substâncias são produzidas por processos metabólicos durante o amadurecimento no campo, na pós-colheita do fruto e até mesmo no seu armazenamento (RIZZOLO; POLESELLO; POLESELLO, 1992).

O padrão de mudanças nos componentes do aroma, tanto em quantidade como tipo, durante toda a vida útil do fruto, desde a formação, maturação até a senescência ainda é limitado, de modo que não se conhece completamente como cada componente é formado e metabolizado. O amadurecimento dos frutos envolve uma série de complexas reações bioquímicas, tais como hidrólise de amido, transformações da clorofila, produção de carotenóides, antocianinas e compostos fenólicos e a formação das substâncias voláteis e todas essas reações são importantes para as características finais do fruto maduro e na formação do sabor e aroma específicos de cada fruto (SPEIRS; BRADY, 1991).

Na constituição do aroma existem compostos contribuintes e compostos de impacto que são os responsáveis pela maior porcentagem dos compostos aromáticos característicos do alimento. O aroma típico de frutas, geralmente é o resultado da combinação de um grande número de compostos voláteis, ocorrendo em concentrações abaixo de 30 ppm, ou mesmo devido à presença de alguns poucos compostos de impacto, uma vez que mesmo os compostos voláteis que apresentam concentrações em

partes por bilhão são capazes de influenciar a característica completa do aroma (GARRUTI *et al.*, 2003). A Tabela 13 apresenta algumas classes de compostos voláteis e seus respectivos aromas.

Tabela 13. Classes de compostos de aromas e seus limites de percepção de odor.

Classe	Composto	Aroma	Limiar de percepção (ppb)
Álcoóis	(R) 2-metil-butanol	fermentado, gorduroso	ND
	(R) 2-metil-butanol	fresco, éter	ND
	Trans-2-hexeno-1-ol	fruta, mais doce que o <i>cis</i>	400
Aldeídos	Acetaldeído	pungente, nota de noz, alcoólico quando diluído	15-120
	(S) 2-metil-butanal	pungente, fruta, fresco	ND
	Hexanal	fruta não amadurecida	4,5-5,0
	n-octanal	amargo, fruta cítrica	0,7
Ácidos carboxílicos	(S) ácido-2-metil-butanoico	fruta, doce	ND
	(R) ácido-2-metilbutanoico	queijo, adocicado	ND
Ésteres	Butanoato de etila	fruta remanescente de abacaxi	1
	Acetato de etila	éter, conhaque	5000
	Propionato de etila	fruta lembrando rum, doce	10
	Valerato de etila	forte, fruta, maçã	1,5-5,0
	Octanoato de etila	fruta, doce	15
	Dodecanoato de etila	gorduroso, oleoso, floral	2000

Fonte: Adaptado de PINHEIRO e PASTORE (2003)

O conhecimento dos compostos importantes que contribuem para o sabor característico do produto permite o desenvolvimento de novas formulações de aroma, bem como, monitorar a qualidade do produto. Basicamente quatro etapas estão envolvidas na análise de aromas: isolamento dos compostos voláteis; separação dos compostos voláteis por cromatografia; análise sensorial e identificação e quantificação de compostos voláteis (SHIREY, 1994).

2.2.1. Isolamento dos compostos voláteis

Em frutos, a escolha do método de isolamento dos compostos voláteis é crucial para uma boa resposta analítica e a análise pode se tornar difícil de ser executada e com resultados pouco confiáveis se o método escolhido for inadequado. Assim, diversos métodos são usados para o isolamento dos compostos voláteis, tais como: técnicas de *headspace*, extração líquido-líquido e destilação e extração simultâneas, nos quais os procedimentos têm suas limitações, como tempo e temperatura, favorecendo a degradação e a perda dos compostos de interesse, além da introdução de artefatos (SHIREY, 1994).

O emprego da técnica de destilação-extração simultânea desenvolvida por Nickerson e Likens (1966), tem sido empregada para a análise dos constituintes voláteis em frutas, apresentando baixa variabilidade (DIRINCK *et al.*, 1997; SCHMIDT; BERGER, 1998), porém, este método tem sido considerado muito trabalhoso, além de afetar o número e a proporção relativa dos compostos voláteis, com a maior produção de compostos provenientes da caramelização dos açúcares, pelo uso de altas temperaturas e/ou reações tipo *Maillard*. Ruiz *et al.* (1998), Ruiz *et al.* (1999) e Andrés *et al.* (2002) aplicaram essa técnica e salientaram outra importante crítica, que é a necessidade de grande volume de amostra, tanto em circunstâncias experimentais, como no controle de qualidade na indústria.

Neste caso a escolha de uma técnica rápida e simples para extração e pré-concentração das substâncias voláteis do fruto é de grande importância. A técnica de extração por “*headspace*” é mais simples, menos dispendiosa, mais rápida e mais específica, além de não haver problemas de interação entre solvente e a amostra. Análises de *headspace* estático e dinâmico, nas versões efetuadas por extração de fase sólida ou microextração em fase sólida (SPME), são as técnicas mais modernas e brandas para a captação de voláteis (SHIREY, 1994).

A técnica de Micro Extração em Fase Sólida (*Solid-Phase Micro-extraction – SPME*) vem sendo muito empregada, mostrando-se compatível com a aplicação direta de analito em coluna de cromatografia gasosa, através de dessorção térmica, permitindo injeção de amostra isenta de contaminantes e propiciando rapidez e praticidade na

análise da constituição química autêntica do aroma da fruta (ARTHUR; PAWLISZYN, 1990).

Diversos autores têm utilizado a técnica de SPME no estudo dos voláteis de frutas e obtido resultados satisfatórios, como por exemplo, Augusto *et al.* (2000) realizaram um estudo qualitativo sobre os compostos voláteis do *headspace* da polpa congelada de graviola, utilizando a técnica da SPME e identificaram compostos tais como o linalol, limoneno, acetato de butila, etc. Kubota (2009) utilizou a técnica de SPME para a determinação dos compostos voláteis do fruto mangaba em três estágios de maturação diferentes e conseguiram diferenciar os compostos voláteis predominantes em cada estágio de maturação, sendo que no fruto verde os voláteis foram caracterizados pela presença de álcoois como (3Z)-hexenol e 2-fenil etanol; enquanto que nos frutos “de vez” e maduro houve o predomínio de ésteres como acetato de 3-metil-1-butanila, acetato de 3-metil-3-buten-1-ila e acetato de 3-metil-2-buten-1-ila.

2.2.2. Separação e identificação dos compostos voláteis

A fração volátil de um alimento, por qualquer que seja o método de isolamento empregado, retrata uma mistura complexa de compostos voláteis, portanto, requer para a sua separação a aplicação de técnicas bastante seletivas, sensíveis e eficientes. Neste sentido, o desenvolvimento da cromatografia gasosa de alta resolução permitiu que os compostos voláteis de misturas complexas pudessem ser separados rapidamente. e por isso, tem sido comumente aplicada na pesquisa dos componentes do aroma dos alimentos (GROB, 1994; FRANCO, JANZANTTI; 2004;).

O processo de separação se inicia quando a amostra é vaporizada e introduzida em um fluxo de um gás adequado (fase móvel) ou gás de arraste (Figura 12). Este fluxo de gás com a amostra vaporizada passa por uma coluna cromatográfica contendo a fase estacionária - FE, onde ocorre a separação da mistura. A FE pode ser um sólido adsorvente (Cromatografia Gás-Sólido) ou, mais comumente, um filme de líquido pouco volátil, suportado sobre um sólido inerte (Cromatografia Gás-Líquido com Coluna Empacotada ou Recheada) ou sobre a própria parede da coluna (Cromatografia Gasosa de Alta Resolução).

Para a análise qualitativa dos compostos voláteis surge a necessidade do uso cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (Figura 13), pois enquanto o cromatógrafo gasoso separa com alta eficiência os componentes de uma mistura complexa, o espectrômetro de massas fornece informações qualitativas dos analitos (espectro de massas) que permite identificá-los (REINECCIUS, 2006).

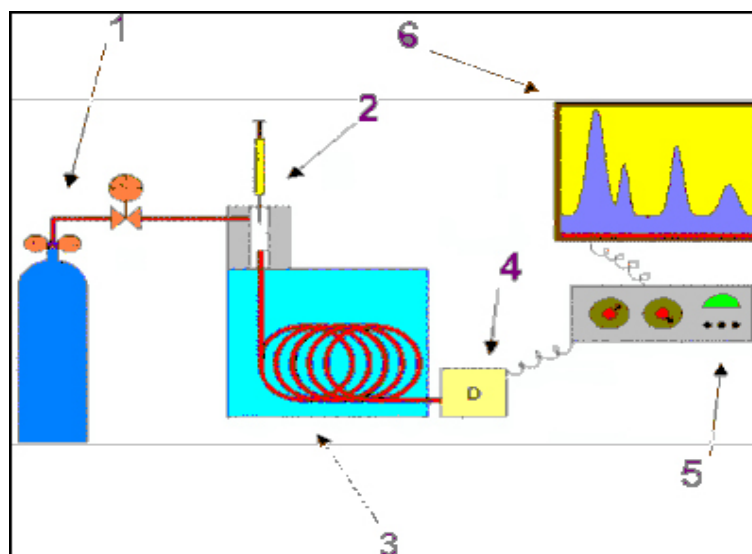


Figura 12. Esquema de um cromatógrafo a gás, onde: 1) Reservatório de Gás e Controles de Vazão / Pressão; 2) Injetor (Vaporizador) de Amostra; 3) Coluna Cromatográfica e Forno da Coluna; 4) Detector; 5) Eletrônica de Tratamento (Amplificação) de Sinal; 6) Registro de Sinal (Registrador ou Computador).
Fonte: AUGUSTO (2000).

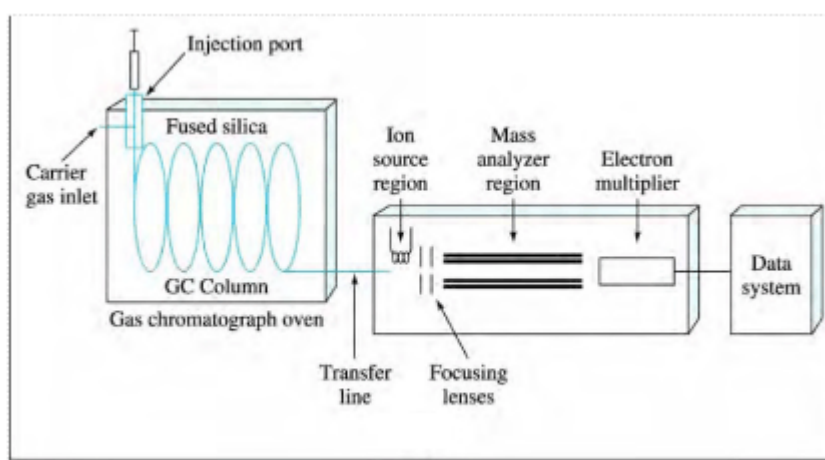


Figura 13. Esquema geral de cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas.
Fonte: FAO, 2011

Para a identificação de compostos, os espectros obtidos pelo espectrômetro de massa são comparados com os de compostos puros de bibliotecas disponíveis comercialmente, como é o caso da *National Institute of Standards and Technology* (NIST) ou ainda pela injeção de padrão puro, quando então a identificação é mais confiável, pois os espectros foram gerados em um mesmo instrumento (ACREE; TERANISHI, 1993).

A composição volátil de frutas de clima temperado tem sido objeto de muitas pesquisas (JANZANNTTI; FRANCO; LANÇAS, 2000; AUGUSTO *et al.*, 2000; ANDRADE *et al.*, 2001; SAMAPAIO; NOGUEIRA, 2006; ONG *et al.*, 2008; SHASHIREKHA *et al.*, 2008; PONTES; MARQUES; CÂMARA, 2009; CANUTO; SOUZA NETO; GARRUTI, 2009; MONTERO-CALDERÓN; ROJAS-GRAÜ; MARTÍN-BELLOSO, 2010; WANG *et al.*, 2010; CHEONG *et al.*, 2010), enquanto, com poucas exceções, o delicado e exótico sabor de frutas tropicais tem recebido somente atenção esporádica, embora os aromas provenientes destas frutas venham despertando os interesses das indústrias de alimentos no intuito do desenvolvimento de novos produtos.

O perfil de compostos aromáticos voláteis de frutas de cajá-umbu nos dois estádios de maturação - “de vez” e maduro foram analisados por Narain *et al.* (2007). A polpa de frutos de estágio “de vez” apresentou β -cariofileno (22,2%), 2-metil butanal (19,3%), 2-hexanol (18,6%), etil butirato (7,6%) e α -cariofileno (3,9%) enquanto na polpa de frutos maduros, os principais compostos presentes foram 2-metil butanal (28,4%), 2-hexanol (15,0%), β -cariofileno (14,1%), etil butirato (6,1%) e α -cariofileno (2,4%) (Narain *et al.*; 2007). Há uma diferença quantitativamente notável nos principais compostos tais como β -cariofileno e 2-hexanol, os quais foram bem maiores nos frutos do estágio “de vez”, enquanto 2-metil butanal conhecido por possuir aroma pungente aumentou com a maturação, sendo relativamente maior nas frutas de estágio maduro.

A constituição dos compostos responsáveis pelo aroma varia de acordo com a fase de maturação do fruto. Canuto; Souza Neto e Garruti (2009) caracterizaram quimicamente o aroma desenvolvido pela manga Tommy Atkins ao longo do amadurecimento e verificaram que o mesmo foi constituído basicamente por monoterpenos, enquanto que a presença de ésteres etílicos e etanol foi associada à

maturação e que alguns terpenos pareciam ser biossintetizados preferencialmente em determinados estádios de maturação.

A pesquisa dos constituintes voláteis do sabor é bastante complexa, pois além de apresentar diferentes propriedades químicas e estarem presentes em quantidade extremamente diminuta, geralmente os compostos voláteis são termolábeis e qualquer aumento de temperatura poderá acarretar reações químicas, tais como rearranjos, hidrólises, ciclizações, oxidações, entre outras, modificando a composição original da amostra (FRANCO; JANZANTTI, 2004).

Dessa forma, altas temperaturas que ocorrem no processamento de geléias podem causar a degradação dos compostos aromáticos da matéria prima e poucos trabalhos têm sido desenvolvidos destacando-se o flavor. Moldao-Martins *et al.* (1998) estudaram a influência do teor de açúcar e do tipo de pectina, de média e baixa metoxilação, sobre a composição volátil de geléias e compotas de maçã e os principais compostos identificados foram 3-methylbutanol, 2-methylbutanol, 1-hexanal, 2-hexanal, propionato de hexila e estragol. Os autores observaram a diminuição na liberação de voláteis de geléias e compotas e relacionaram com a retenção de voláteis na matriz de gel e à ligação de açúcar.

Diante da importância do conhecimento dos compostos responsáveis pelo aroma de um alimento, estudos que estabelecem uma comparação entre os componentes presentes no fruto do cajá-umbu e nas geléias são essenciais, a fim de estabelecer quais as melhores condições de processamento para reter esses compostos nos produtos finais, de forma a preservar, tanto quanto possível, a presença das características aromáticas das frutas frescas.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

Este trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Processamento de Produtos de Origem Vegetal do Departamento de Tecnologia de Alimentos e no Laboratório de Análises Cromatográficas e de Flavor do Núcleo de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal de Sergipe, na cidade de São Cristóvão/SE.

3.1. Matéria Prima

Os frutos cajá-umbu utilizados foram provenientes do Centro de Abastecimento (CEASA) da cidade de Aracaju-SE, no estágio de maturação maduro e “de vez”. A pectina utilizada foi da marca CPkelco grau SAG 150, de alto teor de metoxilação, enquanto o açúcar utilizado foi a sacarose comercial.

3.2. Obtenção da Polpa

Os frutos foram inicialmente selecionados manualmente, com a finalidade de retirar materiais e frutos impróprios para o processamento. Após esta seleção, os frutos foram sanitizados com água e solução aquosa de cloro orgânico (Sumaveg®) na concentração de 200 mg.L⁻¹. Em seguida os frutos foram despulpados em despulpadeira da marca Itametal (modelo compacto) utilizando-se uma tela 1,5mm de diâmetro, e ao final do processo a polpa foi pesada e armazenada em embalagem de polietileno com posterior congelamento a -18°C.

Embora se tenha processado quantidade suficiente de polpa para o desenvolvimento de toda a parte experimental da pesquisa, devido a um defeito do processamento das geléias, pois não atingiram o teor de sólidos solúveis determinado, uma parte maior importante destas foi inutilizada. Por este motivo, deu-se continuidade ao trabalho com o complemento da matéria-prima com polpa de cajá-umbu cedida pela empresa Pomar, fabricante de diversas variedades de polpas de frutas, localizada na cidade de Aracaju.

O rendimento de polpa, em porcentagem, foi obtido pela divisão entre o peso da polpa e o peso do fruto multiplicado por 100 (AOAC, 1997).

3.3. Processamento de geléias

O processo iniciou com o aquecimento da polpa juntamente com o açúcar até atingir 65-70°C, quando foi feita a adição da pectina hidratada com água e açúcar, seguida pela etapa de concentração da geléia até atingir a concentração de sólidos solúveis totais de 63°Brix, medido em refratômetro.

3.3.1. Formulações

Como apenas o teor de polpa foi significativo ($p \leq 0,05$) para a alteração do perfil sensorial das 9 amostras de geléias de cajá-umbu, nesta etapa da pesquisa foram desenvolvidas 3 formulações de geléia de cajá-umbu (Tabela 14), variando apenas a proporção de polpa/açúcar e fixando o teor de pectina em 0,2%, pois o uso de menor quantidade deste ingrediente seria mais rentável para um processo industrial, visto que os teores de 0,4 a 0,6% de pectina não alteraram o perfil sensorial das geléias ($p \leq 0,05$) em relação ao teor de 0,2%.

Tabela 14. Quantidade de polpa, açúcar e pectina em cada formulação.

Formulação	Polpa (%)	Açúcar (%)	Pectina (%)	Tempo de Cocção (min)
I	60	40	0,2	24
II	50	50	0,2	18
III	40	60	0,2	10

3.4. Análises físicas

Para a caracterização da matéria-prima foram avaliados aproximadamente 20 frutos de cajá-umbu conforme as análises descritas a seguir, todas realizadas em triplicata.

3.4.1. Massa

A massa de cada fruto inteiro foi determinada com o auxílio de balança analítica, marca Tecnal (modelo 210^a) com precisão de 0,0001 g e capacidade para 210g. Os resultados foram expressos em gramas (g).

3.4.2. Dimensões

O diâmetro e o comprimento dos frutos foram medidos com o auxílio de um paquímetro digital da marca Pantec, com resolução de 0,001mm e exatidão de 0,03mm. Os resultados foram expressos em centímetro (cm).

3.4.3. Volume

O volume foi determinado por imersão de cada fruto em uma proveta graduada contendo água, sendo a medida obtida através do deslocamento do líquido após a imersão do referido fruto. Os resultados foram expressos em centímetro cúbico (cm³).

3.4.4. Densidade

A densidade foi determinada através da relação entre o peso de cada fruto e o volume de água deslocado, sendo expressa em g/cm³.

3.5. Análises físico-químicas

As análises físico-químicas descritas nos tópicos seguintes foram realizadas para a polpa congelada dos frutos e para as geléias.

3.5.1. pH

O pH foi determinado pelo método potenciométrico, calibrando-se o potenciômetro com as soluções tampão (pH 4,0 e 7,0) a 20°C, segundo o método 017/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). A análise consistiu em homogeneizar 5g da amostra com o auxílio de 50 mL de água até a completa dissolução, e realização da leitura do pH, após a estabilização do valor.

3.5.2. Atividade de água (a_w)

A atividade de água foi determinada por leitura direta no termo-higrômetro AQUA-LAB digital (modelo CX-2, Decagon Devices Inc., EUA), com temperatura controlada de 25,0 ± 0,1°C.

3.5.3. Sólidos Solúveis Totais

Os sólidos solúveis totais (SST) foram determinados por meio do refratômetro de bancada, com correção de temperatura por meio de tabela proposta pelo método 010/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). Transferiu-se de 3 a 4 gotas da amostra homogeneizada para o prisma do refratômetro e realizou-se a leitura. Os SST foram expressos em °Brix.

3.5.4. Acidez Total

A acidez total foi determinada por titulometria, titulando 10 g da amostra diluída em 100 ml de água, acrescida de 3 gotas do indicador fenolftaleína a 1% com solução padronizada de NaOH 0,1 N. Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico segundo o método 312/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008).

3.5.5. Ácido *L*-ascórbico

A extração do ácido *L*-ascórbico foi efetuada utilizando 0,5 grama da amostra diluída em 6 mL de ácido oxálico (0,5 g/100 mL de água destilada), homogeneizada em vórtex por 1 minuto e centrifugada a 10.000 rpm/10 min à 25°C. O sobrenadante constituiu a fonte de ácido *L*-ascórbico, o qual foi filtrado em membrana 0,45 µm (Millipore) e analisado em cromatógrafo líquido de alta eficiência (Modelo LC-20AT, Marca Shimadzu) equipado com degaseificador, bomba quaternária, injetor automático ajustado para 20 µL e detector de arranjo de diodos (DAD) ajustado a 243 nm para ácido ascórbico. Para a separação cromatográfica foi utilizada uma coluna de fase reversa C18 (250 x 4,6 mm ID, 5 µm), em que a fase móvel utilizada para separação dos ácidos foi uma solução aquosa de KH₂PO₄, 0,025 M, com pH ajustado para 2,5 com ácido fosfórico na vazão de 1 mL/min (ROSA *et al.*, 2006). A identificação foi feita utilizando-se os tempos de retenção e espectros de absorção, enquanto a quantificação foi realizada por curva de padronização externa com 10 pontos para o ácido *L*-ascórbico, utilizando como padrão de ácido orgânico o ácido *L*-ascórbico PA (Marca Dinâmica com 99% de pureza). O resultado foi expresso em mg de ácido ascórbico.100g⁻¹ do produto.

3.5.6. Açúcar Redutor e Total

Os açúcares redutores (AR) e totais (AT) foram determinados segundo a metodologia de Miller (1959). Após reação com o ácido dinitrosalicílico (DNS) 1% em banho-maria, a 100°C por 5 minutos, as amostras foram resfriadas em banho de gelo tendo seu volume ajustado para 10 mL, para posterior leitura em espectrofotômetro a 540 nm. Os resultados foram expressos em porcentagem (%).

3.5.7. Umidade

A umidade foi determinada pelo método gravimétrico de volatilização, por secagem direta em estufa a 105°C, de acordo com o método 012/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). Pesou-se 2g da amostra em cápsula de porcelana previamente tarada e aqueceu-se durante 3 horas com posterior resfriamento em dessecador até a temperatura ambiente e pesagem. A operação de aquecimento e resfriamento foi repetida até peso constante. A umidade a 105°C foi dada em porcentagem (%).

3.5.8. Proteínas

O teor de proteínas foi determinado pelo método Kjeldahl, segundo método 036/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008), o qual realiza a determinação do teor de nitrogênio presente na amostra. A amostra foi aquecida com ácido sulfúrico juntamente com Se e Cu, estes utilizados como catalizadores para a digestão até que o carbono e o hidrogênio sejam oxidados. Adicionou-se NaOH concentrado a 40%, sendo aquecido para a liberação da amônia dentro de um volume conhecido de uma solução de ácido bórico, formando borato de amônia que foi dosado com HCl padronizado. O fator de conversão foi de 6,25 e o resultado expresso em porcentagem (%).

3.5.9. Cinzas

O teor de cinzas foi determinado pela incineração da amostra em método gravimétrico, em que o material foi submetido a aquecimento a 550°C até a formação

de um resíduo branco ou cinza claro, segundo o método 018/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008) e o resultado foi expresso em porcentagem (%).

3.5.10. Lipídios

A fração lipídica das amostras foi extraída com solvente orgânico (hexano) em aparelho Soxhlet, o qual extraiu os lipídios livres (triglicerídeos e ácidos graxos livres) em um processo gravimétrico, baseado na perda de peso da amostra submetida à extração com o solvente, segundo o método 032/IV do Instituto Adolfo Lutz (2008). O resultado final foi expresso em porcentagem (%).

3.5.11. Fibras

O teor de fibra bruta foi determinado segundo o método descrito por Ranganna (1977), baseado na digestão ácida seguida por uma digestão alcalina do material seco desengordurado, e o resultado expresso em porcentagem (%).

3.5.12. Pectina

O teor de pectina foi determinado de acordo com o método proposto por Ranganna (1977) no qual a pectina extraída do material vegetal foi saponificada com substâncias alcalinas e precipitada como pectato de cálcio de uma solução ácida pela adição de cloreto de cálcio. O pectato de cálcio precipitado foi lavado até que esteja isento de cloreto, seco e pesado. Os resultados foram expressos em % de pectato de cálcio.

3.5.13. Compostos Fenólicos totais

Os compostos fenólicos totais foram quantificados conforme o método de Swain e Hills (1959), com algumas modificações, usando o reagente Folin-Ciocalteu e padrão de ácido gálico. Dez gramas da amostra foram misturados com 50 ml de metanol 80% sob agitação constante por 1h. O sobrenadante produzido foi filtrado e o volume final, corrigido para 50 mL com metanol. Cento e cinquenta microlitros desse extrato, 2400

μL de água deionizada e 150 μL de reagente Folin-Ciocalteu 0,25 N foram combinados e homogeneizados em vortex por 3 min. Em seguida, 300 μL de solução de carbonato de sódio 1N foram adicionados e homogeneizados em vortex. A mistura foi incubada a temperatura ambiente (25°C), em escuro por 2 h. A absorvância foi medida em 725 nm utilizando um espectrofotômetro (marca Shimadzu - modelo: UVmini-1240) e os resultados foram expressos em ácido gálico equivalentes (GAE; mg/100 g de massa fresca) pela curva padrão feita com a concentração de 0-0.1mg/mL do ácido gálico.

3.5.14. Carotenóides totais

Os carotenóides totais foram extraídos com acetona 80%, segundo método proposto por Lichtenthaler (1987), em que 2 g da amostra foi macerado com 0,2g de carbonato de cálcio e 7mL de acetona 80%. O extrato foi filtrado em balão volumétrico até o volume de 25mL com o solvente. O teor de carotenóides foi estimado a partir da leitura do extrato filtrado em espectrofotômetro (marca Shimadzu, modelo UV-mini1240) a 646,8, 663,2 e 470nm. A concentração foi estimada de acordo com a seguinte equação:

$$\text{Carotenóides} = \{1000 \times A_{470} - [(1,82 \times C_a) - (104,96 \times C_b)]\} / 198, \text{ sendo:}$$

$$C_a (\text{clorofila a}) = 12,25 \times A_{663,2} - 2,79 \times A_{646,8}$$

$$C_b (\text{clorofila b}) = 21,50 \times A_{646,8} - 5,10 \times A_{663,2}$$

3.5.15. Valor Energético

O valor energético total ($\text{kcal} \cdot 100\text{g}^{-1}$) foi calculado a partir dos coeficientes calóricos correspondentes para proteínas (4kcal/g), carboidratos (4kcal/g) e lipídeos (9Kcal/g) (HOLLAND, 1994), utilizando a seguinte equação:

$$\text{Valor Energético (Kcal/100g)} = (4 \cdot \text{Carboidratos}) + (9 \cdot \text{Lipídios}) + (4 \cdot \text{Proteínas}) \text{ (Eq. 1)}$$

O valor de carboidratos foi determinado pelo teor de açúcares totais presentes na amostra.

3.5.16. Cor

A coloração das amostras foi mensurada com colorímetro eletrônico Minolta Chroma Meter (modelo CR 10), que utiliza os seguintes parâmetros: os valores de L* correspondem a quão claro e quão escuro é o produto analisado (0 = preto; 100 = branco), os valores de a* correspondem à escala do verde ao vermelho (a* negativo, verde; a* positivo, vermelho) e os valores de b*, à escala do azul ao amarelo (b* negativo, azul; b* positivo, amarelo) (MINOLTA, 1994).

3.5.17. Textura

A textura das geléias foi avaliada pela análise do perfil de textura (TPA), utilizando-se um texturômetro da marca *Brookfield* (modelo CT3). Os parâmetros determinados foram dureza, elasticidade e consistência. Para a determinação dos parâmetros citados acima utilizou-se, durante os testes, um sensor cilíndrico de acrílico de 2,5 cm de diâmetro fixado no cabeçote móvel, a taxa de deformação foi programada para 2 mm/segundo e a penetração máxima foi de 15 mm. Foram tomadas 3 pontos de medidas de textura para cada amostra.

3.6. Análises Microbiológicas

Foram realizadas as análises do número mais provável (NMP/g) de coliformes totais e coliformes termotolerantes, bolores e leveduras (UFC/g) tanto para a polpa como para as geléias de cajá-umbu nos tempos 0, 10, 20 e 30 dias, segundo as metodologias da *American Public Health Association* (2001), sugeridas para análise de alimentos pela Resolução RDC, n.12 (BRASIL, 2001).

3.6.1. Preparo das amostras para análise microbiológica

Cada amostra foi primeiramente homogeneizada e transferido 10g para um erlenmeyer contendo 90mL de água peptonada tamponada estéril para posterior

homogeneização (diluição 10^{-1}); a partir desta diluição foram realizadas as demais diluições decimais seriadas até 10^{-3} .

3.6.2. Número mais provável (NMP) de coliformes totais e termotolerantes

A metodologia para contagem de coliformes totais e termotolerantes pelo número mais provável (NMP) foi realizada através de tubos múltiplos. Após a diluição das amostras, a metodologia se divide em 03 etapas:

1) Teste presuntivo - foram retiradas alíquotas de 1 mL de cada diluição e essas foram inoculadas em tubos de ensaio contendo caldo lactosado e tubo de Duhran invertido. Os tubos foram colocados em estufa a 35°C por 24 a 48 horas. Os tubos que após esse tempo se apresentaram turvos e/ou com formação de gás foram anotados como positivos e submetidos ao teste confirmativo.

2) Teste confirmativo – foram realizadas alçadas dos tubos positivos do teste anterior em tubos de ensaio contendo caldo verde-brilhante e tubo de Duhran. Esses foram colocados em estufa a 35°C por 24 a 48 horas. Os tubos que após esse tempo se apresentaram turvos e/ou com formação de gás foram anotados como positivos (coliformes totais) e submetidos ao teste de coliformes termotolerantes.

3) *Coliformes* termotolerantes – foram realizadas alçadas dos tubos positivos do teste anterior em tubos de ensaio contendo caldo EC e tubo de Duhran. Esses foram colocados em estufa a $44,5-45,5$ por 24h. Os tubos que após esse tempo se apresentarem turvos e/ou com formação de gás foram anotados como positivos (*coliformes* termotolerantes).

Com os resultados dos tubos positivos, efetuou-se o cálculo do NMP/mL de *coliformes* totais e termotolerantes utilizando-se a tabela de NMP ou Tabela de Hoskins e intervalo de confiança a nível de 95% de probabilidade, para diversas combinações de tubos positivos em séries de três tubos (APHA, 2001).

3.6.3 Contagem de bolores e leveduras

A contagem de bolores e leveduras em profundidade foi realizada inoculando 1mL de cada uma das diluições realizadas em placas de Petri estéreis, adicionando-se 15 a 20 mL do meio de cultura Ágar Batata Dextrose (PDA) devidamente acidificado com ácido

oxálico. Após 15 minutos para solidificação do meio, as placas foram invertidas e incubadas em estufa a 25°C por 3 a 5 dias. A contagem se prosseguiu em contador de colônias e calculadas de acordo com as diluições (APHA, 2001).

3.7. Análise dos Compostos Voláteis

3.7.1. Extração

Os componentes voláteis presentes na polpa de cajá-umbu e nas geléias elaboradas foram extraídos utilizando a técnica analítica de SPME (BICCHI *et. al.*, 2002), como mostrado na Figura 14. A fibra utilizada foi a CAR/PDMS (75- μ m carboxen-polidimetilsiloxano) da marca Supelco, condicionadas de acordo com as instruções do fabricante. Quinze gramas da amostra foi diluída em 50 mL de água deionizada e homogeneizada por 1 min. A extração consistiu em colocar 8 mL do extrato em *vial* vedado com septo, o qual foi colocado em banho-maria sob agitação magnética por 15 min. (tempo de equilíbrio). Em seguida, a fibra de SPME foi exposta ao *headspace* da solução para adsorção dos analitos por 30 minutos. Após o término do tempo de exposição da fibra, a mesma foi removida e, em seguida, introduzida no injetor do cromatográfico para dessorção térmica dos analitos por 10 minutos (CHEONG *et al.*, 2010). O pH utilizado foi o pH de cada amostra.

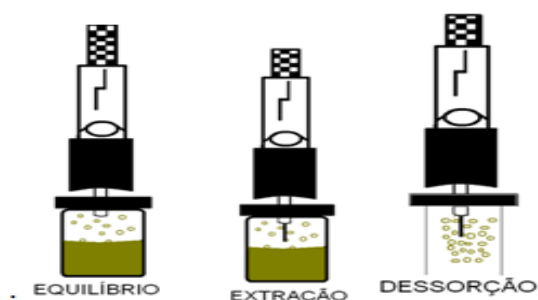


Figura 14. Etapas da extração de compostos voláteis com a técnica SPME.

Fonte: Wercinski, 1999.

3.7.2. Separação dos compostos voláteis

Os voláteis foram analisados por cromatografia a gás de alta resolução acoplada a espectrômetro de massas. Utilizou-se um cromatográfico gasoso marca VARIAN (modelo Saturn 3900) acoplado a um espectrômetro de massas com analisador de armadilha de íons (MS). O gás de arraste utilizado foi o hélio com fluxo de 1,0 mL/min. O injetor utilizado foi do tipo *split/splitless*, empregado no modo *splitless* com uma temperatura de 220°C.

Os compostos foram separados em uma coluna capilar de sílica fundida com fase estacionária polar de polietileno glicol (CP-Wax52CB) de 30m de comprimento, 0,25mm diâmetro interno e 0,25µm de espessura do filme. A temperatura inicial da coluna foi de 30°C por 7 min., e depois programada a 2°C por min. até atingir 110°C, aumentando conseqüentemente 5°C por min. até 195°C permanecendo por 30 min, totalizando 94,00 minutos de corrida cromatográfica. A temperatura da linha de transferência foi de 170°C com fonte de ionização por impacto de elétrons de 70 eV. A faixa de “*scanning*” de massa foi de 35 a 400 m/z. A demora no início de atuação do espectrômetro de massa (*delay*) foi de 0,1 minuto.

3.7.3. Identificação e quantificação

A identificação dos compostos voláteis foi realizada por tentativa, pela comparação dos espectros de massas dos compostos das amostras com o banco de dados “NIST” (*National Institute of Standards & Technology*) contendo aproximadamente um total de 150.000 espectros de referência e pela comparação do índice de retenção linear (IRL) dos compostos com os de artigos da literatura e *databases* Mass Bank (2011) e LRI & Odour (2011), calculados com base nos tempos de retenção de uma série de n-alcenos (diversas misturas de C8 – C30, C8 – C40 e C8 – C17) sob condições analíticas idênticas.

O índice de retenção linear (ILR) foi calculado baseado no tempo de retenção dos padrões de alcanos autênticos versus o número de átomos de carbonos dos respectivos padrões de alcanos, multiplicado por 100 (Equação 1).

$$= \left[\frac{t_R - t_n}{t_{n+1} - t_n} + n \right] \times 100 \quad (\text{Eq. 1})$$

Onde: R = Tempo de retenção para o composto X;

n = Número de carbonos do n-alcano eluindo antes;

n+1 = Número de carbonos do n-alcano que elui depois.

A quantificação dos compostos voláteis foi relacionada à percentagem de área do pico de cada composto e relação à área total de todos os picos normalizados no cromatograma.

3.8. Análise sensorial

A aceitabilidade das três amostras de geléia foi avaliada com a participação de 100 consumidores potenciais do produto, recrutados entre alunos e professores dos cursos de graduação e pós-graduação da Universidade Federal de Sergipe, Aracaju-SE. Os voluntários foram selecionados segundo os critérios de: disponibilidade para participar do teste sensorial, gostarem e consumirem o fruto cajá-umbu e geléia de frutas.

Os julgadores avaliaram as geléias utilizando escalas “*just-right*” de sete pontos para os atributos cor, consistência, doçura, firmeza e acidez; escala hedônica para os atributos aparência, aroma e impressão global; e escala de intenção de compra de nove pontos, apresentada conforme ficha de avaliação na Figura 15.

O teste foi realizado mantendo-se condições de individualidade dos julgamentos, em salas climatizadas da Universidade. As amostras foram apresentadas à temperatura ambiente (22-24°C) de forma não monádica, balanceando-se a ordem de apresentação das mesmas entre os provadores. Para a apresentação das amostras foram utilizados copos descartáveis codificados com números de três dígitos, servindo-se água juntamente com as amostras para enxágue bucal, a fim de se evitar a interferência do sabor de uma amostra no julgamento de outra. Nenhum carregador foi utilizado na avaliação das amostras.

Nome: _____ . Data: _____ . Amostra: _____ .

1. APARÊNCIA

1.1. Inicialmente avalie a **APARÊNCIA** desta geléia de cajá umbu e usando a escala abaixo indique o quão ideal está a **COR E A CONSISTÊNCIA** da geléia.

<p><u>COR</u></p> <p>+3 Muito mais clara que o ideal</p> <p>+2 Moderadamente mais clara que o ideal</p> <p>+1 Ligeiramente mais clara que o ideal</p> <p>0 Ideal</p> <p>-1 Ligeiramente mais escura que o ideal</p> <p>-2 Moderadamente mais escura que o ideal</p> <p>-3 Muito mais escura que o ideal</p>	<p><u>CONSISTÊNCIA</u></p> <p>+3 Muito mais firme que o ideal</p> <p>+2 Moderadamente mais firme que o ideal</p> <p>+1 Ligeiramente mais firme que o ideal</p> <p>0 Ideal</p> <p>-1 Ligeiramente menos firme que o ideal</p> <p>-2 Moderadamente menos firme que o ideal</p> <p>-3 Muito menos firme que o ideal</p>
--	---

1.2 Usando a escala abaixo indique o quanto você gostou ou desgostou da **APARÊNCIA** de cada amostra.

9. Adorei

8. Gostei muito

7. Gostei moderadamente

6. Gostei ligeiramente

5. Não gostei nem desgostei

4. Desgostei ligeiramente

3. Desgostei moderadamente

2. Desgostei muito

1. Detestei

2. Cheire as amostras e utilizando a escala ao lado indique o quanto você gostou ou desgostou do **AROMA** de cada amostra.

Valor: _____

3. Prove a geléia e usando as escalas abaixo indique o quão ideal encontra-se a **DOÇURA**, a **ACIDEZ** e a **FIRMEZA** da geléia.

<p><u>DOÇURA</u></p> <p>+3 Muito mais doce que o ideal</p> <p>+2 Moderadamente mais doce que o ideal</p> <p>+1 Ligeiramente mais doce que o ideal</p> <p>0 Ideal</p> <p>-1 Ligeiramente menos doce que o ideal</p> <p>-2 Moderadamente menos doce que o ideal</p> <p>-3 Muito menos doce que o ideal</p>	<p>4. Usando a escala abaixo, indique o quanto você GOSTOU OU DESGOSTOU da geléia de cajá-umbu de um modo geral.</p> <p>9. Adorei</p> <p>8. Gostei muito</p> <p>7. Gostei moderadamente</p> <p>6. Gostei ligeiramente</p> <p>5. Não gostei nem desgostei</p> <p>4. Desgostei ligeiramente</p> <p>3. Desgostei moderadamente</p> <p>2. Desgostei muito</p> <p>1. Detestei</p>
---	---

<p><u>FIRMEZA</u></p> <p>+3 Muito mais firme que o ideal</p> <p>+2 Moderadamente mais firme que o ideal</p> <p>+1 Ligeiramente mais firme que o ideal</p> <p>0 Ideal</p> <p>-1 Ligeiramente menos firme que o ideal</p> <p>-2 Moderadamente menos firme que o ideal</p> <p>-3 Muito menos firme que o ideal</p>	<p>5. Usando a escala abaixo, indique o GRAU DE CERTEZA COM QUE VOCÊ COMPRARIA OU NÃO esta amostra de geléia:</p> <p>9. Certamente compraria</p> <p>8</p> <p>7. Provavelmente compraria</p> <p>6</p> <p>5. talvez comprasse/talvez não comprasse</p> <p>4</p> <p>3. Provavelmente não compraria</p> <p>2</p> <p>1. Certamente não compraria</p>
--	--

<p><u>ACIDEZ</u></p> <p>+ 3 Muito mais ácida que o ideal</p> <p>+2 Moderadamente mais ácida que o ideal</p> <p>+1 Ligeiramente mais ácida que o ideal</p> <p>0 Ideal</p> <p>-1 Ligeiramente menos ácida que o ideal</p> <p>-2 Moderadamente menos ácida que o ideal</p> <p>-3 Muito menos ácida que o ideal</p>	
--	--

Figura 15. Ficha utilizada para o teste de aceitação e intenção de compra.

Para avaliar a estabilidade das amostras durante o armazenamento das mesmas, um teste de aceitação foi aplicado a 30 dos julgadores acima especificados após 10, 20 e 30 dias de armazenamento dos produtos. Estes julgadores foram escolhidos aleatoriamente e mantidos até o final da análise. Nesse teste utilizou-se a mesma ficha apresentada na Figura 15.

3.9. Análise estatística dos resultados

Os dados sensoriais e físico-químicos foram analisados por Análise de Variância (ANOVA) e teste de médias Tukey ao nível de 5% de significância, utilizando-se os programas estatísticos Statistical Analysis System (SAS).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Características físicas dos frutos cajá-umbu

Os resultados das características físicas dos frutos de cajá-umbu nos dois estádios de maturação, maduro e “de vez”, estão apresentadas na Tabela 15.

Tabela 15. Características físicas (média \pm desvio padrão) do fruto cajá-umbu nos diversos estádios de maturação, maduro e “de vez”.

Características	Maduros	“De vez”
Diâmetro Longitudinal (cm)	4,85 ^a \pm 0,280	4,58 ^b \pm 0,195
Diâmetro Transversal (cm)	3,51 ^a \pm 0,124	3,50 ^a \pm 0,211
Massa do Fruto (g)	34,95 ^a \pm 3,579	31,26 ^b \pm 4,181
Volume do Fruto (cm ³)	33,50 ^a \pm 4,743	31,00 ^a \pm 3,944
Densidade do Fruto (g/cm ³)	1,05 ^a \pm 0,081	1,01 ^a \pm 0,067
Luminosidade (L*)	44,86 ^a \pm 3,876	43,65 ^a \pm 3,980
Intensidade de vermelho (+a*)	9,36 ^a \pm 2,732	5,53 ^b \pm 1,994
Intensidade de amarelo (+b*)	42,07 ^a \pm 2,987	38,94 ^b \pm 2,448

Obs: Os dados representam a média de dez amostras analisadas de cada estádio de maturação. As médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

Com relação aos valores dos diâmetros dos frutos, verificou-se diferença significativa ($p \leq 0,05$) apenas no diâmetro longitudinal entre os estádios de maturação

estudados, variando de 4,58cm para os frutos “de vez” a 4,85cm para os frutos maduros (Tabela 15). Esses valores são superiores aos obtidos por Carvalho *et al.* (2008), para o cajá-umbu, com valores iguais a 3,8 cm e 3,1 cm, para os diâmetros longitudinal e transversal, respectivamente. Noronha *et al.* (2000) também obtiveram valores inferiores para os diâmetros longitudinal, de 2,88 cm, e transversal, de 2,91 cm, tanto dos frutos de cajá-umbu no estágio de maturação maturo quanto dos frutos maduros, de 2,96cm e 2,95cm, respectivamente, não diferindo estatisticamente ao nível de 5% de probabilidades com relação ao estágio de maturação.

Não existe uma legislação específica que defina valores para tamanho de frutos de cajá-umbu destinados às indústrias processadoras. No entanto, considerando que o peso médio de frutos é uma característica importante para o mercado de frutas frescas, uma vez que os frutos mais pesados geralmente são também os de maiores tamanhos, tornando-se mais atrativos para os consumidores, foi utilizado como parâmetro de comparação a classificação para cajá estabelecida por Bosco *et al.* (2000), por tratar-se de frutos do mesmo gênero e com características semelhantes ao cajá-umbu, na qual são considerados frutos grandes os que possuem massa superior a 15 g; médios entre 12 g e 15 g; pequenos, inferior a 12 g.

Apesar dos frutos de cajá-umbu diferirem estatisticamente ($p \leq 0,05$) com relação a sua massa nos 2 estágios de maturação, os mesmos podem ser considerados grandes por terem apresentado um peso médio de 31,257g, para os frutos “de vez”, e 34,95g para os frutos maduros (Tabela 15), valores estes superiores aos encontrados por Lira Júnior *et al.* (2005) e Silva Junior *et al.* (2004), que foram de 20,69g e 23,18g, respectivamente, para frutos de cajá-umbu.

É possível que essa diferença seja decorrente das condições endofoclimáticas e fator genético nos quais as plantas foram cultivadas, refletindo na massa dos frutos. Pode-se citar, por exemplo, o trabalho de Carvalho *et al.* (2006), que verificaram que cajá-umbeiras de diversas regiões do Estado da Bahia apresentaram considerável diversidade genética entre os genótipos pesquisados, que segundo os autores poderia ser causada com a introdução de genótipos de outros ambientes ou talvez introgressão através de cruzamentos naturais.

Varição semelhante de peso de frutos foi encontrada por Silva Júnior *et al.* (2004), estudando 36 genótipos de cajá-umbu da mesma coleção (19,3 a 26,8 g) e por

Lima *et al.* (2002) em cajá-umbus produzidos na região do Brejo Paraibano, no município de Areia-PB, no período de maio a junho de 2000 e colhidos manualmente em cinco estádios de maturação, levando em consideração a coloração externa, os quais apresentaram uma variação de 17,77 a 22,30g.

O aumento da massa dos frutos contribuiu diretamente no aumento do seu volume, o qual variou de 31g/cm³ para os frutos “de vez” a 35,5g/cm³ para os frutos maduros (Tabela 15), obtendo um rendimento médio de 65% para a polpa obtida com a mistura dos dois tipos de frutos de cajá-umbu. Esses resultados superaram o rendimento obtido por Lima *et al.* (2002) utilizando frutos totalmente maduros, que foi de 55,75%. No entanto, foram menores que os resultados de Noronha *et al.* (2000), que obtiveram o rendimento de polpa de 72,40% para frutos maduros e de 72,87% para frutos maduros. Tais percentuais de polpa tornam viável o aproveitamento do cajá-umbu para a industrialização de produtos como polpa congelada, sucos, geléias, néctares, sorvetes, etc.

A Tabela 15 mostra a variação da cor do cajá-umbu nos diferentes estádios de maturação, com relação aos valores de L* (Luminosidade - que varia do branco ao preto), da intensidade de a* (varia do verde para o vermelho) e da intensidade de b* (que vai do azul ao amarelo). Observou-se que com o aumento do amadurecimento dos frutos ocorre o aumento da intensidade do amarelo, do vermelho e da luminosidade, em detrimento da cor verde, apresentando diferença significativa para os parâmetros a* e b*, ao nível de 5 % de probabilidade.

Não foi verificada diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as densidades dos frutos “de vez” e maduros (Tabela 15). Entre os diferentes estádios de maturação do fruto cajá-umbu foram observadas mudanças de coloração de verde para amarelo-alaranjada, as quais estão associadas à diminuição dos pigmentos cloroplastídicos devido à degradação da clorofila da casca dos frutos de umbu-cajá no decorrer da sua maturação, que pode influenciar os consumidores no momento em que esse fruto for adquirido, pois a cor é considerada um dos fatores externos mais importantes da qualidade de frutos (LIMA *et al.*, 2002).

4.1.1. Textura das geléias de cajá-umbu

Na Tabela 16 estão apresentados os valores médios das propriedades mecânicas das geléias I, II e III formuladas com diferentes porcentagens de polpa e fixadas em um mesmo teor de sólidos solúveis.

Observa-se na Tabela 16 que, com o aumento do teor de polpa, ocorreu o aumento tanto da dureza (N) quanto do trabalho (mJ) para romper a estrutura da geléia. Isto pode ser explicado pelo maior tempo de cozimento para atingir um determinado brix, quando se tem maior nível de polpa que açúcar na formulação, como foi o caso da Geléia I, seguida da II e da III. A exposição maior a altas temperaturas proporciona o aumento da perda de água e, conseqüentemente, a firmeza das amostras tende a aumentar, melhorando a textura e a consistência dos alimentos.

Tabela 16. Dureza e trabalho da textura das geléias de cajá-umbu.

Amostra	Tempo (Dias)			
	0	10	20	30
	Dureza (N)			
Geléia I	0,68 ^a ±0,014	0,86 ^a ±0,028	0,92 ^a ±0,028	0,94 ^a ±0,028
Geléia II	0,65 ^a ±0,000	0,69 ^b ±0,000	0,75 ^a ±0,078	0,86 ^a ±0,00
Geléia III	0,10 ^b ±0,001	0,13 ^c ±0,014	0,12 ^b ±0,028	0,15 ^b ±0,042
	Trabalho (mJ)			
Geléia I	5,28 ^a ±0,223	8,80 ^a ±0,424	8,75 ^a ±0,528	8,90 ^a ±0,064
Geléia II	5,19 ^a ±0,122	5,20 ^b ±0,707	6,60 ^b ±0,565	6,60 ^b ±0,566
Geléia III	0,74 ^b ±0,637	0,80 ^c ±0,000	0,90 ^c ±0,000	0,90 ^c ±0,000

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si a $p \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. Geléia I-60%polpa; Geléia II-50%polpa; Geléia III-40%polpa

Durante o armazenamento, observou-se o aumento da dureza e do trabalho, o que pode ter ocorrido devido ao fenômeno de sinérese, observado visualmente, em que houve a liberação de água e com isso a estrutura do gel pode ficar mais firme. Com exceção do tempo 0, as amostras diferiram estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) com relação ao trabalho (Tabela 16). Para a dureza, as amostras I e II não diferiram entre si, mas diferiram em relação à III, com exceção do tempo 10, quando todas foram diferentes estatisticamente entre si (Tabela 16).

A formulação com maior teor de polpa (Geléia I) apresentou o maior pico de dureza, exibindo também o maior tempo para atingir a fratura ou quebra da sua estrutura (Figuras 16 e 17).

A diferença do comportamento da textura entre as geléias (Figuras 16 e 17) sugere que o menor teor de polpa na formulação para se atingir um mesmo brix final proporcionou a diminuição da dureza do produto, podendo elevar a elasticidade do produto. Isso pode ser visualizado levando em consideração as formulações das geléias II (50% de polpa) e III (40% de polpa) em relação à geléia I (60% de polpa), em que o pico máximo obtido para a dureza da Geléia III é inferior aos demais tratamentos, sendo que a geléia II tem um posicionamento intermediário, relacionando com a concentração da polpa nas suas formulações.

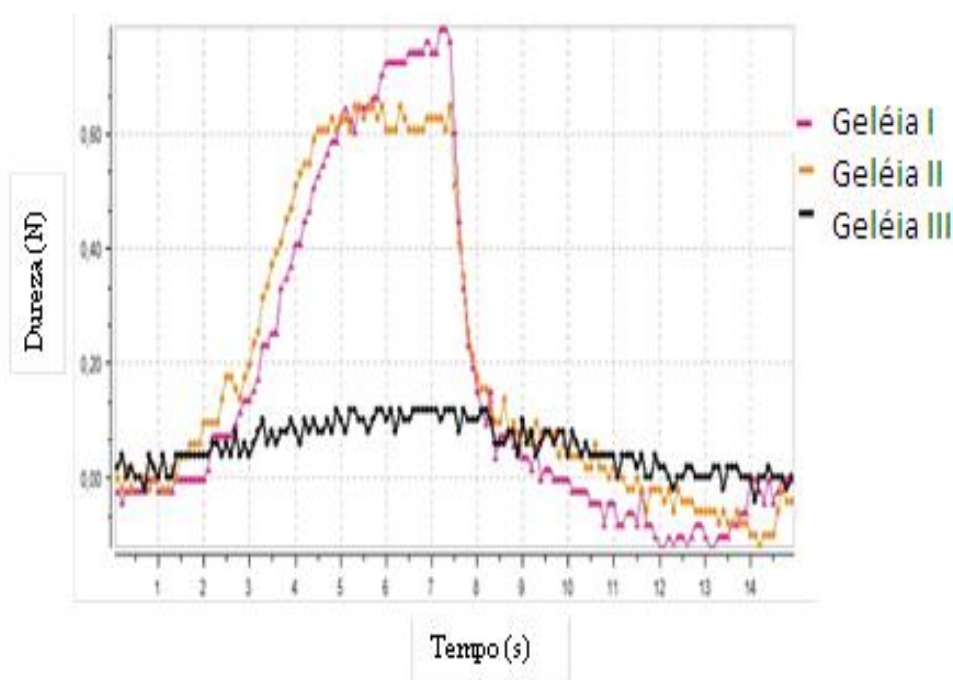


Figura 16. Dureza (N) em função do tempo (s) de penetração de geléias de cajá-umbu no tempo 0 de armazenamento.

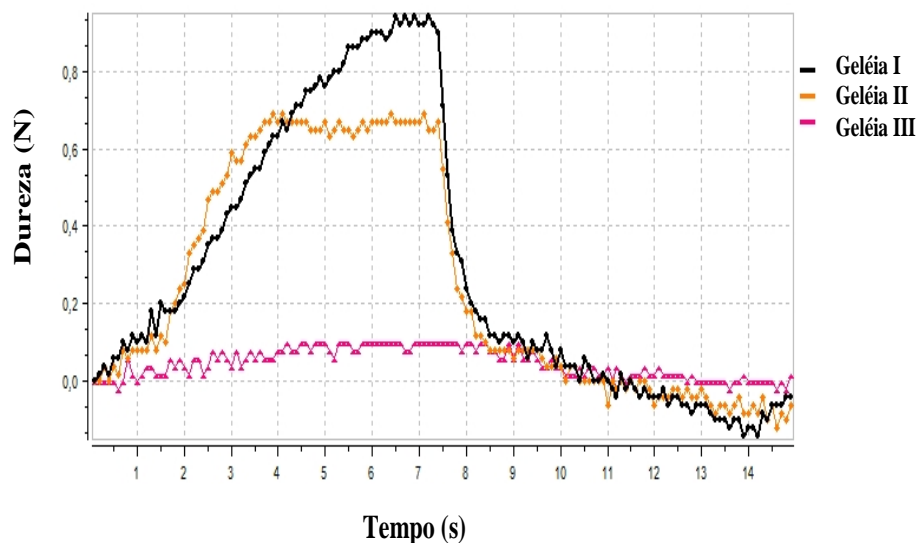


Figura 17. Dureza (N) em função do tempo (s) de penetração de geléias de cajá-umbu no tempo 10 de armazenamento.

4.2. Características físico-químicas da polpa e das geléias de cajá-umbu

A polpa de cajá-umbu apresentou o teor de 1% de pectato de cálcio, que dependendo de sua qualidade, ou seja, da sua capacidade em fornecer um rendimento em geléia maior que 100% em peso, o cajá-umbu pode constituir uma fonte razoável de pectina, uma vez que contém quantidade equivalente à existente em frutas classificadas como ricas em pectinas, como a polpa de maçã que apresentou 0,53% de pectato de cálcio (COAN, 2006), polpa de laranja com 0,34% (BRANCO; GASPARETTO, 2005), polpa de tangerina com 0,66% (MOURA *et al.*, 1998), e próximo ao teor presente em polpa de acerola que foi de 1,14% de pectato de cálcio (SOARES, 2001).

As características físico-químicas essenciais para a elaboração de geléias, tanto da matéria-prima quanto do produto final, estão apresentadas na Tabela 17.

Tabela 17. Características físico-químicas (média ± desvio padrão) da polpa e das geléias de cajá-umbu

Características	Polpa	Geléia I¹	Geléia II²	Geléia III³
pH	2,25 ^a ±0,01	2,28 ^a ±0,02	2,41 ^b ±0,00	2,49 ^b ±0,01
Acidez Titulável (% ácido cítrico)	1,65 ^a ±0,008	1,07 ^b ±0,013	0,67 ^c ±0,069	0,67 ^c ±0,031
Sólidos Solúveis Totais (°Brix)	10,30 ^a ±0,05	63,20 ^b ±0,25	62,80 ^b ±0,156	62,60 ^b ±0,23
Atividade de Água	0,99 ^a ±0,01	0,81 ^b ±0,00	0,83 ^c ±0,01	0,85 ^d ±0,03
Intensidade de vermelho (a*)	-1,43 ^a ±0,05	-1,93 ^b ±0,41	-1,75 ^b ±0,09	-1,05 ^a ±0,03
Intensidade de amarelo (b*)	23,17 ^a ±2,79	3,46 ^b ±0,40	3,93 ^b ±0,06	5,43 ^c ±0,05
Luminosidade (L*)	47,73 ^a ±2,28	26,60 ^b ±0,55	26,45 ^b ±0,05	24,80 ^c ±0,01

Obs.: As médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

¹Geléia I: 60% polpa e 40% açúcar; ²Geléia II: 50% polpa e 50% açúcar; ³Geléia III: 40% polpa e 60% açúcar.

A polpa de cajá-umbu apresentou pH baixo, de 2,25, bem próximo aos valores médios encontrados por Lima *et al.*(2002), Silva Júnior *et al.* (2004) e Lira Júnior *et al.* (2005), que foram de 2,05; 2,75 e 2,20, respectivamente. Concomitantemente, o teor de ácido cítrico presente na polpa foi consideravelmente alto, em torno de 1,65% (Tabela 17), caracterizando-a como um produto muito ácido, como também foi observado pelos autores Lima *et al.*(2002), Lira Júnior *et al.* (2005) e Santos *et al.* (2011), que obtiveram valores de acidez de 1,98; 1,66 e 1,32% de ácido cítrico, respectivamente.

Apesar da importância das características físicas dos frutos para sua aceitação junto aos consumidores, para frutos destinados à elaboração de produtos como sucos, doces, picolés, sorvetes e geléias, os parâmetros físico-químicos relacionados à acidez total titulável, ao pH e ao teor de sólidos solúveis totais são mais relevantes (CHITARRA; CHITARRA, 2005).

A acidez foi refletida nas geléias obtidas, as quais apresentaram variação entre 2,28 e 2,49 para o pH, e de 0,67 a 1,07% para o ácido cítrico, sendo que quanto maior a porcentagem de polpa usada na sua formulação, maior a acidez da mesma (Tabela 17). Este fato dispensou a adição de qualquer tipo de ácido para a elaboração da geléia, por outro lado não se fez necessário aumentar o pH da polpa para a faixa ótima de

fabricação de geléias, entre 3,0 e 3,2, uma vez que a acidez não impediu a formação do gel nas mesmas.

A acidez é um importante parâmetro para avaliar o estado de conservação de um produto alimentício, pois 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 (MATTIETTO, 2005).

Durante o armazenamento de 30 dias foi percebida a alteração no pH e no conteúdo de acidez (Figura 18 e 19), indicando a instabilidade das geléias em relação ao grau de dissociação de ácidos orgânicos. O pH aumentou e atingiu o valor de 2,76; 2,85 e 2,89 para as geléias I, II e III, respectivamente, refletindo na diminuição do teor de acidez em torno de 0,79; 0,68 e 0,67% de ácido cítrico nas respectivas geléias (Tabela 17). Esta modificação na acidez e no pH não descaracterizou o perfil ácido dos produtos, garantindo a permanência do seu estado apto para consumo.

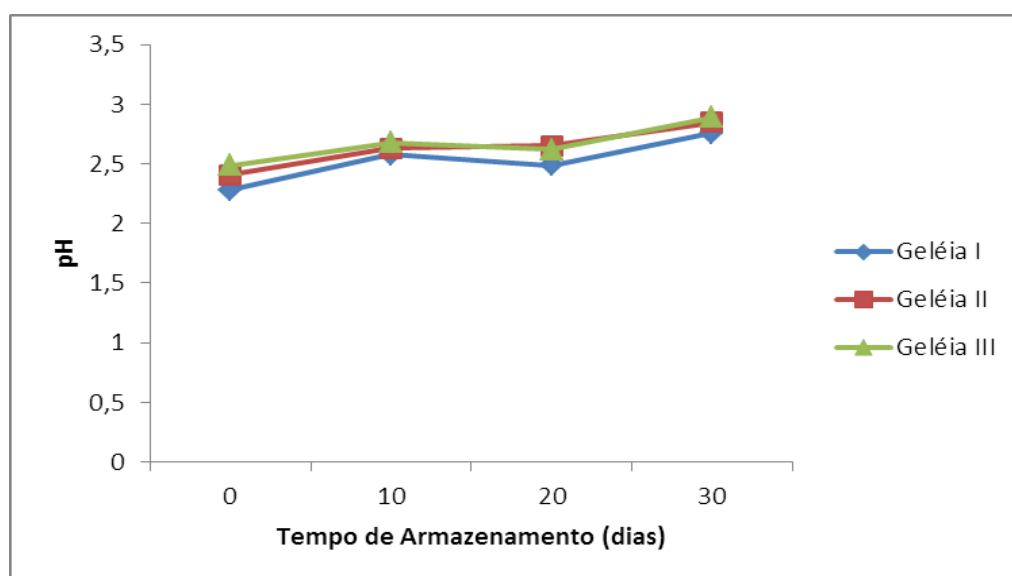


Figura 18. Variação do pH das geléias durante o armazenamento.

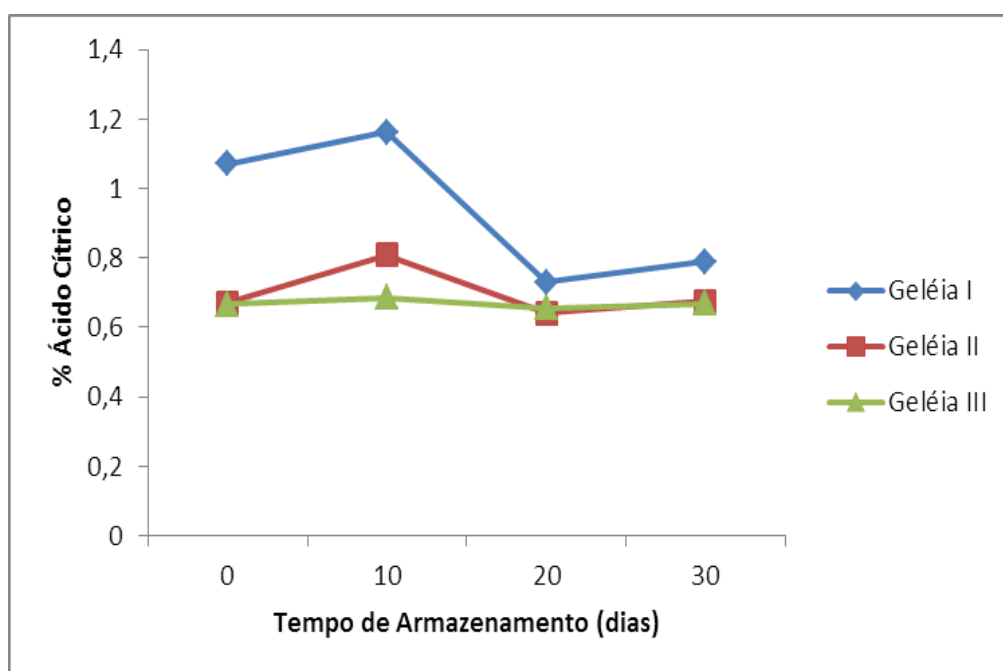


Figura 19. Variação da acidez das geléias durante o armazenamento.

O teor de SST apresentados na Tabela 17 foi de 10,3°brix para a polpa de cajá-umbu, bem próximo dos limites encontrados por Noronha *et al.* (2000), que foi de 11,04 e 12,88%. Este dado é muito importante para o processamento de frutas, pois pode diminuir o custo de produção e aumentar a qualidade final do produto.

O teor de SST variou de 62,6°Brix para a geléia III a 63,2°Brix para a geléia I, porém não houve diferença estatística ($p \leq 0,05$) em nenhuma delas (Tabela 17). O teor de sólidos solúveis estabelecido para o processamento das geléias de cajá-umbu, em torno de 63°Brix, e o pH de 2,2 a 2,5 verificado no presente trabalho, foram inferiores aos obtidos em geléias de seriguela, que apresentaram 71°brix e pH próximo a 3, o qual, segundo o autor, está dentro da faixa ideal para a formação do gel neste teor de sólidos solúveis (LIMA, 2009). Entretanto, Ferreira (2010) verificou variações no teor de SST das geléias de diferentes acessos de cajá-umbu, desde 60°Brix a 64°Brix, valores próximos aos obtidos neste trabalho e por Folegatti *et al.* (2003) que apresentaram teores de SST entre 66,3°Brix e 68,6°Brix para geléias de umbu.

Todavia durante o armazenamento não foi verificada diferença significativa na variação dos sólidos solúveis de cada formulação (Figura 20), atendendo a Resolução

Normativa nº 12, a qual estipula que o valor mínimo de SST para geléia deve estar compreendido entre 62% a 65% (BRASIL, 1978).

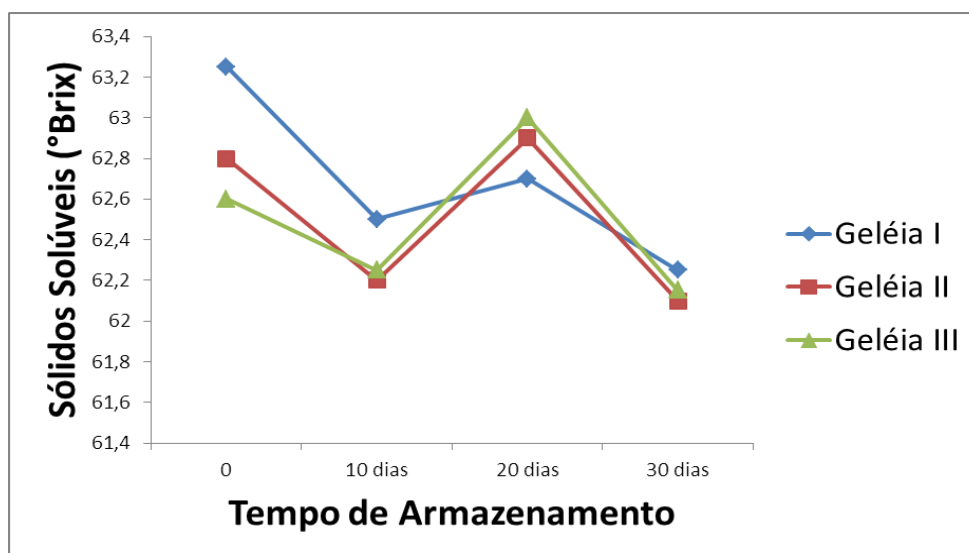


Figura 20. Variação do teor de sólidos solúveis das geléias durante o armazenamento.

Enquanto a polpa de cajá-umbu teve uma atividade de água (a_w) de 0,992, as geléias I, II e III apresentaram uma diminuição nesses valores para 0,812, 0,833 e 0,851 (Tabela 17). Esse resultado se deve ao fato de que em função do grande teor de açúcares nesses produtos proporciona a estes um tempo de vida de prateleira maior que a matéria-prima, devido à dificuldade de proliferação de microorganismos nessa faixa de atividade de água.

A atividade de água manteve-se constante durante a armazenagem (Figura 20), provavelmente em função da falta de interação do produto com o meio ambiente, com absorção de água por parte deste, devido à utilização de embalagens adequadas e seu eficiente sistema de fechamento.

Os parâmetros de cor L^* (0 = preto; 100 = branco), a^* (negativo, verde; positivo, vermelho) e b^* (negativo, azul; positivo, amarelo) foram influenciados significativamente pelo processamento (Tabela 17) sendo que a intensidade de L^* foi de 47,73 na polpa, e nas geléias esse valor caiu para 26,6, 26,4 e 24,8 para as geléias I, II e III, respectivamente.

Para os valores de a^* observou-se um aumento tendendo ao vermelho, provavelmente em virtude da degradação pelo aquecimento dos compostos característicos da cor verde, com exceção da geléia III, que por requerer um tempo menor de cocção, devido ao seu brix inicial ser maior em relação às outras, não apresentou essa perda.

Com relação ao parâmetro b^* nota-se a degradação da cor amarela com o aquecimento da polpa de cajá-umbu, refletindo na diminuição da sua intensidade nas geléias em relação à polpa.

O escurecimento visualizado nos produtos pode ser explicado devido aos maiores teores de açúcares redutores nos produtos que propiciam as reações de Maillard e de caramelização, ocorridas durante o processo de evaporação no processamento das geléias, no qual a temperatura e os teores de sólidos solúveis aumentam, enquanto que a atividade de água diminui, proporcionando um meio perfeito para a ocorrência das reações de escurecimento não-enzimáticas (FELLOWS, 2006).

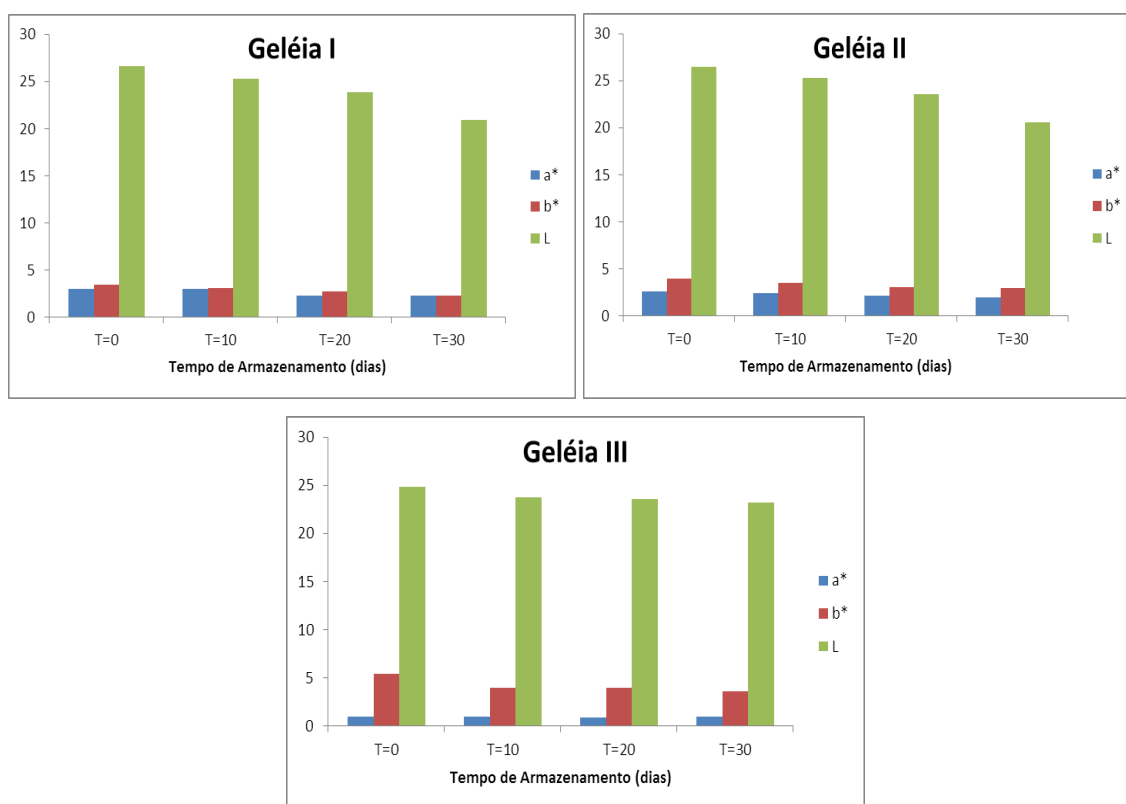


Figura 21. Variação dos parâmetros de cor L^* , a^* e b^* durante o armazenamento das geléias de cajá-umbu.

Durante o armazenamento houve o aumento de a^* e a diminuição da luminosidade L^* e de b^* (Figura 21), possivelmente decorrente do progresso da hidrólise dos açúcares durante a reação de Mayllard, gerando compostos da cor escura. Cardoso (2008) observou a diminuição da luminosidade (L_{Hunter}) durante a estocagem da geléia de jambo na ausência de luz e o acréscimo de a_{Hunter} (vermelho) e de b_{Hunter} (amarelo) com o tempo a temperaturas elevadas e ausência de luz.

Os valores médios, em base úmida, obtidos da caracterização físico-química da polpa e das geléias de cajá-umbu estão apresentados na Tabela 18, compondo o valor nutricional da polpa e das geléias de cajá-umbu, pois além da importância das características mencionadas, o conhecimento da composição de alimentos consumidos nas diferentes regiões do Brasil é um elemento essencial para ações de orientação nutricional baseadas em princípios de desenvolvimento local e diversificação da alimentação, em contraposição à massificação de uma dieta monótona e desequilibrada (TACO, 2006).

Tabela 18. Composição nutricional (média \pm desvio padrão) da polpa e das geléias de cajá-umbu.

Características	Polpa	Geléia I	Geléia II	Geléia III
Umidade (%)	89,74 ^a \pm 1,53	37,23 ^b \pm 0,87	38,31 ^b \pm 0,91	38,91 ^b \pm 0,56
Cinzas (%)	0,40 ^a \pm 0,04	0,62 ^b \pm 0,13	0,51 ^b \pm 0,11	0,45 ^a \pm 0,08
Proteínas (%)	0,55 ^a \pm 0,08	0,68 ^b \pm 0,11	0,47 ^a \pm 0,09	0,43 ^a \pm 0,03
Lipídios (%)	0,23 ^a \pm 0,03	0,28 ^a \pm 0,05	0,23 ^a \pm 0,08	0,21 ^a \pm 0,04
Açúcares Redutores (% glicose)	5,21 ^a \pm 0,27	23,13 ^b \pm 1,32	20,34 ^b \pm 1,27	19,12 ^{b,c} \pm 0,98
Açúcares não Redutores (%)	4,11 ^a \pm 0,14	37,49 ^b \pm 1,45	40,23 ^c \pm 1,13	41,23 ^c \pm 1,11
Açúcares Totais (%)	9,32 ^a \pm 0,51	60,62 ^b \pm 2,77	60,57 ^b \pm 2,40	60,15 ^b \pm 2,10
Fibras (%)	0,33 ^a \pm 0,12	0,41 ^a \pm 0,09	0,39 ^a \pm 0,12	0,36 ^a \pm 0,13
Valor energético (Kcal/100g)	41,55 ^a	247,72 ^b	246,23 ^b	244,21 ^b

Obs: As médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

A polpa de cajá-umbu apresentou alto teor de umidade, em torno de 89,74%, superior ao obtido por Noronha *et al.* (2000) que foi em média 86,3%, porém inferior ao obtido por Santos *et al.* (2011) que representaram 91,3% e por Lima (2009) caracterizou a polpa de ciriguela (*S. purpúrea*), fruto da mesma família e gênero que o cajá-umbu, e

encontrou teor de 78,7% de umidade na mesma. Esta alta quantidade de água contida na polpa justifica sua alta perecibilidade, afetando a estabilidade, qualidade e composição do produto.

O aproveitamento da polpa sob a forma de geléia surge como uma alternativa de conservação, uma vez que esse produto possui um conteúdo de água reduzido em comparação à sua matéria-prima. De fato, é o que se observa na Tabela 18, em que a geléia I apresentou 37,23%, a geléia II, 38,3% e a geléia III, 38,91% de umidade, valores menores aos reportados por Ferreira (2010), que elaborou geléias de 4 acessos de cajá-umbu e obteve uma variação de 28,39 a 32,43% de umidade. Essa redução de umidade ajuda na preservação do produto, dificultando a proliferação de microrganismos e aumentando o tempo de vida útil do produto.

Embora não tenha sido verificada diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre a umidade dos 3 tipos de geléias, apenas a geléia I atende a Resolução Normativa nº 12, que preconiza o teor de umidade máximo de 38% em geléias (BRASIL, 1978). Porém essa falha pode ser sanada aumentando o tempo de cocção das geléias II e III, o qual foi menor que o da primeira geléia pelo fato do teor inicial de sólidos solúveis destas ser mais alto que o da geléia I, o que faz com que essas geléias atinjam os 63°Brix estabelecidos para o processamento em um menor tempo de cocção. Outros autores vêm obtendo geléias com umidade acima do permitido como é o caso de Zambiasi *et al.* (2006) e Barcia *et al.* (2010) que obtiveram 50 e 47,79% de umidade em geléias light de morango e jambolão, respectivamente.

O teor de cinzas variou entre 0,4% a 2,1% em frutas frescas e representam os minerais contidos nos alimentos que podem estar em grandes quantidades como o K^+ , Na^+ e Ca^+ e pequenas como o ferro, Mn e Zn (CECHI, 2003). Observou-se o aumento no conteúdo de cinzas das geléias em relação à polpa (Tabela 18), possivelmente devido à evaporação da água durante o processamento e consequente concentração do teor de sólidos, não existindo diferença estatística ao nível de significância de 95%, entre as geléias I e II, nem entre a polpa e a geléia III (Tabela 18). Ferreira (2010), no entanto, encontrou o máximo de 0,33% de cinzas na geléia de cajá-umbu, inferior ao encontrado no presente trabalho, enquanto Barcia *et al.* (2010) determinou apenas 0,29% de cinzas em geléias tradicionais de jambolão, tal fato mostra a vantagem em se consumir a geléia de cajá-umbu.

Geléias de abacaxi apresentam teor de proteínas de 0,28% (GRANADA *et al.*, 2005), geléias de jambolão apresentam 0,29% (BARCIA *et al.*, 2010), as geléias de cajá-umbu atingiram o nível de 0,68% de proteínas, superior ao conteúdo da polpa (0,55%), o qual não diferiu estatisticamente ($p \leq 0,05$) das outras geléias, característica que pode impulsionar o consumo desse tipo de geléia.

Não foram verificadas diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre os percentuais de lipídios da polpa e dos três tipos de geléias obtidas, entretanto esses valores foram superiores aos das geléias de abacaxi e jambolão (0,13 e 0,11 respectivamente) (GRANADA *et al.*, 2005; BARCIA *et al.*, 2010).

Os valores obtidos para estas determinações são compatíveis com o fato de que a grande maioria dos vegetais e frutos possui elevado teor de umidade, baixo de proteína e de gordura, sendo a umidade com valores, geralmente, superiores a 70%, conteúdo protéico inferior a 3,5% e lipídio inferior a 0,5%.

Ao contrário da polpa de cajá-umbu que contém mais açúcares redutores (AR) que os açúcares não redutores (ANR), as geléias apresentam maior teor de açúcares não redutores, em torno de 40%, pelo fato da grande adição de sacarose no processamento (Tabela 18). Ferreira (2010), por exemplo, reportou uma variação de 21 a 27% de AR e de 24 a 35% para os ANR em geléias de cajá-umbu. De acordo com este autor a presença dos AR é um fator de qualidade na aceitação da fruta *in natura* ou processada, não relatando a composição da polpa do fruto. O mesmo acontece na geléia de abacaxi, a qual apresentou menor proporção de açúcares redutores, que foi de 14,5% comparado com os 25,87% de açúcares não-redutores presentes (GRANADA *et al.*, 2005).

Enquanto que a composição de proteínas, cinzas, lipídios em geléias não sofreu grandes alterações com o decorrer do tempo, verificou-se que o teor dos açúcares variou muito durante o armazenamento e que os não redutores comportaram-se diferentemente dos açúcares redutores. Enquanto os açúcares redutores da geléia aumentaram, os não-redutores diminuíram (Figuras 22, 23 e 24), fato que pode ser explicado pela inversão da sacarose em meio ácido formando glicose e frutose. Moreira *et al.* (2005), encontraram valores compreendidos entre 24,77 e 61,36% para açúcares redutores, 16,62 e 37,84% para açúcares não-redutores e 55,71 e 78,51% para açúcares totais em geléias comerciais de morango.

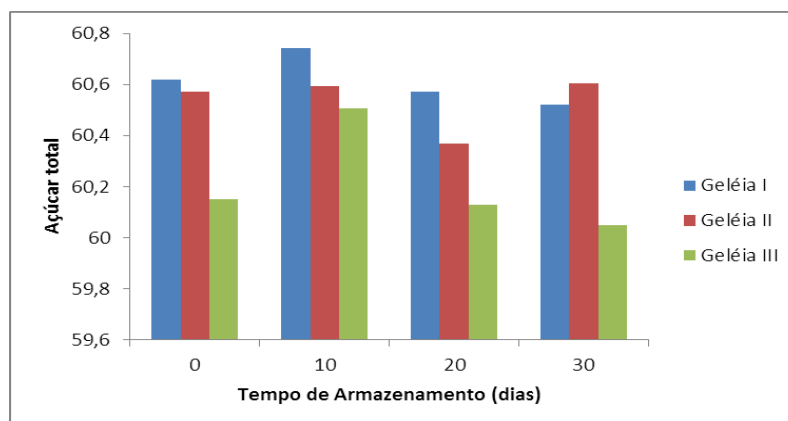


Figura 22. Variação do teor de açúcares totais das geléias durante o armazenamento.

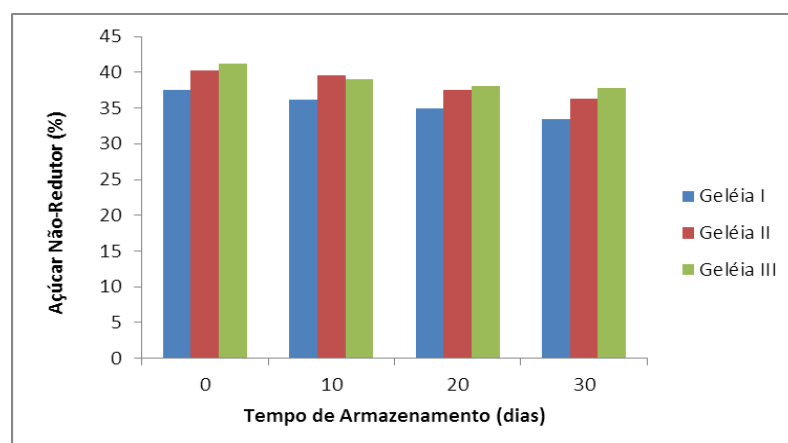


Figura 23. Variação do teor de açúcares não-redutores das geléias durante o armazenamento.

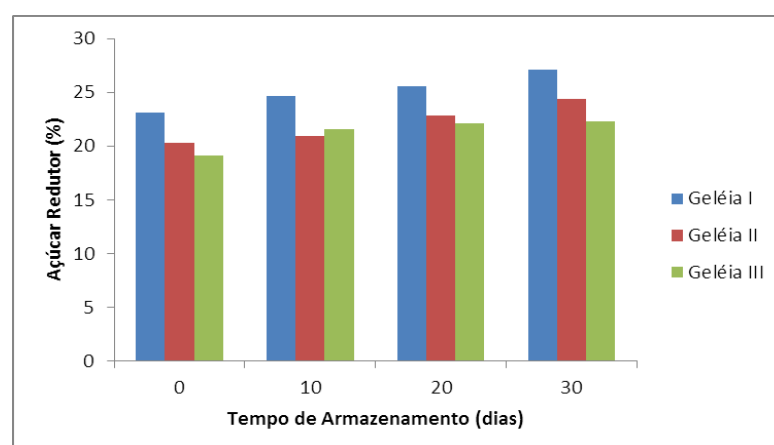


Figura 24. Variação do teor de açúcares redutores das geléias durante o armazenamento.

Assim, o tempo e temperatura utilizados no tratamento térmico de cada geléia pode ter influenciado no processo de hidrólise dos açúcares não-redutores. De fato, a geléia I, que apresentou o maior tempo de cocção seguida da geléia II e da geléia III, foi a que também apresentou o maior teor de açúcares redutores, o qual pode ter sido favorecido pelo alto teor inicial de polpa na formulação em comparação as geléias II e III, e pela menor umidade, concentrando mais os açúcares.

A caramelização e a inversão da sacarose são importantes reações decorrentes da cocção e a taxa de inversão depende da temperatura, do tempo de aquecimento e do pH da solução (meio). Na elaboração de geléias é desejável a presença de açúcares redutores, pois eles conferem um aspecto mais brilhante às geléias, evitando e, em alguns casos, retardando a cristalização da sacarose, impedindo a exsudação e por fim, reduzindo o grau de doçura das mesmas (JACKIX, 1988).

Foi verificado que o teor da fibra bruta (Tabela 18) foi de 0,33% para a polpa e o mesmo aumentou cerca de 0,04 a 0,08% nas geléias, possivelmente decorrente da diminuição da umidade pelo processo de cocção das geléias, entretanto não observou-se diferença significativa entre as amostras ao nível de 5% de significância (Tabela 18). A fibra contida nos frutos e vegetais desempenha importante papel na saúde, influenciando na digestão, absorção e metabolismo, diminuindo o tempo de trânsito intestinal dos alimentos, aumentando a velocidade de absorção intestinal da glicose, bem como a diminuição dos níveis de colesterol sanguíneo fazendo desta forma um grande regulador intestinal (SANTOS, 2009).

O valor energético da polpa de cajá-umbu foi de 41,55 kcal/100g, bem menor que o de siriguela, que foi de 104 kcal/100g, relatado por Lima (2009) e próximo ao valor relatado por Licodiedoff (2008) para o abacaxi, que foi de 48 kcal/100g. As geléias apresentaram considerável aumento do valor energético em relação à polpa devido à adição de sacarose na formulação e à evaporação da água. Entre elas, a geléia I foi a que continha o maior valor energético, de 247,72 kcal/100g, em detrimento das geléias II e III, que possuíram valores energéticos de 246,23 kcal/100g e de 244,21 kcal/100g, respectivamente, valores próximos aos reportados por Zambiasi (2006) para geléias de morango, que foi de 275,28 kcal/100g e aos de Licodiedoff (2008) para geléia de abacaxi, que apresentou um valor energético de 254 kcal/100g.

De um modo geral, este trabalho indicou a possibilidade e o potencial da utilização da polpa de cajá-umbu no desenvolvimento de produtos como geléias, pois esse produto apresentou níveis equivalentes de proteínas e minerais semelhantes à polpa, além de proporcionar ganho no seu valor energético. É importante mencionar que divergências na composição centesimal entre produtos oriundos de um mesmo tipo de fruto podem decorrer das diferenças existentes entre as variedades genéticas, maturação da fruta, região de plantio, época de colheita, práticas agrícolas, fatores climáticos, método de análise, entre outros (SANTANA, 2005).

Além da importância da caracterização centesimal, o conhecimento dos teores de compostos fitoquímicos, que exibem propriedades antioxidantes também é de extrema relevância quando se pensa em obter um alimento cada vez mais saudável, nutritivo e com propriedades funcionais. Os principais fitoquímicos presentes na polpa e nas geléias de cajá-umbu estão mostrados na Tabela 19.

Tabela 19. Fitoquímicos da polpa e das geléias de cajá-umbu

Características	Polpa	Geléia I	Geléia II	Geléia III
Compostos Fenólicos Totais (mg/100g)	35,73 ^c ±0,90	129,64 ^b ±1,33	95,63 ^a ±3,36	78,95 ^d ±0,44
Carotenóides Totais (µg/g)	4,22 ^a ±0,55	10,17 ^b ±1,18	11,71 ^b ±1,77	12,46 ^b ±2,44
Ácido L-ascórbico (mg/100g)	14,21 ^a ±0,44	14,29 ^a ±1,94	11,10 ^b ±0,47	11,97 ^b ±1,57

*EAG=Equivalente em ácido gálico;

Obs: As médias seguidas da mesma letra, na mesma linha, não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de significância.

O teor de compostos fenólicos totais encontrado para a polpa de cajá-umbu foi de 35,7mg/100g (Tabela 19), valor abaixo dos reportados por Moreira (2011) que encontrou uma variação de 110,61 a 188,86 mgEAG/100g na polpa de 4 genótipos de cajá-umbu. Essa diferença pode estar relacionada com a variedade e maturação do fruto ou pelas condições de armazenamento da polpa de cajá-umbu adquirida no comércio para complemento da matéria-prima deste trabalho, que podem ter favorecido a degradação desses compostos.

Os resultados do presente estudo foram próximos aqueles verificados para o fruto de umbu (MELO; ANDRADE, 2010), os quais variaram de 32,70 a 38,03

mg.100g⁻¹ de compostos fenólicos totais para frutos maduros e semi-maduros, respectivamente. No entanto, Rufino *et al.* (2010) encontraram 72 mg.100g⁻¹ e 90,4 mg.100g⁻¹ de compostos fenólicos totais em cajá e umbu, respectivamente.

Com relação às geléias obtidas, todas diferiram estatisticamente entre si ($p \leq 0,05$) quanto ao teor de compostos fenólicos totais e apresentaram aumento considerável desses compostos se comparado à polpa (Tabela 19), o que pode ter ocorrido devido à concentração destas substâncias com a evaporação da água durante o cozimento da polpa, não sendo afetado pela alta temperatura do processo a que foi exposto. A geléia I foi a que apresentou maior teor de compostos fenólicos totais, com concentração de 129,64 mgEAG/100g, seguida das geléias II e III, com teores de 95,63 mgEAG/100g e de 78,95 mgEAG/100g), respectivamente (Tabela 19), o que pode ser explicado pela menor umidade da primeira em relação às outras.

Durante os 10 dias primeiros de armazenamento, verificou-se uma considerável diminuição do teor de compostos fenólicos totais nos três tipos de geléias (Figura 25). A geléia I reduziu seu teor para 72,17 mgEAG/100g; a geléia II para 54,843 mgEAG/100g e a geléia III para 43,79 mgEAG/100g, permanecendo quase constante durante o restante do armazenamento até 30 dias, quando atingiram 69,77 mgEAG/100g; 51,390 mgEAG/100g e 39,02 mgEAG/100g) respectivamente (Figura 25).

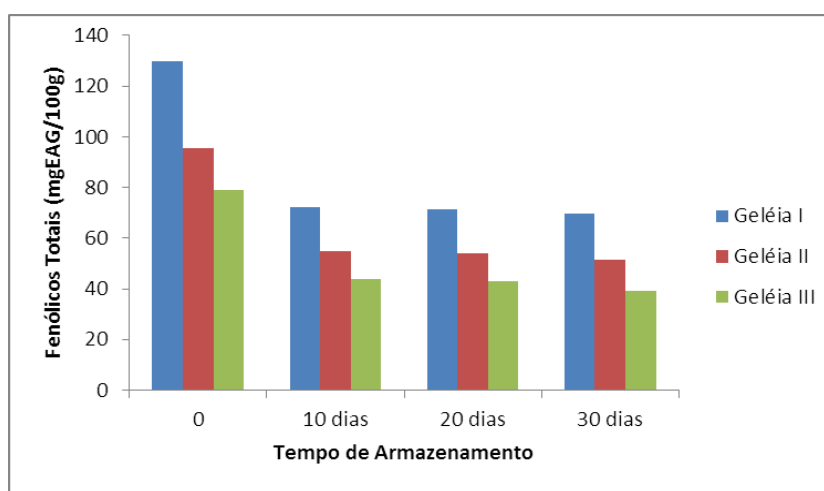


Figura 25. Variação do teor de compostos fenólicos totais (mg equivalente de ácido gálico) durante o armazenamento das geléias.

O teor de carotenóides totais também foi maior nas geléias obtidas (I-10,17 µg/g; II-11,71 µg/g; III-12,46 µg/g), porém não diferiram entre si, do que na polpa de cajá-umbu que obteve 4,22 µg/g de carotenóides, valor este menor que os apresentados por Moreira (2011), que variaram de 6,66 a 11,44 µg/g. Entretanto, o umbu obteve um teor de carotenóides menor em relação ao cajá-umbu, que foi de 3,02 µg/g para o fruto maduro e de 1,70 µg/g para o fruto semi-maduro (MELO; ANDRADE, 2010).

A vitamina C foi caracterizada com base na quantificação do ácido L-ascórbico, encontrando-se uma média de 14,21 mg/100g para a polpa de cajá-umbu, muito acima de 8 mg/100g relatado por Santos *et al.* (2011), e estando dentro dos intervalos relatados por Carvalho *et al.* (2008) que foi de 3,8 a 16,4 mg/100ml e por Fonseca *et al.* (2002) que foi de 7,33 a 12,67 mg/100ml.

A geléia I não diferiu estatisticamente da polpa ($p \leq 0,05$), ao contrário das geléias II e III, o que mostra que o maior tempo de cocção da geléia I não foi prejudicial para a degradação dessa vitamina, tornando este produto em uma fonte de vitamina C. Ferreira (2010) ao estudar geléias de diferentes acessos de cajá-umbu, também encontrou teor significativo de vitamina C, variando de 8,61 a 9,73 mg de ácido ascórbico/100g. No entanto, a vitamina C não foi estável durante o período de armazenamento das geléias, sendo degradada com 10 dias de armazenamento. Assis *et al.* (2007) também observaram declínio de 32,53% durante o período de armazenagem de geléia de caju e relacionaram a degradação do ácido ascórbico devido à exposição a moderadas temperaturas ou a presença de aminoácidos, que reagirão em condições aeróbias e anaeróbias para produzir pigmentos escuros. Essa degradação ocorrida na geléia de cajá-umbu torna necessária a adição de um conservante para sua preservação.

4.3. Análise Microbiológica

Os resultados das análises microbiológicas da polpa e dos produtos obtidos estão apresentados na Tabela 20.

Tabela 20. Análises microbiológicas da/; polpa de cajá-umbu e das geléias de cajá-umbu durante 30 dias de armazenamento

Produto	Bolores e leveduras (UFC/g) ¹	<i>Coliformes</i> Totais (NMP/g) ²	<i>Coliformes</i> Termotolerantes (NMP/g)
Polpa	130	75	3,6
Tempo 0			
Geléia I	10*	< 03	< 03
Geléia II	10*	< 03	< 03
Geléia III	55	< 03	< 03
Tempo 15			
Geléia I	15	< 03	< 03
Geléia II	21	< 03	< 03
Geléia III	58	< 03	< 03
Tempo 30			
Geléia I	16	< 03	< 03
Geléia II	23	< 03	< 03
Geléia III	61	< 03	< 03

*Valor estimado, por estar abaixo do mínimo aceitável de unidades formadoras de colônias por placa (25UFC)

¹- UFC g⁻¹ = unidades formadoras de colônias por grama de amostra.

²- NMP g⁻¹ = número mais provável por grama de amostra.

Em relação aos microrganismos do grupo *coliformes* termotolerantes, tanto as amostras de geléias de cajá-umbu, quanto a polpa congelada, ficaram dentro dos padrões bacteriológicos para consumo, cujos valores de contagem padrão foram inferiores a 3 NMP/g e de 3,6 NMP/g, respectivamente (Tabela 20).

A legislação brasileira estabelece para polpa de frutas congeladas o limite máximo de 10² NMP/g para *coliformes* termotolerantes e para a geléia estabelece como 10⁴ UFC/g, o limite máximo para bolores e leveduras (BRASIL, 2008).

Resultados semelhantes foram relatados por Licodiedoff (2008) que notou baixos valores (< 3 NMP/g) para *coliformes* a 45°C e um máximo de 128 UFC/g de bolores e leveduras em geléia de abacaxi, e Damiani *et al.* (por 2008) que encontraram ausência de *coliformes* termotolerantes e 200 UFC/g de bolores e leveduras em geléia de manga.

A conservação de alimentos pela adição de açúcar ocorre pela redução da disponibilidade de água (atividade de água) para o crescimento microbiano deteriorante, em função do aumento da pressão osmótica no interior do produto criando uma condição desfavorável para o crescimento da maioria dos microrganismos, o que preserva o alimento agindo indiretamente sobre os microrganismos contaminantes. É o que se pode observar com a diminuição da contaminação dos produtos obtidos em

relação à matéria-prima e com a continuidade dessa sanidade durante o armazenamento dos mesmos.

Assim, as características intrínsecas da geléia de cajá-umbu, tais como: pH ácido (pH= ± 2,4), °Brix elevado (°Brix= ± 63) e baixa atividade de água (aw= ± 0,83), bem como as boas práticas de higiene e sanificação foram satisfatórias durante a manipulação e elaboração dos produtos contribuindo para a segurança microbiológica dos mesmos, limitando o crescimento microbiano, ressaltando que não houve a adição de qualquer conservante.

4.4. Análise Sensorial

Na Tabela 21, encontram-se demonstradas as médias dos valores atribuídos pelos provadores aos atributos sensoriais avaliados: cor, consistência, aparência geral, aroma, doçura, firmeza, acidez, modo geral e intenção de compra, para cada uma das geléias obtidas.

Tabela 21. Valores médios¹ de diversos atributos sensoriais avaliados nas geléias de cajá-umbu (n= 100 consumidores)

Atributo	Formulação I (60% Polpa)	Formulação II (50% Polpa)	Formulação III (40% Polpa)
Cor ²	-0,90 ^a	0,64 ^b	1,23 ^c
Consistência ³	0,19 ^a	-0,27 ^b	-2,07 ^c
Aparência Geral ⁴	6,50 ^a	6,87 ^a	5,33 ^b
Aroma ⁵	5,79 ^a	6,35 ^a	6,37 ^a
Doçura ⁶	-0,46 ^a	0,57 ^b	0,95 ^b
Firmeza ⁷	0,08 ^a	-0,36 ^b	-2,16 ^c
Acidez ⁸	0,92 ^a	0,30 ^b	-0,06 ^c
Modo Geral ⁹	6,16 ^{a,b}	6,78 ^a	5,70 ^b
Intenção de Compra ¹⁰	5,48 ^a	5,98 ^a	4,59 ^b

Formulações: I-60% polpa/40% açúcar; II-50% polpa/50% açúcar; III-40% polpa/60% açúcar.

¹Em uma mesma linha, médias com letras em comum não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

² -3=muito + escura que o ideal; 0=ideal; +3=muito + clara que o ideal; ³ -3=muito - firme que o ideal; 0=ideal; +3=muito + firme que o ideal; ^{4,5,9} 1=destestei; 5=não gostei nem desgostei; 9=adorei; ⁶ -3=muito - doce que o ideal; 0=ideal; +3=muito + doce que o ideal; ⁷ -3=muito - firme que o ideal; 0=ideal; +3=muito + firme que o ideal; ⁸ -3=muito - ácido que o ideal; 0=ideal; +3=muito + ácido que o ideal; ¹⁰ 1=certamente não compraria; 5=talvez comprasse/talvez não comprasse; 9=certamente compraria.

Na Tabela 21 é possível verificar que todas as amostras diferiram entre si (p≤0,05) com relação aos atributos à exceção do aroma. Diferenças mais marcantes

entre as amostras foram verificadas para os atributos cor, consistência, firmeza e acidez. Pela Tabela 21 e Figura 26 é possível observar que a geléia formulada com apenas 40% de polpa apresentou consistência e firmeza muito abaixo do ideal. Essas ocorrências estão relacionadas ao baixo tempo de cocção a que esta formulação foi submetida para que atingisse 63° Brix, o que não permitiu a adequada geleificação do produto. O reduzido tempo de cocção pode também explicar o fato desta formulação ter apresentado cor mais clara que o ideal na opinião dos consumidores (Tabela 21 e Figura 26), dado que menor tempo de cozimento reduz a intensidade das reações de Maillard e de caramelização, que originam compostos escuros responsáveis pelo escurecimento de alimentos processados termicamente (FENNEMA, 2010).

Por sua vez, a doçura desta formulação mostrou estar acima do ideal (Tabela 21 e Figura 28), o que pode ser atribuído ao alto teor de açúcar utilizado na elaboração do produto. Juntas, essas condições geraram uma geléia cujas médias de aceitação da aparência e de aceitação global situaram-se próximas aos termos “nem gostei nem desgostei” e “gostei ligeiramente”, respectivamente, obtendo intenção de compra média junto aos consumidores correspondente ao termo “talvez comprasse/talvez não comprasse” (Tabela 21 e Figura 29). Esta amostra foi significativamente menos aceita que as demais na maioria dos atributos avaliados.

Evidentemente a consistência e a cor da formulação III (40% de polpa) poderiam ter sido melhoradas se um maior tempo de cozimento tivesse sido aplicado à mesma. Entretanto esse procedimento teria reduzido ainda mais a satisfação dos consumidores com relação à doçura desta geléia, uma vez que um maior cozimento teria concentrado ainda mais o teor de açúcar no produto. Concluiu-se desta forma que para cajá-umbu, a elaboração de geléia tipo comum, a qual é constituída por 40% de polpa e 60% de açúcar segundo classificação da Anvisa, gera um produto de baixa qualidade sensorial e menor competitividade junto ao mercado consumidor. O mesmo foi verificado por Folegatti *et al.* (2003) para geléia de umbu, em que os tratamentos com proporção polpa:açúcar 40:60 foram significativamente ($p \leq 0,05$) menos aceitos quanto aos atributos aparência, cor e textura.

Ao avaliarem a formulação I, elaborada com 60% de polpa, os consumidores julgaram que a geléia encontrava-se ligeiramente mais escura que o ideal, possuía uma doçura ligeiramente abaixo do ideal e uma acidez ligeiramente acima do ideal. O aroma

desta geléia foi significativamente ($p \leq 0,05$) menos aceito pelos consumidores, comparativamente às demais geléias (Tabela 21), possivelmente porque esta geléia foi a que sofreu maior tempo de cozimento, o que leva a perda dos compostos voláteis associados ao aroma e sabor característicos da fruta, bem como a formação de compostos voláteis através de reações de Maillard, caramelização, etc. Entre esses voláteis encontram-se alguns que dão notas de aroma e sabor cozido ao produto, como naftaleno que possui aroma descrito como cozido (ARCTANDER, 1969), benzothiazole, dihidrotiofenona, etc. Ainda assim a formulação I obteve maior intenção de compra junto aos consumidores ($p \leq 0,05$) que a formulação III (40% de polpa) (Tabela 21 e Figura 29).

Finalmente pode-se verificar na Tabela 21 que a formulação II elaborada com 50% de polpa obteve melhor aceitação e intenção de compra que as demais amostras, diferindo significativamente ($p \leq 0,05$) da formulação III (40% de polpa) nesses dois atributos, porém não diferindo da formulação I (60% de polpa). Esses resultados estão em concordância com aqueles observados pela metodologia da superfície de resposta que indicaram 50% de polpa como o nível ótimo a ser utilizado na elaboração de geléia de cajá-umbu.

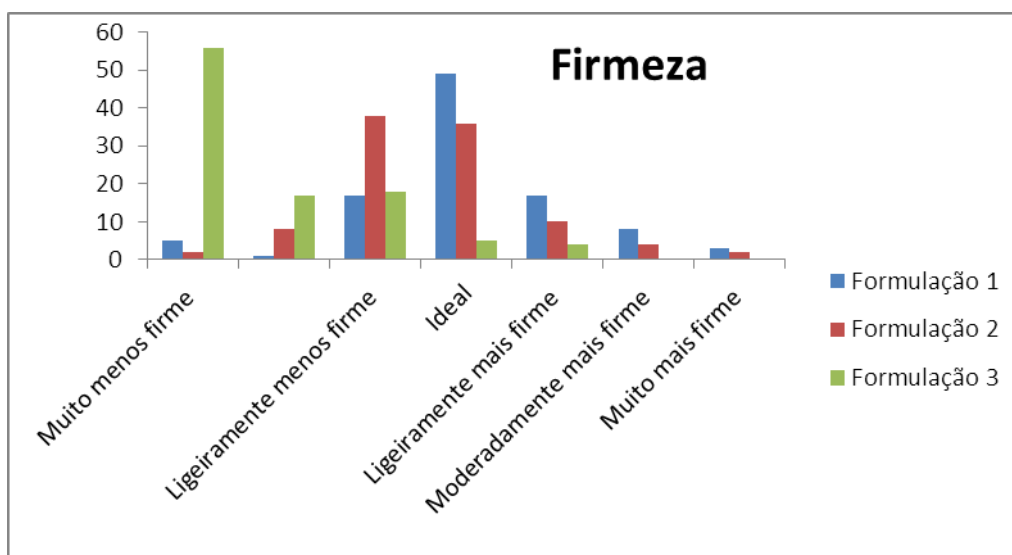


Figura 26. Variação da firmeza das geléias de acordo com a escala do ideal.

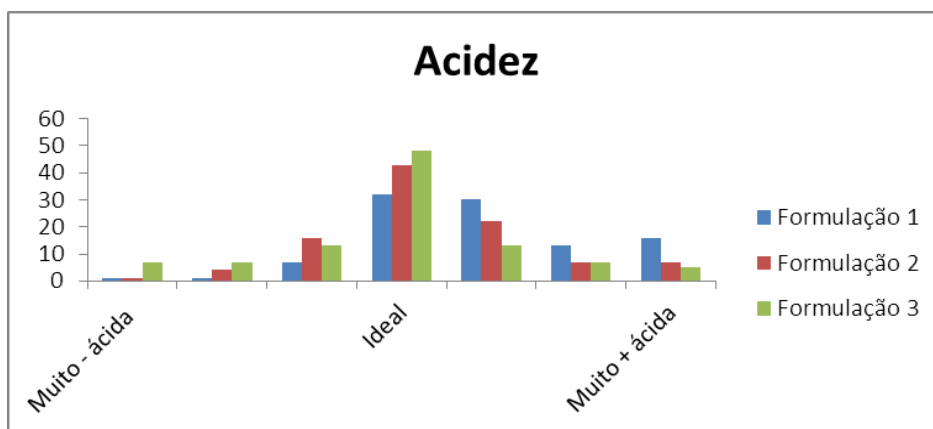


Figura 27. Variação da acidez das geléias de acordo com a escala do ideal.

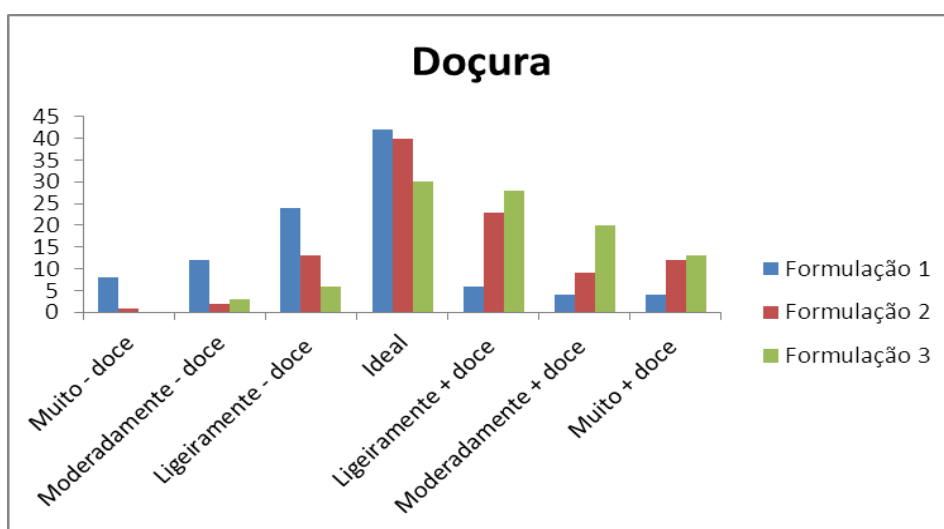


Figura 28. Variação da doçura das geléias de acordo com a escala do ideal.

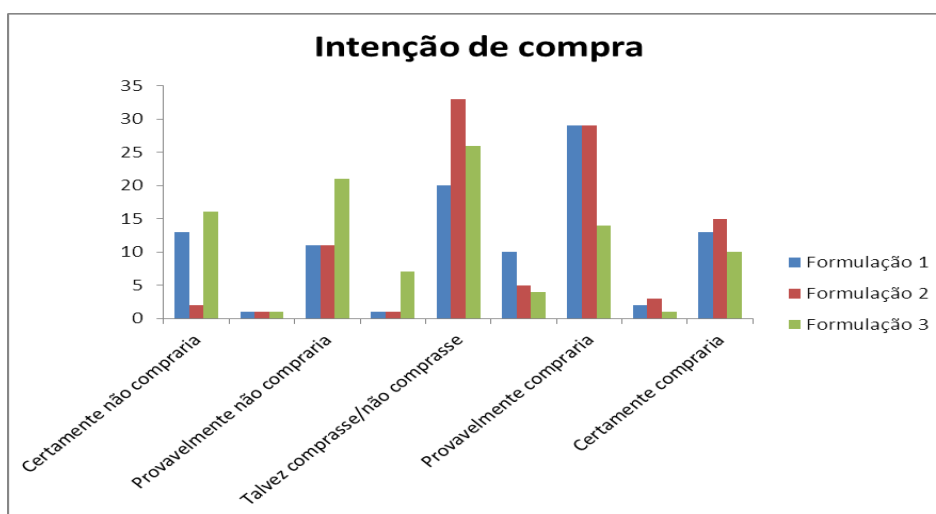


Figura 29. Intenção de compra das geléias pelos consumidores (n=100).

Nas tabelas 22, 23 e 24 está mostrada a influência do tempo de armazenamento nas características sensoriais das geléias com 10, 20 e 30 dias após o processamento. Como pode ser observado, nenhuma das três formulações demonstrou alteração nos níveis de aceitação da aparência, aroma e de um modo geral, bem como na intenção de compra junto aos consumidores.

Tabela 22. Efeito do tempo de armazenamento nos atributos sensoriais da geléia I, formulação com 60% de polpa.

Atributo	Tempo (Dias)			
	0	10	20	30
Aparência Geral	6,50 ^a	6,23 ^a	6,20 ^a	6,30 ^a
Aroma	5,79 ^a	5,87 ^a	6,07 ^a	6,30 ^a
Modo Geral	6,16 ^a	5,90 ^a	6,07 ^a	6,03 ^a
Intenção de Compra	5,48 ^a	5,77 ^a	5,87 ^a	5,50 ^a

*Em uma mesma linha, médias com letras em comum não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 23. Efeito do tempo de armazenamento nos atributos sensoriais da geléia II, formulação com 50% de polpa

Atributo	Tempo (Dias)			
	0	10	20	30
Aparência Geral	6,87 ^a	7,37 ^a	7,40 ^a	7,43 ^a
Aroma	6,35 ^a	7,10 ^a	6,70 ^a	7,03 ^a
Modo Geral	6,78 ^a	7,10 ^a	7,13 ^a	7,23 ^a
Intenção de Compra	5,98 ^a	6,87 ^a	6,90 ^a	6,93 ^a

* Em uma mesma linha, médias com letras em comum não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 24. Efeito do tempo de armazenamento nos atributos sensoriais da geléia III, formulação com 40% de polpa

Atributo	Tempo (Dias)			
	0	10	20	30
Aparência Geral	5,33 ^a	4,17 ^a	4,43 ^a	4,20 ^a
Aroma	6,37 ^a	5,77 ^a	6,17 ^a	6,10 ^a
Modo Geral	5,70 ^a	4,90 ^a	5,07 ^a	4,80 ^a
Intenção de Compra	4,59 ^a	4,30 ^a	3,93 ^a	3,60 ^a

* Em uma mesma linha, médias com letras em comum não diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Pode-se verificar que os consumidores pouco perceberam alterações nos atributos sensoriais das geléias, não havendo diferença significativa ao nível de 95% de probabilidade entre os atributos com o decorrer do tempo de armazenamento (Tabelas 22, 23 e 24), mostrando a estabilidade dos produtos, concordando com o fato de que geléias tem uma vida de prateleira de 1 a 2 anos, em média. Porém faz-se necessário a continuidade do estudo para verificar a real vida útil das geléias de cajá-umbu, elaboradas neste trabalho.

4.5. Perfil de Compostos Voláteis

Quarenta e seis (46) compostos voláteis foram identificados na polpa de cajá-umbu dos quais 26 eram terpenos, e representaram aproximadamente 61% da área total do cromatograma, sendo que 3 eram ésteres (0,56%), 4 álcoois (1,42%), 3 cetonas (0,58%), 3 furanos (1,43%), 3 hidrocarbonetos (0,53%), 2 piranos (1,06%), 1 pirazina (0,12%) e 1 ácido (26,05%). O nome, classe química, índice de retenção linear e a porcentagem de área relativa com que cada composto encontrava-se presente na polpa de cajá-umbu e nas geléias formuladas com 60, 50 e 40% de polpa, encontram-se especificados na Tabela 25.

Franco e Shibamoto (2000) em seus estudos de identificação de voláteis presentes no headspace de cajá-umbu isolaram apenas 26 compostos voláteis dos quais 13 eram terpenos e representavam 87,5% da área total do cromatograma. Entre os terpenos identificados pelos autores, vários foram também identificados no presente estudo (Tabela 25), tais como, α -pineno, β -pineno, *d*-limoneno, *cis*-ocimeno, 5,5,6-tetrametil-1,3-ciclohexadiene, α -cariofileno, β -cariofileno, α -farneseno e o 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-4a,8-dimetilnaftaleno.

Tabela 25. Compostos voláteis presentes na polpa e nas diversas geléias de cajá-umbu.

Composto	IRL	Polpa	Geléias		
			60% Polpa	50% Polpa	40% Polpa
Álcoois		1,42	5,35	2,81	2,38
4-Penten-1-ol	1299	0,16	0,05	0,30	0,09
3-Metil-2-ciclopentanol	1349	0,10	0,05	0,08	0,02
3-Hexen-1-ol	1379	0,53	0,43	0,46	0,17
2-metilene-6-metil-ciclohexanol	1984	n.d.	0,54	0,74	0,77
Ledol	2032	0,63	4,28	1,23	1,33
Éster		0,56	3,02	1,73	2,94
2-hexenoato de metila	1260	0,09	0,22	0,73	0,20
Octanoato de metila	1384	0,26	0,28	0,21	0,12
2-methyl-ácido propanoico-butyl ester	1840	n.d.	1,27	0,49	1,14
2-pentadecil-1,3-dioxolan-4-il-metil acetate	2254	n.d.	0,93	0,06	1,36
Ácido benzóico, 3-(3-oxociclopentil) alil ester	2468	0,21	0,32	0,24	0,12
Terpenos		61,37	21,10	19,74	10,67
Careno	1111	0,22	0,08	0,37	0,03
β -Pinoeno	1133	0,17	n.d.	n.d.	n.d.
Limoneno	1155	1,58	0,77	0,54	0,84
Terpineno	1198	2,22	0,86	0,74	0,44
α -pinoeno	1212	1,15	0,51	0,43	0,20
cis-ocimeno	1229	0,19	0,24	0,12	0,04
α -copaeno	1402	6,69	n.d.	n.d.	n.d.
Óxido linalol	1430	0,13	0,23	0,37	0,13
Humeleno	1491	0,81	0,22	0,16	0,22
Longifoleno	1527	26,31	n.d.	n.d.	n.d.
β -Cariofileno	1563	1,26	0,92	0,20	0,14
β -elemene	1598	4,12	n.d.	n.d.	n.d.
β -farnesene	1622	0,71	3,56	0,14	n.d.
Naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahydro-4a,8-dimethyl-2-(1-methylethenyl)	1533	1,19	2,62	0,61	0,19
α -cariofileno	1646	1,42	0,20	1,23	2,33
α -Santalol	1678	0,87	1,54	3,85	1,22
Camfenilone	1680	2,33	3,58	1,77	2,44
α -terpineol	1677	1,27	2,48	4,35	1,20
Naftaleno	1702	6,12	0,47	3,33	0,05
α -Farneseno	1707	0,21	0,04	0,38	0,01
α -cubebene	1724	0,49	n.d.	n.d.	n.d.
2-Caren-10-al	1744	0,20	0,38	0,03	0,13
Calameneno	1778	0,18	n.d.	n.d.	n.d.
6-Camfenol	1782	0,50	0,83	0,46	0,56
Mirtenol	1788	0,61	0,86	1,02	0,04

Óxido cariofileno	1883	0,42	0,71	0,39	0,46
Ácidos		26,05	35,00	38,25	42,61
Ácido benzoico	2412	26,05	35,00	38,25	42,61
Cetonas		0,58	0,26	3,03	1,19
3,5,5-trimetil ciclohex-3-en-1-ona	1371	0,11	0,08	0,26	0,01
2-Nonanona	1388	0,10	0,05	0,28	0,03
Etanone, 1-(1,3-dimethyl-3-ciclohexen-1-il)	1561	0,37	0,13	2,49	1,15
Furanos		1,43	5,48	4,38	8,46
2-pentil-furano	1209	1,15	1,58	1,80	0,51
Furfural	1451	0,13	0,80	0,49	1,73
3,6-Dimetil-2,3,3a,4,5,7a-hexahidrobenzofurano	1465	0,15	0,40	0,62	0,11
Hidroximetilfurfural	2488	n.d.	2,70	1,47	6,11
Piranos		1,06	1,08	1,01	0,28
2,2,6-Trimetil-6-viniltetrahidropirano	989	1,01	0,89	0,85	0,25
3,6-Dihidro-4-metil-2-(2-metil-1-propenil)-2H-pirano	1421	0,05	0,19	0,16	0,03
Pirazina		0,12	0,14	0,28	0,09
Metil pirazina	1279	0,12	0,14	0,28	0,09
Hidrocarboneto		0,53	0,51	0,62	0,47
3-decino	1177	0,22	0,20	0,26	0,11
1,2,6,6-tetrametil-1,3-ciclohexadiene	1311	0,12	n.d.	n.d.	n.d.
4,4-dimetil-ciclopenteno	1472	0,19	0,31	0,36	0,36

Narain *et al.* (2007) utilizando a técnica de extração de *purge and trap*, identificaram 70 voláteis em polpa de cajá-umbu madura, dos quais 12 pertenciam a classe dos álcoois representando 20,74% da área total do cromatograma, 13 eram cetonas (3,06%), 8 eram ésteres (6,83%), 8 terpenos (23,14%), 6 aromáticos (4,29%), 5 furanos (10,04%) e 5 aldeídos (28,57%). A maioria dos terpenos identificada pelos autores foram também identificada no presente estudo, quais sejam, careno, α -pineno, *cis*-ocimeno, α -cariofileno, e β -cariofileno.

Finalmente, em seu estudo sobre os compostos voláteis presentes em polpa de cajá-umbu, Galvão *et al.* (2010) identificaram 70 compostos quando a técnica *purge and trap* foi utilizada no isolamento dos voláteis e 152 quando os autores isolaram os mesmos através de Likens-Nickerson. Dos 152 compostos isolados por Likens e Nickerson, 37 eram álcoois e representavam 18,27% da área total do cromatograma, 28 eram ésteres (6,40%), 21 cetonas (17,11%), 15 aromáticos (12,03%), 12 aldeídos

(5,45%), 10 terpenos (10,52%), 8 furanos (4,02%), 6 compostos sulfurosos (9,63%) e 4 pirazinas (2,37%). Por sua vez, dos 70 compostos identificados pelos autores quando a técnica purge and trap foi utilizada no isolamento dos mesmos, 12 pertenciam à classe dos álcoois, representando 20,74% da área total do cromatograma, 13 eram cetonas (3,06%), 8 esterres (6,83%), 8 terpenos (23,14%), 6 aromáticos (4,29%), 5 furanos (10,04%) e 5 aldeídos (28,57%).

A Tabela 25 mostra que no presente estudo os terpenos representavam uma proporção bem maior da área total do cromatograma, comparativamente aquelas encontradas por Franco e Shibamoto (2000), Narain *et al.* (2007) e Galvão *et al.* (2010). Essa ocorrência pode ser atribuída às diferentes técnicas de isolamento utilizadas. De fato, Galvão *et al.* (2010) reportaram que ao estudarem a polpa de cajá-umbu pelas técnicas de Likens-Nickerson e purge and trap, entre os 152 voláteis identificados no isolado obtido pela primeira técnica e os 70 identificados no isolado obtido pela segunda apenas 43 eram comuns aos dois isolados.

No presente estudo (Tabela 25) os terpenos encontrados em maior porcentagem de área relativa na polpa foram: longifoleno (26,31%), α -copaeno (6,69%), naftaleno (6,12%), β -elemeno (4,12%), camfenileno (2,33%), terpineno (2,22%), limoneno (1,58%), α -cariofileno, α -terpineol (1,27%), β -cariofileno (1,26%) e α -pineno (1,15%). De um modo geral, esses resultados são similares aos reportados por Franco e Shibamoto (2000) que citaram o α -cariofileno e o d-limoneno entre os terpenos presentes em maior abundância presente na polpa de cajá-umbu. Da mesma forma, Narain *et al.* (2007) reportaram α -cariofileno e o β -cariofileno entre os terpenos encontrados em maior proporção em polpa de cajá-umbu madura. Finalmente β -cariofileno estava entre os terpenos encontrados em maior proporção por Galvão *et al.* (2010) em polpa de cajá-umbu.

O ácido benzóico compôs a segunda classe de compostos majoritários presentes na polpa de cajá-umbu analisada no presente estudo. Esse composto representa um conservante alimentício incorporado ao produto pelos fabricantes. Por não representar um volátil proveniente da fruta fica difícil a razão da presença deste composto, o qual possa ter papel benéfico para a conservação da geléia.

Excluindo-se o ácido benzóico de análise do presente estudo, a Tabela 25 demonstra que os terpenos foram também a classe química majoritária presente nas

geléias, representando 21,10%, 19,74% e 10,67% da área total dos cromatogramas dos produtos formulados, respectivamente, elaborados com 60, 50 e 40% de polpa de cajá-umbu.

Dos terpenos identificados na polpa (Tabela 25), o longifoleno, o α -copaeno e o β -elemeno não foram encontrados nas geléias, ocorrência que pode ser atribuída tanto à perda por evaporação quanto à degradação térmica durante o cozimento do produto. Por outro lado, os voláteis camfenilona, α -terpineol, terpineno e limoneno continuaram sendo compostos majoritários nas três geléias, juntamente com o α -santalol, óxido de cariofileno, α -pineno, naftaleno e naftaleno, 1,2,3,4,4a,5,6,8a-octahidro-4a,8-dimetil-2-(1-metiletetil).

Por sua vez, compostos associados à reação de Maillard, como aqueles pertencentes à classe dos furanos, (furfural, 2-pentil-furano, 3,6-dimetil-2,3,3a,4,5,7a-hexahidrobenzofurano), piranos (2,2,6-trimetil-6-viniltetrahidropirano) e das pirazinas (metil pirazina) foram encontrados tanto na polpa como nas geléias (Tabela 25). Na polpa, a formação desses compostos se deve ao processo de pasteurização; enquanto nas geléias, ao tratamento térmico adicional.

Conforme pode ser observado, a proporção relativa dos furanos, expressa como porcentagem de área relativa do cromatograma, é menor na polpa (1,43%) comparativamente às geléias formuladas com 60% (5,48%), 50% (4,38%) e 40% de polpa (8,46%). Experimentos realizados com sistemas modelo, utilizando compostos marcados isotopicamente verificaram que furanos podem ser formados a partir da pirólise de açúcares (LOCAS; YAYLAYAN, 2004) assim como em decorrência de tratamento térmico de ácido ascórbico e seus derivados (FENNEMA, 2010; LOCAS; YAYLAYAN, 2004; BECALSKI; SEAMAN, 2005; LIMACHER *et al.*, 2007). Em sistemas modelo aquecidos durante 30 minutos a 118 °C, o ácido isoascórbico mostrou o maior potencial para a formação de furano, seguido pelos ácidos dehidroascórbico e ascórbico, isoascorbato de sódio, palmitato de ascorbila e ascorbato de sódio (BECALSKI; SEAMAN, 2005). Dessa forma, a presença de furanos na polpa e geléias do presente estudo (Tabela 25) pode estar associada também à degradação da vitamina C presente nesses produtos.

Observa-se ainda na Tabela 25 que as três geléias apresentaram porcentagens de área relativa do cromatograma muito similares entre si com relação à classe dos furanos,

piranos e pirazinas. Esses resultados correlacionam-se com àqueles gerados pela equipe sensorial treinada (Tabela 6) que não detectou diferença significativa ($p \leq 0,05$) na intensidade de aroma de caramelo entre as três geléias (I-60% de polpa, IV-50% de polpa e VII-40% de polpa; Tabela 6), nota aromática usualmente atribuída à classe dos furanos.

Com o objetivo de verificar diferenças entre as amostras de geléia, com relação à concentração de cada classe química, elaborou-se a Tabela 26 que quantifica em unidades de área do cromatograma reconstituído pelo espectrômetro de massas, a concentração de terpenos, ésteres, álcoois, furanos, piranos, pirazinas, hidrocarbonetos e cetonas presentes em cada uma das geléias.

Conforme pode ser observado na Tabela 26, de um modo geral, terpenos, ésteres e álcoois, compostos usualmente responsáveis pelos aromas característicos de frutas tropicais, encontravam-se presentes em maior concentração nas geléias formuladas com 60 e 50% de polpa; entretanto essas diferenças não foram significativas a $p \leq 0,05$. A geléia formulada com menos polpa (40%), que sofreu menor tratamento térmico (10min) apresentou menor teor dos voláteis associados à fruta, como terpenos, ésteres e álcoois, comparativamente às geléias formuladas com 50 e 60% de polpa, cujo tratamento térmicos foram de 18 e 24 min, respectivamente.

Tabela 26. Valores médios de unidade de área (u.a.) das classes químicas dos compostos das geléias

Classe	Geléia			p*
	60% Polpa (x10 ⁶)	50% Polpa (x10 ⁶)	40% Polpa (x10 ⁶)	
Terpenos	193,06	130,12	35,29	0,533
Ácidos	329,94	239,05	122,45	0,681
Alcool	334,77	15,71	7,89	0,179
Éster	24,59	11,63	9,60	0,585
Hidrocarboneto	2,81	3,10	1,68	0,630
Pirano	7,01	5,48	1,97	0,203
Furano	55,93	18,47	28,79	0,669
Pirazina	1,11	2,39	0,29	0,589
Cetona	1,45	16,47	4,15	0,129
Total	649,38	442,43	212,13	0,213

*p=nível de 5% de significância.

No entanto, a diferença de porcentagem de área dos compostos encontrados em cada geléia de cajá-umbu, analisada através da cromatografia gasosa de alta resolução acoplada com espectrometria de massa, não causou uma diferença significativa ($p \leq 0,05$) entre as geléias com relação ao aroma, reportada pelos julgadores treinados (Tabela 6). Essa ocorrência pode ser atribuída a diferenças na concentração com que cada volátil é encontrado em cada uma das geléias (Tabela 25) e a diferenças entre o poder odorífero de cada um dos voláteis.

5. CONCLUSÕES

A polpa do cajá-umbu apresentou-se como uma matéria-prima de fácil processamento, de pH baixo, alta acidez, médio teor de sólidos solúveis e de pectina, com características organolépticas atraentes e sabor agradável resultando em uma geléia com características peculiares e apreciadas pelos consumidores.

As geléias obtidas possuíram teores de proteína, cinzas, lipídeos e fibras similares ao da polpa de cajá-umbu, porém o teor de açúcares totais foi superior à polpa, devido à sua adição no processamento e diminuição do teor de umidade, concorrendo para o aumento do valor energético. Com relação aos fitoquímicos, as geléias também apresentaram uma elevação do teor de compostos fenólicos totais, de carotenóides e de vitamina C comparativamente à polpa.

Durante o armazenamento observou-se uma diminuição no teor de sólidos solúveis totais, do pH, e conseqüentemente um aumento da acidez total titulável. Observou-se ainda a instabilidade dos açúcares não-redutores durante o armazenamento, as quais possivelmente sofreram hidrólise no decorrer dos 30 dias de estocagem. A análise colorimétrica indicou que ocorreu um escurecimento das geléias durante o armazenamento e com relação aos fitoquímicos houve uma maior diminuição nos 10 primeiros dias nos teores de compostos fenólicos totais permanecendo quase constante durante o restante do armazenamento, enquanto que a vitamina C foi degradada após 10 dias de armazenamento.

Os resultados das análises químicas e físico-químicas mostraram uma instabilidade das geléias durante os 30 dias de armazenamento; porém os produtos apresentaram boa estabilidade microbiológica durante a estocagem, indicando que o

processamento empregado foi efetivo na obtenção de um produto seguro e capaz de prevenir sua deterioração.

As análises sensoriais tanto por técnicas descritivas utilizando provadores treinados, tanto por técnicas afetivas, utilizando provadores consumidores de geléias, demonstraram que geléia produzida com 50% de polpa da fruta de cajá-umbu, 50 % de açúcar e 0,2% de pectina possuiu melhor qualidade sensorial, sendo a mais aceita pelos consumidores, a qual foi formulada com os parâmetros otimizados de polpa e pectina, determinados pelas superfícies de respostas.

Terpenos, que normalmente são associados ao aroma e sabor de frutos tropicais, foi a classe de compostos majoritários encontrados tanto na polpa quanto na geléia de cajá-umbu, notadamente naquelas produzidas com 60 e 50% de polpa de fruta.

Pelo exposto, o aproveitamento do cajá-umbu na forma de geléia mostrou-se viável, tendo os produtos desenvolvidos apresentado características favoráveis para o consumo, representando uma opção a mais para o aproveitamento e comercialização ao da fruta, de impacto significativo ao produtor e à fruticultura brasileira.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDILLE, M. D.; SINGH, R. P.; Jayaprakasha, G. K.; Jena, B. S.; **Food Chemistry**. 2005, 90, 891.

ACREE, T.E.; TERANISHI, R. **Flavor Science: sensible principles and techniques**. Washington: ACS Professional Reference Book.. p. 351, 1993.

AGOSTINI-COSTA, T. S., ABREU, L. N., ROSSETTI, A. G. Efeito do Congelamento e do Tempo de Estocagem da Polpa de Acerola Sobre o Teor de Carotenóides. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal* - SP, v. 25, n. 1, p. 56-58, Abril 2003.

ALMEIDA, M.M.B.; TAVARES, L.C.; BEZERRA, F.S.; SOUSA, P.H.M.; ARRIAGA, A.M.C.; LEMOS, T.L.G. Estudo da composição química e atividade antioxidante dos frutos da *Manikara zapota* (sapota) e *Spondias aff. tuberosa* (cajá-umbu). **In:** Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química, 29, 2006. Águas de Lindóia. Anais. Águas de Lindóia: SBQ, 2006.

AMERICAN PUBLIC HEALTH ASSOCIATION - APHA. **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**. Washington. DC. 2001. 676p.

ANDRADE, E. H. A., ZOGHBI, M. G. B., MAIA, J. G. S., FABRICIUS, H., MARX, F. Chemical characterization of the fruit of *Annona squamosa* L. Occurring in the Amazon. **Journal of Food Composition and Analysis**. 14, 227-232, 2001.

ANDRÉS, A. I.; CAVA, R.; RUIZ, J. Monitoring volatile compounds during dry-cured ham ripening by solid-phase microextraction coupled to a new direct-extraction device. **J. Chromatogr. A**, 963: 83-88, 2002.

AOAC – Association of Official Analytical Chemistry. **Official methods of analysis of the Association of Official analytical chemistry**. 16 ed. Arlington: Washington, 1997.

ARCTANDER, S. Perfume and flavor chemicals (Aroma Chemicals). Montclair: AOAC, 1975.

ARTHUR, C. L.; PAWLISZYN, J. Solid-phase microextraction with thermal desorption using fused silica optical fibers. **Analytical Chemistry**, Washington, DC, v. 62, p. 2145 – 2148, 1990.

ASSIS, M. M. M.; MAIA, G. A.; FIGUEIREDO, E. A. T.; FIGUEIREDO, R. W.; Monteiro, J. C. S.; Processamento e Estabilidade de Geléia de Caju; **Revista Ciência Agrônômica**, v.38, n.1, p.46-51, 2007.

AUGUSTO, F.; VALENTE, A. L. P.; TADA, E. S.; RIVELLINO, S. R. Screening of Brazilian fruit aromas using solid-phase microextraction–gas chromatography–mass spectrometry. **Journal of Chromatography**, 873: 117–127, 2000.

AUGUSTO, Fábio. **Cromatografia a Gás: Curso em Diapositivos**. Chemkeys - Liberdade para aprender. Universidade Estadual de Campinas, Instituto de Química, 2000.

BARCIA, M.T.; MEDINA, A.L.; ZAMBIAZI, R.C. CARACTERÍSTICAS FÍSICO-QUÍMICAS E SENSORIAIS DE GELEIAS DE JAMBOLÃO. **B.CEPPA**, Curitiba, v. 28, n. 1, p. 25-36, jan./jun. 2010.

BECALSKI, A.; SEAMAN, S. Furan precursors in food: a model study and development of a simple headspace method for determination of furan. **Journal of AOAC International**, Gaithersburg, v. 88, n. 1, p. 102-106, 2005.

BICCHI, C.; IORI, C.; RUBIOLO, P.; SANDRA, P. Headspace sorptive extraction (HSSE), stir bar sorptive extraction (SBSE), and solid phase microextraction (SPME) applied to the analysis of roasted Arabica coffee and coffee brew. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v.50, n.3, p.449-59, 2002.

BISPO, E. da S. Estudo de produtos industrializáveis do umbu (*Spondias tuberosa*, Arr. Câmara). 1989. 119 f. **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 1989.

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química de alimentos**. São Paulo: Varela. 2003, 223 p.

BOSCO, J.; SOARES, K.T.; AGUIAR FILHO, S.P.; BARROS, R.V. **A cultura da cajazeira**. João Pessoa: EMEPA, 2000. 29 p. (Documentos, 28).

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução CTA** no 05, de 1979. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 08 out. 1979. Seção 1, p. 1-2.

BRASIL, Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução de Diretoria Colegiada - RDC no 272, de 22 de Setembro de 2005. **Regulamento Técnico para Produtos de Vegetais, Produtos de Frutas e Cogumelos Comestíveis**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 22 set. 2005.

BRASIL, Ministério da Saúde. Resolução de Diretoria Colegiada n. 12, de 24 de Julho de 1978. **Normas Técnicas Relativas a Alimentos e Bebidas**. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 24 dez. 1978. Seção 1, p. 1-75.

BRASIL. MINISTÉRIO DA SAÚDE. AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Resolução RDC**, n. 12, de 2 jan. 2001. Dispõe sobre os princípios gerais para o estabelecimento de critérios e padrões microbiológicos para alimentos. Disponível em: <<http://www.vigilanciasanitaria.gov.br/anvisa.html>>. Acesso em: 14 de novembro de 2008.

BRUNINI, M. A.; DURIGAN, J. F.; De OLIVEIRA, A. L. Avaliação das alterações em polpa de manga “Tommy-Atkins” congeladas. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 3, p. 651-653, 2002.

CANUTO, K. M., SOUZA NETO, M. A., GARRUTI, D. S. Composição Química Volátil, em Diferentes Estádios de Maturação, de Manga ‘Tommy Atkins’ Produzida no Vale do São Francisco. **Quim. Nova**, Vol. 32, No. 9, 2377-2381, 2009.

CARDELLO, H. M. A. B.; CARDELLO, L. Teor de vitamina C, atividade de ascorbato oxidase e perfil sensorial de manga (*Mangífera índica* L.) var. haden, durante o amadurecimento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.18, n. 2, p. 211-217, 1998.

CARDOSO, Ricardo Luis. ESTABILIDADE DA COR DE GELÉIA DE JAMBO (*E.u..geniamalaccensis*, L.) SEM CASCA ARMAZENADA AOS 25 °C E 35 °C NA PRESENÇA E AUSÊNCIA DE LUZ. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 32, n. 5, p. 1563-1567, set./out., 2008.

CARDOSO, Ricardo Luís. Estabilidade de geléia de jambo-vermelho (*Eugenia malaccensis*, Lin) em copo de vidro. 1994. p.31. **Tese** (Doutorado em Tecnologia de alimentos)-Faculdade de Engenharia de Alimentos, Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.

CARVALHO, P.C.L. Variabilidade Morfológica, Avaliação Agronômica, Filogenia e Citogenética em Spondias (*Anacardiaceae*) no Nordeste do Brasil. 2006. 155 f. **Tese** (Doutorado) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana, 2005.

CARVALHO, P.C.L.; RITZINGER, R; SOARES FILHO, W. dos S; LEDO, C.A.S. Características Morfológicas, Físicas e Químicas de Frutos de Populações de Umbu-Cajazeira no Estado da Bahia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, **Jaboticabal** – Sp v. 30, n 1, p .000-000, marco de 2008.

CECCHI, H.M. Fundamentos teóricos e práticos em análise de alimentos. Campinas, SP: Editora da Unicamp, 2003. 207p.

CHEONG, K. W. et al. Equilibrium headspace analysis of volatile flavor compounds extracted from soursop (*Annona muricata*) using solid-phase microextraction. **Food Research International** (2010), doi:10.1016/j.foodres.2010.03.001.

CHISTÉ, R. C., FARIA, L. J. G., LOPES, A. S., MATTIETTO, R. A., Características físicas e físico-química da casca de mangostão em três períodos da safra. **Rev. Bras. Frutic.**, Jaboticabal - SP, v. 31, n. 2, p. 416-422, Junho 2009.

CHITARRA, M.I.F.; CHITARRA, A.B. Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio. **Lavras**: UFLA-FAEPE, 2005. 785p.

COAN, P.G. **QUALIDADE E INDUSTRIALIZAÇÃO DA MAÇÃ**. Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, Florianópolis, 2006.

COLLINS, P.; PLUMBLY, J. Natural colors – stable future. **European Food Research and Technology**, v. 49, n. 2, p. 64-70, 1995.

CRUESS, W.V; **Produtos industriais de frutas e hortaliças**. Volume II. São Paulo: Edgard Blücher,1973. 854 p.

DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Rev. Agro. Tecnol. Alim.**, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.

DAMIANI, C.; VILAS BOAS, E. V. B.; SOARES JUNIOR, M. S, CALIARI, M.; DE PAULA M. L.; ASQUIERI, E. R.; Avaliação Química de Geléias de Manga Formuladas com Diferentes Níveis de Cascas em Substituição à Polpa. **Ciênc. agrotec.**, Lavras, v. 33, n. 1, p. 177-184, jan./fev., 2009.

DAMIANI, CLARISSA. Caracterização e agregação de valor aos frutos do cerrado: araçá (*Psidium guinnensis* Sw.) e marolo (*Annona crassiflora* Mart.). **Tese** (Doutorado em Ciência dos Alimentos), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2009.

DASTMALCHI, K.; DORMAN, H.; KOSAR, M.; HILTUNEN, R.; **LWT** 2007, 40, 239.

DATABASE LRI & Odour. Disponível em: <<http://www.odour.org.uk>>. Acesso em: 25 de abril de 2011.

DATABASE massbank. Disponível em: <http://www.massbank.jp/en/database.html>. Acesso em: 25 de abril de 2011.

DICKINSON, E. Hydrocolloids at interfaces and the influence on the properties of dispersed systems. **Food Hydrocolloids**. UK, v. 17, p. 25-39, November, 2003.

DIMITRIOS, B.; **Trends Food Sci. Technol.** 2006, 17, 505.

DIRINCK, P.; VAN OPSTAELE, F.; VANDENDRIESSCHE, F. Flavour differences between northern and southern European cured hams. **Food Chem.**, 59: 511-521, 1997.

FAO – Food and Agriculture Organization. Disponível em: <http://www.fao.org/docrep/009/a0691e/A0691E05.htm>, acesso em 25 de maio de 2011.

FELLOWS, P.J. **Tecnologia do processamento de alimentos**. Princípios e prática. 2.ed. São Paulo: Artmed, 2006.

FENNEMA, O.R.; PARKIN, K.L.; DAMODARAN, S. **Química de Alimentos de Fennema**. 4.ed. São Paulo: Artmed, 2010.

FERNANDES, P. M. de G. C. Armazenamento ambiente e refrigerado de melão, híbrido orange flesh, submetido à aplicação pós-colheita de cloreto de cálcio. 1996. 68p. **Dissertação** (Mestrado em Fitotecnia), Lavras.

FERREIRA, G. F.; Avaliação tecnológica de quatro acessos de umbu-cajá (*Spondias* spp.) do Semiárido da Bahia - Cruz das Almas, BA, 2010. **Dissertação** (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia.

FOLEGATTI, M.I.S.; MATSUURA, F. C. A. U.; CARDOSO, R.L.; MACHADO, S.S.; ROCHA, A.S.; LIMA, R.R. Aproveitamento industrial do umbu: processamento de

geléia e compota. **Ciência Agrotécnica**, Lavras. V.27, n.6, p.1308-1314, nov./dez., 2003.

FRANCO, M. R. B. Isolamento e cromatografia gasosa dos voláteis de graviola e mamão. 1980.122f. **Dissertação**: (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 1980.

FRANCO, M. R. B.; JANZANTTI, N. S. **Avanços na metodologia instrumental da pesquisa do sabor**. In: Aroma e sabor de alimentos: temas atuais. FRANCO, M. R. B. (Ed.) São Paulo – Brasil / Livraria Varela, 17-27, 2004.

FRANCO, M.R.B.; SHIBAMOTO, T. Volatile composition of some brazilian fruits: umbu-caja (*Spondias citherea*), camu-camu (*Myrciaria dubia*), arapê-boi (*Eugenia stipitata*) and cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v.48, p.1263-1265, 2000.

FURTUOSO, M.C.O., GUILHOTO, J.J.M. "Estimativa e Mensuração do Produto Interno Bruto do Agronegócio da Economia Brasileira, 1994 a 2000". **Rev. Econ. Sociol. Rural**, v.41, n.4, p. 803-827, 2003.

GALVÃO, M. de SOUSA; NARAIN, N.; MADRUGA, M. Suely. Volatile Compounds in Caja-Umbu (*Spondias* sp.) Fruits. **ACTA HORT**. 2010.

GALVÃO, M.S. Estudo sobre a pós-colheita de umbu (*Spondias tuberosa*) e umbu-cajá (*Spondias* spp.) com ênfase em compostos voláteis. 2002. 160f. **Dissertação** (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa, 2002.

GARRUTI, D.S.; FRANCO, M.R.B.; DA SILVA, M.A.A.P.; JANZANTTI, N.S.; ALVES, G.L. Evaluation of volatile flavour compounds from cashew apple (*Anarcadium occidentale* L.) juice by the Osme gas chromatography/olfactometry technique. **J. Sci. Food Agric.**, v. 83, p. 1455-1462, 2003.

GIACOMETTI, D.C. Recursos genéticos de frutíferas nativas do Brasil. **In**: Simpósio nacional de recursos genéticos de frutíferas nativas, 1, 1992, Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 1993. p. 13-27.

GILLETE, M. Applications of descriptive analysis. **Journal of Food Protection**; v.47, n.5, p. 403 - 409, 1984.

GRANADA, G. G., ZAMBAZI, R. C., MENDONCA, C. R. B.; SILVA, E. Caracterização física, química, microbiológica e sensorial de geleias light de abacaxi. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, 25 (4): 629-635, out.-dez., 2005.

GRANDIS, A.; CONDIEV, S.; NEPOMUCENO, M. F. D.; ALEIXO, A. M.; RUGGIERO, A. C. Estudo da capacidade antioxidante do extrato hidroalcoólico de oliva contra a peroxidação lipídica. In: 6º SLACA - SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIAS DE ALIMENTOS, 2005, Campinas. Anais...Campinas, 2005.

- GROB, K. Injection techniques in capillary GC. **Anal. Chem.**, 66: 1009-1019, 1994.
- HARBORNE, J.B.; WILLIAMS, C.A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry.**, v.52, p.481-504, 2000.
- HASSIMOTO, N. M. A.; GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Antioxidant activity of dietary fruits, vegetables, and commercial frozen fruit pulps. **Journal Agriculture Food Chemistry**, v. 53, p. 2928-2935, 2005.
- HOLLAND, B.; WELCH, A. A.; UNWIN, I. D.; BUSS, D. H.; PAUL, A. A., SOUTHGATE. *MacCance and Winddoeson's. The composition of foods*. 5° ed. Cambridge: The royal society of chemistry and ministry of agriculture, fisheries and food, 1994, 462p.
- INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. 3. ed. São Paulo: IAL, 2008.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE FRUTAS – IBRAF. Disponível em: <http://www.ibraf.org.br/estatisticas/est_processadas.asp>. Acesso em: 23/05/2011.
- JACKIX, M. H. **Geléias e doces em massa**. In: Doces, geléias e frutas em calda. 2. ed., São Paulo: Editora da Unicamp, 1988. cap. 7, p. 172.
- JANZANTTI; N. S.; FRANCO; M. R. B.; LANÇAS, F. M. Identificação de compostos voláteis de maçãs (*Malus Domestica*) cultivar fuji, por cromatografia gasosa–espectrometria de massas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 20, p. 164-171, 2000.
- KROLOW, Ana Cristina Richter. **Preparo artesanal de geléias e geleiadas**. EMBRAPA, Pelotas: Rio Grande do Sul, 2005.
- KUBOTA, Tatiana; DÓREA, Haroldo Silveira; NOGUEIRA, Paulo Cesar de Lima. Constituintes voláteis dos frutos de *Hancornia speciosa* (Apocynaceae). **29ª Reunião Anual da Sociedade Brasileira de Química**. Águas de Lindóia - SP, 2009.
- KUSKOSKI, E.M.; ASUERO, A.G.; MORALES, M.T.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, 2006.
- LICHTENTHALER, H.K. Chlorophylls and carotenoids: pigments of photosynthetic biomembranes. In: Packer, L., Douce, R. (Eds.). **Methods in enzymology**. London: Academic Press, v.148, p.350-81, 1987.
- LICODIEDOFF, S. Influência do teor de pectinas comerciais nas características físico-químicas e sensoriais da geléia de abacaxi (*Ananas comosus* (L.) Merrill). **Dissertação** (Mestrado em Tecnologia de Alimentos)-Programa de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos, Setor de Tecnologia da Universidade Federal do Paraná. CURITIBA, 2008.

LIMA, A. C.; GARCÍA, N. H. P.; LIMA, J. R.. Obtenção e caracterização dos principais produtos do caju. **Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos**. Curitiba, n.1, v.22, p.133-144, 2004.

LIMA, E.D.P.A.; LIMA, C.A.A; ALDRIGUE, M.L.; GON-DIM, P.S. Caracterização física e química dos frutos da umbu-cajazeira (*Spondias spp.*) em cinco estádios de maturação, da polpa e néctar. **Revista Brasileira de Fruticultura**. Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 338-343, 2002.

LIMA, I. da C. G. S.; Seriguela (*Spondias purpurea L.*): Propriedades Físico Químicas e Desenvolvimento de Geléia de Doce de Corte e Aceitabilidade desses Produtos; **Dissertação** (Mestrado) – UFRJ, Rio de Janeiro, 2009.

LIMACHER, A.; KERLER, J.; CONDE-PETIT, B.; BLANK, I. Formation of furan and methylfuran from ascorbic acid in model systems and food. **Food Additives and Contaminants**, Oxon, v. 24, S1, p. 122-135, 2007.

LIRA JÚNIOR, J. S. de; MUSSER, R. dos S.; MELO, E.de A.; MACIEL, M. I. S.; LEDERMAN, I. E. ; SANTOS, V. F.dos. Caracterização física e físico-química de frutos de cajá-umbu (*Spondias spp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.25, n.4, p.757-761, 2005.

LOCAS, C. P.; YAYLAYAN, V. A. Origin and mechanistic pathways of formation of the parent furan - a food toxicant. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, v. 52, n. 22, p. 6830-6836, 2004.

LOPES, R. L. T. **Fabricação de Geléias**. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais CETEC. Minas Gerais, 2007.

LOPES, W.F. Propagação Assexuada de Cajá (*Spondias mombim L.*) e Cajá-umbu (*Spondias spp*) através de Estacas. Areia: UFPB/CCA, 1997. 40 p. **Trabalho de conclusão de curso** (Graduação em Agro-nomia). Universidade Federal da Paraíba (UFPB).

LORRAIN, B.D.; BALLESTER, J.; THOMAS-DANGUIN, T.; BLANQUET, J.; MEUNIER, J.M.; LE FUR, Y. Selection of potential impact odorants and sensory validation of their importance in typical chardonnay wines. **Journal Agricultural Food Chemical**, v. 54, n. 11, p. 3973-3981. 2006.

LUBBERS, S.; GUICHARD, E. The effects of sugars and pectin on fl avour release from a fruit pastille model system. **Food Chem.**, v. 81, n. 2, p. 268-273, 2003.

MACEDO, B.A.; MAIA, G.A.; FIGUEREDO, R.W.; ORIÁ, H.F.; GUEDES, Z.B.L.; ARAÚJO FILHO, G.C. Características químicas e físico-químicas de quatro variedades de goiaba adaptadas às condições do Ceará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.17, n.2, p.39-44, 1995.

MACHEIX, J- J.; FLEURIET, A.; BILLOT, J. **Fruit Phenolics**. Boca Raton: CRC, 1990. p.192-221.

MACIEL, M. I. S.; MELO, E. A.; DE LIMA, V. L. A. G.; DA SILVA, W. S.; MARANHÃO, C. M. C.; SOUZA, K. A.; Características Sensoriais e Físico-Químicas de Geléias Mistas de Manga e Acerola; **B.CEPPA**, Curitiba, v. 27, n. 2, p. 247-256, jul./dez. 2009.

MAIA, L. L. M. **Curso de Processamento de Frutas: Geléia e doce em massa**. Programa de Capacitacao Tecnologica Sebrae/Embrapa, 23 a 27 de junho de 1997 - Rio de Janeiro, 1997.

MARTINS, S. T.; MELO, B.; Umbu-Cajá (*Spondias* spp) 2006 <http://www.todafruta.com.br/portal/icNoticiaAberta.asp?idNoticia=11041>

MATTIETO, R.A. Estudo Tecnológico de um Néctar Misto de Cajá (*Spondias lútea* L.) E Umbu (*Spondias tuberosa*, arruda Câmara). 2005.299f. **Tese** (Doutorado) - UNICAMP, Campinas. 2005.

MELO, E. A. et al. Polyphenol, ascorbic acid and total carotenoid contents in common fruits and vegetables. **Brazilian J. Food Technol.**, v. 9, n. 2, p. 89-94, 2006.

MELO, E. A.; DE LIMA, V. L. A. G.; NASCIMENTO, P. P.; FORMULAÇÃO E AVALIAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E SENSORIAL DE GELÉIA MISTA DE PITANGA (*Eugenia uniflora* L.) E ACEROLA (*Malpighia* sp), **B.CEPPA**, Curitiba, v. 17, n. 1, p. 33-44, jan./jun.1999.

MELO, E. de A.; ANDRADE, R. A. M. de S.; Compostos Bioativos e Potencial Antioxidante de Frutos do Umbuzeiro. **Alim. Nutr.**, Araraquara ISSN 0103-4235 v. 21, n. 3, p. 453-457, jul./set. 2010.

MENEZES, Camila Carvalho; BORGES, Soraia Vilela; CIRILLO, Marcelo Ângelo; FERRUA, Fabiana Queiroz; OLIVEIRA, Letícia Fernandes OLIVEIRA; MESQUITA, Karina Scatolino. Caracterização física e físico-química de diferentes formulações de Doce de goiaba (*Psidium guajava* L.) da cultivar Pedro Sato. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 29(3): 618-625, jul.-set. 2009.

MILLER, G. L. Use of dinitrosalicylic acid reagent for determination of reducing sugars. **Analytical Chemistry**, Washington, v. 31, n. 3, p. 426 - 428, 1959.

MILOS, V.; NIKOLIC, A.; MOJOVIC, B. L. Hydrolysis of apple pectin by the coordinated activity of pectin enzymes. **Food Chemistry**. Servia, v. 101, p. 1-9, May, 2007.

MINOLTA COMPANY. **Precise color communication: color control from feeling to instrumentation**. New Jersey: AEBDPK, 1994. 49 p.

MOLDAO-MARTINS, M.; MOREIRA, N; SOUSA, I; COSTA, M.L.B. Effect of processing conditions on volatile composition of apple jellies and jams. **Food Flavors: Formation, Analysis and Packaging Influences**. Elsevier Science, 1998.

MONTERO-CALDERÓN, M., ROJAS-GRAÜ, M. A., MARTÍN-BELLOSO, O. Aroma Profile and Volatiles Odor Activity Along Gold Cultivar Pineapple Flesh. **Journal of Food Science**. Vol. 75, N°. 9, 2010.

MOREIRA, Aldenise Chagas Curvêlo Gonçalves. Caracterização de frutos de genótipos de cajá-umbuzeiras: Teor de fitoquímicos bioativos e potencial antioxidantes. 2011. **Dissertação** (Mestrado) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, 2011.

MOREIRA, M. R.; ORTOLAN, F.; RICHARDS, N. S. P. S.; HECKTHEUER, L. H. R.; SACCOL, A. L. F. Avaliação de açúcares redutores e não redutores em geléias de morango comerciais. In: SIMPÓSIO LATINO AMERICANO DE CIÊNCIA DE ALIMENTOS, 2005, Campinas. **Anais...** Campinas: SBCTA, 2005.

MORRIS, G. A.; FOSTER, T. J.; HARDING, S. E. A hydrodynamic study of the depolymerisation of a high methoxy pectin at elevated temperatures. **Carbohydrate Polymers**. UK, v. 48, p. 361-367, June, 2002.

MOSKOWITZ, H. R. **Applied sensory analysis of foods**. Boca Raton: CRC Press, 1988. V.1, 259p.

MOURA, S.C.S.R.; HUBINGER, M.D.; VITALI, A.A. Predição da atividade de água e relação entre a atividade de água e a depressão do ponto de congelamento de sucos de frutas. **Ciênc. Tecnol. Aliment.** vol. 18 n. 4 Campinas Oct./Dec. 1998.

MULTON, J. L. **Aditivos y auxiliares de fabricación en las industrias agroalimentarias**. Zaragoza: Acribia, 2000.

MURRAY, J. M.; DELAHUNTY, C. M.; BAXTER, I. A. Descriptive sensory analysis: past, present and future. **Food Research International**, v. 34, n. 6, p. 461-471, 2001.

NARAIN, N.; GALVÃO, M.S.; MADRUGA, M.S. Volatile compounds captured through purge and trap technique in cajá-umbu (*Spondias* sp.) fruits during maturation. **Food Chemistry**, 102, p. 726-731, 2007.

NICKERSON, G. B.; LIKENS, S. T. Gas chromatographic evidence for the occurrence of hop oil components in beer. **J. Chromatogr.**, 21: 1-5, 1966.

NORONHA, M. A. S. de. Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá *Spondias* spp. provenientes dos Pólos Baixo-Jaguaribe (CE) e Assu-Mossoró (RN). **Monografia** (Graduação em Agronomia), ESAM, 1998.

NORONHA, M.A.S.; CARDOSO, E.A.; DIAS, N.S. Características físico-químicas de frutos de umbu-cajá (*Spondias* sp.) provenientes dos Pólos Baixo-jaguaribe (CE) e Assu-mossoró (RN). **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, 2, p. 91-96, 2000.

ONG, B. T., NAZIMAH, S .A. H., TAN, C. P., MIRHOSSEINI, H., OSMAN, A., MAT HASHIM, D., RUSUL, G. Analysis of volatile compounds in five jackfruit (*Artocarpus heterophyllus* L.) cultivars using solid-phase microextraction (SPME) and gas

chromatography-time-of-flight mass spectrometry (GC-TOFMS). **Journal of Food Composition and Analysis**. N° 21, p. 416– 422, 2008.

PINHEIRO, D.M.; PASTORE, G.M. Produção biotecnológica de compostos de aromas. **In:** FRANCO, M.R.B. Aroma e sabor de alimentos: temas atuais. São Paulo: Livraria Varela, 2003. p. 195-206.

PONTES, M., MARQUES, J. C., CÂMARA, J. S. Headspace solid-phase microextraction-gas chromatography - quadrupole mass spectrometric methodology for the establishment of the volatile composition of Passiflora fruit species. **Microchemical Journal**, 93, p.1–11, 2009.

RANGANA, S. **Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products**. Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, New Delhi, 1977.

REINECCIUS, G. **Choosing the correct analytical technique in aroma analysis**. **In:** Flavour in food. VOILLEY, A. & ETIÉVANT, P. (Eds.), CRC Press, Boca Raton, p.81-95, 2006.

RITZINGER, R. ; SOARES FILHO, W. dos S.; CARVALHO, P.C.L. ; FOLEGATTI, M.I. da S.; MATSUURA, F.C.A.U.; CERQUEIRA, E.Q.; KISARI, R.G.; SILVA NETO, C.N. da. Caracterização e avaliação de germoplasma de umbu-cajazeira no Estado da Bahia. **In:** CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, Goiânia: 1., 2001.

RIZZOLO, A., POLESELLO, A. AND POLESELLO, S. Use of headspace capillary GC to study the development of volatile compounds in fresh fruit. **Journal of High Resolution Chromatography**, 15, 472–477, 1992.

ROBARDS, K.; PRENZLER, P.D.; TUCKER, G.; SWATSITANG, P.; GLOVER, W. Phenolic compounds and their role in oxidative processes in fruits. **Food Chemistry**, Oxford, v.66, n. 4, p.401- 436, 1999.

RODRIGUES, H. G.; DINIZ, Y. S. A. FAINE, L. A.; ALMEIDA, J. A. FERNANDES, A. A.H.; NOVELLI, E. L. B. Suplementação nutricional com antioxidantes naturais: efeito da rutina na concentração de colesterol-HDL. *Revista de Nutrição*, Campinas, v. 16, n. 3, p. 315-320, 2003.

ROSA, J. S.; GODOY, R. L. O.; OIANO-NETO, J.; CAMPOS, R. S.; MATTA, V. M.; FREIRE, C. A.; SILVA, A. S.; SOUZA, R. S. Desenvolvimento de um método de análise de vitamina C em alimentos por cromatografia líquida de alta eficiência e exclusão iônica. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, SP, 2006.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 8 non-traditional tropical fruits from Brasil. **Food Chemistry**, v. 121, p. 996-1002, 2010.

RUIZ, J.; CAVA, R.; VENTANAS, J.; ANDRÉS, A. I.; GARCIA, C. Volatile compounds of dry-cured Iberian ham as affected by the length of the curing process. **Meat Sci.**, 52: 19-27, 1999.

RUIZ, J.; CAVA, R.; VENTANAS, J.; JENSEN, M. T. Headspace solid-phase microextraction for the analysis of volatiles in a meat product: dry-cured Iberian ham. **J. Agric. Food Chem.**, 46: 4688-4694, 1998.

SAMPAIO, T. S., NOGUEIRA, P. C. L. Volatile components of mangaba fruit (*Hancornia speciosa* Gomes) at three stages of maturity. **Food Chemistry**. n° 95, p. 606–610, 2006.

SANTANA, M. de. F. S. de. Caracterização físico-química de fibra alimentar de laranja e maracujá. 2005. 188p. **Tese** (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas, Sao Paulo.

SANTOS, A.P.; DANTAS, A.C.V.L.; FONSECA, A.A.O.; SILVA, P.M.; SANTOS, L.C.B.; FONSECA, M.D.S. Características químicas de frutos de umbu-cajazeira provenientes da região do recôncavo da Bahia e adjacências: ANO I. **XX Congresso Brasileiro de Fruticultura e 54th Annual Meeting of the Interamerican Society for Tropical Horticulture**, Vitória, 2008 .

SANTOS, G.M. Caracterização de Frutos de Cajá (*Spondias mombim* L.) e Cajá-umbu (*Spondias* spp.) e Teores de NPK em Folhas e Frutos. Areia: UFPB/CCA, 1996. 68 p. **Trabalho de conclusão de curso** (Graduação em Agronomia). Universidade Federal da Paraíba.

SANTOS, M. B.; CARDOSO, R. L.; FONSECA, A. A. O.; CONCEIÇÃO, M. S.; Caracterização e Qualidade de Frutos de Umbu-Cajá (*spondias tuberosa* x *s. mombim*) Provenientes do Recôncavo Sul da Bahia; **Rev. Bras. Frutic.** vol.32 no.4 Jaboticabal Dec. 2010, pub Jan 21, 2011.

SANTOS, M.B. CONSERVAÇÃO DA POLPA DE UMBU-CAJÁ (*Spondias spp*) POR MÉTODOS COMBINADOS. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2009.

SAS. **User's procedures guide**. Version 7. Cary: SAS Institute, Inc 1989. 2v.Ed.Cary, SA,. v.2, 846pp.

SCHMIDT, S.; BERGER, R. G. Aroma compounds in fermented sausages of different origins. **Lebensm.-Wiss Technol.**, 31: 559-567, 1998.

SERVIÇO BRASILEIRO DE RESPOSTAS TÉCNICAS. **Produção de geléia de tomate** 25 jul. 2007. Disponível em: <<http://sbrtv1.ibict.br/upload/sbrt6668.pdf?PHPSESSID=eacfd0394bf9cff61879b31265f473ef>> Acessado em 10 abr. 2009.

SGARBIERI, V. C. Nutrição e tecnologia de alimentos. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 20, p.115-139, 1986.

SHASHIREKHA, M. N., BASKARAN, R., RAO, L. J., VIJAYALAKSHMI, M. R., & RAJARATHNAM, S. Influence of processing conditions on flavour compounds of custard apple (*Annona squamosa* L.). **LWT – Food Science and Technology**, 41, 236–243, 2008.

SHIREY, R. E. Rapid analysis of environmental samples using solid-phase microextraction (SPME) and narrow bore capillary columns. **In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON CAPILLARY CHROMATOGRAPHY**, 16., 1994, Riva del Garcia, Italy. Proceedings... Rivadel Garcia, 1994. p. 27 – 30.

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

SILVA, A. C. A. SBRT – **Serviço Brasileiro Resposta Técnica**. Senai-RS. Porto Alegre, 2006.

SINITSYA, A.; COPIKOVA, J.; PRUTYANOV, V.; SKOBLYA, S.; MACHOVIE, V. Amidation of highly methoxylated citrus pectin with primary amines. **Carbohydrate Polymers**. Czech Republic, v. 42, p. 359-368, October. 2000.

SOARES, E.C. OLIVEIRA, G.S.F.; MAIA, G.A.; MONTEIRO, J.C.S. SILVA Jr, A.; S. FILHO, Men de Sá. DESIDRATAÇÃO DA POLPA DE ACEROLA (*Malpighia emarginata* D.C.) PELO PROCESSO “FOAM-MAT”. **Ciênc. Tecnol. Aliment.**, Campinas, 21(2): 164-170, maio-ago. 2001.

SOLER, M. P.; RADOMILLE, L. R.; TOCCHINI, R. P. Processamento. **In: SOLER, M. P.; BLEINROTH, E. W.; IADEROZA, M.; DRAETTA, I. S.; LEITÃO, M. F. F.; RADOMILLE, L. R.; TOCCHINI, R. P.; FERREIRA, V. L. P.; MORI, E. E. M.; SOLER, R. M.; ARDITO, E. F. G.; TEXEIRA NETO, R. O. Industrialização de Frutas**. Campinas: Instituto de Tecnologia de Alimentos, 1991. p. 53-115. (Manual Técnico no 8).

SOUZA, V.A.B. de. Perspectivas do melhoramento de espécies nativas do Nordeste brasileiro. **In: Congresso Brasileiro de Melhoramento Genético de Plantas**, 1, 2001, Goiânia. **Resumos...** Goiânia: EMBRAPA Meio-Norte, 2001, p. 45.

SPEIRS, J.; BRADY, C. J. Modification of gene expression in ripening fruit. **Australian Journal of Plant Physiology**, Victoria, v. 18, p. 519 – 532, 1991.

STATSOFT. **STATISTICA for Windows 7.0**. Tulsa-UK: StatSoft, 2004. Computer program manual.

STONE, H.; SIDEL, J. L. **Sensory Evaluation Practices**. London: Academic Press, 1985. 338p.

SWAIN, T.; HILLS, W. E. The phenolic constituents of *Punna domestica*. I-quantitative analysis of phenolic constituents. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Chichester, v.19, p.63-68, 1959.

TACO (Tabela Brasileira de Composição de Alimentos) / NEPA-UNICAMP.- T113 Versão II. -- 2. ed. -- Campinas, SP: NEPA-UNICAMP, 2006. p.30-31. Disponível em <http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf>. Acesso em: 16 jul. 2007.

THOMAZINI, M. & FRANCO, M. R. B. Metodologia para análise dos constituintes voláteis do sabor. **Bol. da Soc. Brasileira de Ciência e Tecnologia de Alimentos**. 34: 52-59, 2000.

TORRES, Lucicléia Barros V.; QUEIROZ, Alexandre José de Melo; FIGUEIREDO, Rossana Maria Feitosa . VISCOSIDADE APARENTE DA POLPA DE UMBU-CAJÁ CONCENTRADA A 100C. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v.5, n.2, p.161-168, 2003.

WANG, Y., YANG, C., LIU, C., XU, M., LI S., YANG L., WANG, Y. Effects of Bagging on Volatiles and Polyphenols in “Wanmi” Peaches during Endocarp Hardening and Final Fruit Rapid Growth Stages. **Journal of Food Science**. Vol. 75, Nr. 9, 2010.

WERCINSKI, S.A.S. **Solid Phase Microextraction: A Practical Guide**. Taylor & Francis, CRC, Boca Raton, 1999.

ZAMBLAZI, R. C.; CHIM, J. F.; BRUSCATTO, M.; Avaliação das Características e Estabilidade de Geléias Light de Morango; **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.17, n.2, p.165-170, abr./jun. 2006

ZOTARELLI, Marta Fernanda; ZANATTA, Caroline Lima; CLEMENTE, Edmar. Avaliação de geléias mistas de goiaba e maracujá. **REVISTA CERES**. 55(6): 562-567, 2008.

ANEXO: Cromatograma de íon total dos extratos voláteis obtidos da polpa e das geléias de cajá-umbu (*Spondias* spp.)

