



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**



**CONSERVAÇÃO E ACEITABILIDADE DO SUCO TROPICAL
DE AÇAÍ (*Euterpe precatoria*, Mart) SUBMETIDO AO
TRATAMENTO TÉRMICO UHT (ULTRA HIGH
TEMPERATURE)**

JOVANA BENOLIEL DE FARIAS ARAÚJO

**MANAUS
2006**



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO AMAZONAS
FACULDADE DE CIÊNCIAS DA SAÚDE
MESTRADO EM CIÊNCIA DE ALIMENTOS**



JOVANA BENOLIEL DE FARIAS ARAÚJO

**CONSERVAÇÃO E ACEITABILIDADE DO SUCO TROPICAL
DE AÇAÍ (*Euterpe precatoria*, Mart) SUBMETIDO AO
TRATAMENTO TÉRMICO UHT (ULTRA HIGH
TEMPERATURE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Universidade Federal do Amazonas como parte do requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência de Alimentos.

Orientador: Profº Dr. José Merched Chaar

**MANAUS
2006**

JOVANA BENOLIEL DE FARIAS ARAÚJO

**CONSERVAÇÃO E ACEITABILIDADE DE SUCO TROPICAL
DE AÇAÍ (*Euterpe precatoria*, Mart) SUBMETIDO AO
TRATAMENTO TÉRMICO UHT (ULTRA HIGH
TEMPERATURE)**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-
Graduação da Universidade Federal do Amazonas
como parte do requisito para obtenção do título de
Mestre em Ciência de Alimentos.

Aprovada em: _____

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dra. Ila Maria de Aguiar Oliveira
Universidade Federal do Amazonas

Prof^o Dr. José Merched Char
Universidade Federal do Amazonas

Prof^a Dra. Maria Conceição de Oliveira
Universidade Federal do Amazonas

AGRADECIMENTOS

A Deus por ter me dado saúde, força e oportunidade para realizar este trabalho;

À Fundação de Amparo e Pesquisa do Amazonas – FAPEAM, órgão financiador deste trabalho;

Ao catedrático professor Dr. José Merched Chaar que desenvolveu seu papel de orientador de forma brilhante, tornando-se amigo, compartilhando angústias e alegrias em cada fase deste trabalho;

À Cooperativa da Agroindústria de Açaí de Codajás pela parceria e entusiasmo com o qual nos receberam em suas instalações;

À Companhia Ciali Amazonense de Alimentos pela parceria ao desenvolver este projeto, fornecendo seus equipamentos e funcionários, aos quais agradeço pela força e empenho. Não podendo esquecer de agradecer Deise, responsável pelo controle de qualidade da empresa que teve papel importantíssimo nos dias dos experimentos;

Agradeço a Roberto Maeda pelo apoio no desenvolvimento da metodologia de determinação de antocianinas e na interpretação dos testes estatísticos;

Ao técnico Alan Roberto pelo auxílio na determinação físico-química;

Aos meus queridos pais João Batista e Ana Maria pelo incentivo e confiança de sempre;

Aos meus adoráveis irmãos Jeane e Thiago pelo companheirismo;

Ao meu amado noivo Rodrigo Araújo pela paciência, compreensão, carinho e principalmente por sonhar, e construir, comigo os mais belos sonhos que só o amor propicia.

À colega e amiga Izabela Garcia pela paciência em dividir comigo os laboratórios, vidrarias, equipamentos e pelas inúmeras vezes que me auxiliou em momentos de dificuldades. Sem esquecer de Alcinira Farias e Lucina Countim pelo apoio e amizade.

E a todos os demais amigos que de forma direta ou indireta contribuíram para a realização deste trabalho

RESUMO

O açaí (*Euterpe precatoria*, Mart) faz parte da cultura alimentar das populações dos Estados do Norte do Brasil e suas propriedades nutricionais são bastante exploradas pelo mercado, o que ampliou seu consumo em todo o país. A forma usual de comercialização é resfriado ou congelado, que geralmente ocorre sem tratamento térmico prévio. Mesmo quando mantido sob refrigeração, o açaí não se conserva por mais de 12 horas, quando começam a ocorrer mudanças de cor e sabor. O congelamento é inconveniente para o transporte, pois está sujeito a cadeias de frio ainda pouco disponíveis nas áreas de produção. Produtos comerciais derivados do açaí são poucos. Este trabalho teve por objetivos principais produzir, submeter o suco tropical de açaí ao tratamento térmico UHT (Ultra High Temperature) e avaliar sua conservação. Foi utilizada como matéria-prima açaí produzido em uma indústria cooperativa localizada no município de Codajás – AM. O açaí foi analisado, classificado de acordo com a legislação vigente, transformado em suco tropical, o qual foi submetido ao tratamento térmico UHT. O acondicionamento foi feito em embalagens cartonadas da marca Tetra Pak e sua conservação foi analisada aos 0, 30 e 60 dias após processamento. Nestas análises os níveis de atividade de enzimática (peroxidase e polifenoloxidase), esterilidade comercial e teor de antocianinas foram determinadas. Também foi determinado valor nutricional e feita avaliação sensorial. A esterilidade do suco tropical foi alcançada. O pH 4,3 manteve-se estável durante os períodos de observação. O tratamento empregado foi suficiente para inativar 99,98% da atividade da peroxidase e 99,80% da polifenoloxidase que se mantiveram estáveis durante armazenagem. Houve redução no teor de antocianina após 60 dias de armazenagem. O nutriente predominante na composição do suco foi gordura (6g/ 200mL). O valor calórico foi de 74 kcal por porção de 200ml do suco. O suco tropical não apresentou alterações sensoriais quando armazenado em temperatura ambiente até dois meses de observação. A aceitabilidade foi considerada muito boa pelos provadores.

Palavras-chave: açaí, esterilização comercial, peroxidase, polifenoloxidase e antocianina

ABSTRACT

Assai (*Euterpe oleraceae*, Mart) is commonly consumed as a regional food in the Northern part of Brazil. Its nutritional properties are well known and for that, assai started to be consumed in many other regions of the country. It is commercially offered in the market as pulp in the refrigerated or frozen form, without any other previous heat treatment. Even when the product is maintained under refrigeration, it does not last more than 12 hours. After this period, color and flavour start changing. Freezing is inconvenient for transportation from far away regions (country areas) for the lack or small availability of freezing equipment. There are very few commercial products made from assai. The main purposes of this research work were: To make an assai tropical fruit juice and submit it to a heat treatment known as Ultra High Temperature – UHT, as well as observe its conservation. The raw material used in this work was acquired from a cooperative food plant located in Codajás, State of Amazonas – Brazil. Assai was analyzed, classified and transformed into tropical fruit juice, and submitted to UHT treatment. The juice was filled in appropriate Tetra Pak Carton Packages and its conservation was observed at 0, 30 and 60 days after processing. In these analyses, enzyme activity, commercial sterilization, and anthocyanin levels were determined. It was also determined the nutritional value of the juice and its sensory evaluation was carried. The commercial sterility of the juice was achieved, the pH 4.3 was found stable under storage conditions, and the heat treatment was enough to inactivate 99.98 % of peroxidase and 99.80% of polyphenoloxidase, without any change. The level of anthocyanin pigment decreased after 60 days observation. The most important nutrient in the assai tropical juice was fat (6 g per 200 ml). The calorie value per 200 ml portion was 74. The juice did not show any sensory change while stored at room temperature. Panelists considered the juice as a very good product.

Key Words: Assai, commercial sterilization, peroxidase, polyphenoloxidase, anthocyanin

LISTA DE ILUSTRAÇÕES E GRÁFICOS

Figura 1	Apresentação do fruto do açazeiro	18
Figura 2	Açaí grosso sendo elaborado	21
Figura 3	Apanhador de açaí	22
Figura 4	Retirada dos frutos do cacho, debulhamento	23
Figura 5	Forma de acondicionamento dos frutos de açaí, durante a colheita no Estado no Amazonas	23
Figura 6	Esquema de uma máquina elétrica de despolpar açaí	29
Figura 7	Acondicionamento manual do açaí em sacos plásticos	29
Figura 8	Estrutura base das antocianinas	35
Figura 9	Fluxograma de obtenção do açaí pasteurizado	47
Figura 10	Frutos de açaí nas cestas plásticas para serem pesados	48
Figura 11	O suflador de ar para separação das sujidades que acompanham o açaí	49
Figura 12	A) Frutos de açaí não submetidos à ventilação. B) Frutos de açaí submetidos à ventilação	49
Figura 13	Açaí nos tanques de lavagem acondicionados em cestas plásticas e em constante agitação	50
Figura 14	Retirada dos resíduos remanescentes à ventilação	50
Figura 15	Frutos de açaí na etapa de amolecimento	50
Figura 16	A) Esteira conduzindo os frutos de açaí ao elevador. B) elevador conduzindo os frutos de açaí à máquina de despolpa	51
Figura 17	Sistema de liberação de água para máquina de despolpar açaí sendo acionada	51
Figura 18	A) Tanque homogeneizador. B) Retirada de amostra para confirmação do teor de sólidos totais	53
Figura 19	Equipamento utilizado na pasteurização do açaí em CODAJÁS-AM	54
Figura 20	Tanques pulmão de abastecimento	54
Figura 21	Processo de embalagem do açaí	55
Figura 22	Fluxograma de produção do suco tropical de açaí	57
Figura 23	A) Embalagens de 1 l em caixas isotérmicas sendo descongeladas. B) Funcionário fragmentando e homogeneizando matéria-prima para auxiliar no degelo.	58
Figura 24	Passagem do açaí pelo moinho coloidal para seccionar as fibras	59
Figura 25	Elaboração da formulação no triblender. A) adição do açaí. B) adição de ácido cítrico	59
Figura 26	A) Equipamento Hidrociclone; B) passagem do suco tropical de açaí pelo hidrociclone; C) Material descartado pelo hidrociclone.	60

Figura 27	Esquema da constituição das embalagens cartonadas	62
Figura 28	Tanques de recepção do açaí pasteurizado (pulmão) com tampas removíveis e no destaque	74
Figura 29	A e B) Aspectos de coloração do suco tropical de açaí processado; C) Coloração do açaí <i>in natura</i>	87
Figura 30	A) Aparência heterogênea do suco tropical de açaí após o descongelamento. B) Aparência normal e desejada do suco tropical de açaí (não descongelada).	91
Gráfico 1	Distribuição dos comentários observados na ficha de avaliação no 1º. Teste	93
Gráfico 2	Distribuição dos comentários observados na ficha de avaliação no 2º. Teste	94

LISTA DE TABELAS E QUADROS

Quadro 1	Possibilidades de uso das diferentes partes do açazeiro	19
Quadro 2	Principais acidentes que envolvem os apanhadores de açai	24
Quadro 3	Composição química e valor energético do açai.	31
Quadro 4	Composição da formulação do suco tropical de açai	57
Quadro 5	Informação nutricional do suco tropical de açai	89
Tabela 1	Modelo usado no tratamento térmico suco tropical de açai	63
Tabela 2	Identificação e especificação das amostras analisadas	63
Tabela 3	Resultados das análises de Coliformes a 45 °C e <i>Salmonella</i> sp na matéria-prima (açai) referente ao primeiro lote (primeiro teste)	72
Tabela 4	Resultados das análises de Coliformes a 45 °C e <i>Salmonella</i> sp na matéria-prima (açai) referente ao segundo lote (segundo teste – repetição)	72
Tabela 5	Determinação de bolores e leveduras do primeiro e segundo lote de matéria-prima (açai)	73
Tabela 6	Composição Centesimal do açai (matéria-prima) usada para elaboração do suco tropical.	75
Tabela 7	Avaliação do pH nas amostras de matéria-prima e do suco tropical de açai	78
Tabela 8	Acidez titulável nas amostras de matéria-prima e de suco tropical de açai	80
Tabela 9	Comportamento do pH durante conservação do suco tropical de açai em temperatura ambiente	81
Tabela 10	Resultados para sólidos solúveis nos tratamentos térmicos.	82
Tabela 11	Resultados de sólidos solúveis presentes no suco tropical de açai durante os períodos de conservação à temperatura ambiente	82
Tabela 12	Atividade da polifenoloxidase na matéria-prima e após os tratamentos térmicos empregados no suco tropical de açai.	83
Tabela 13	Atividade da peroxidase na matéria-prima e após os tratamentos térmicos empregados.	83
Tabela 14	Atividade da enzima peroxidase nos tempos de armazenamento em temperatura ambiente.	84
Tabela 15	Atividade da enzima polifenoloxidase nos tempos de armazenamento em temperatura ambiente	85
Tabela 16	Avaliação do teor de antocianinas na matéria-prima e no suco tropical de açai após os tratamentos térmicos	85
Tabela 17	Avaliação dos teores de antocianinas durante os dias de estocagem a temperatura ambiente	86
Tabela 18	Composição centesimal do suco tropical de açai em base seca	88
Tabela 19	Resultado do teste de aceitação do açai pasteurizado	92

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

AM	Amazonas
ABLV	Associação Brasileira do Leite Longa Vida
AP	Amapá
Cm	Centímetro
G	Gramma
DINAL	Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
GTA	Grupo de Trabalho Amazônico
HTST	High Temperature Short Time – alta temperatura baixo tempo
Kcal	Quilocaloria
Kg	Quilograma
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
INPA	Instituto Nacional de pesquisa da Amazônia
L	Litro
M	Metro
Mm	Milímetro
Nm	Nanômetro
MMA	Ministério de Meio Ambiente
NMP	Número Mais Provável
Ph	Potencial iônico de Hidrogênio
SEBRAE	Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas
SUFRAMA	Superintendência da Zona Franca de Manaus
T	Tonelada
UFC	Unidade Formadora de Colônia
UHT	Ultra High Temperature
und/min/g	Unidade por minuto por grama
%	Por cento
°C	Graus Celsius
>	Maior que

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	13
2.	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1	Considerações gerais sobre o açaí.....	16
2.1.1	O gênero <i>Euterpe</i>	16
2.1.2	Aspectos sócio-econômicos.....	18
2.2	A colheita dos frutos.....	21
2.2.1	Acidentes mais comuns que ocorrem com apanhadores de açaí.....	23
2.3	A produção e o mercado de açaí.....	25
2.4	O açaí sob forma de polpa ou bebida.....	27
2.4.1	A obtenção do açaí – o despulpamento.....	27
2.4.2	Composição nutricional do açaí.....	30
2.4.2.1	Ferro.....	33
2.4.2.2	Antocianinas.....	34
2.5	Dificuldades na agroindústria do açaí.....	38
2.5.1	Contaminação microbiana do açaí.....	39
2.5.1.2	Padrão microbiológico para polpa de frutas.....	40
2.5.2	Enzimas Peroxidase e Polifenoloxidase.....	41
2.6	Processamento Térmico.....	43
2.6.1	Pasteurização.....	43
2.6.2	Tratamento Térmico UHT – Ultra High Temperature.....	43
2.6.2.1	Vantagens e limitações do processo UHT.....	45
2.6.3	Efeito de tratamentos térmicos no açaí.....	45
3.	METODOLOGIA.....	47
3.1	Modelo de Estudo.....	47
3.2	Matéria-prima.....	47
3.3	Procedimentos de transporte da matéria-prima.....	56
3.4	Formulações do suco tropical de açaí.....	57
3.5	O Processamento Térmico UHT - tempo e temperatura empregados	62
3.6	Testes Laboratoriais – Análises	63
3.6.1	Testes Físico-químicos.....	64

3.6.1.1	Testes na matéria-prima e nos produtos prontos	64
3.6.1.2	Determinação da atividade enzimática.....	65
3.6.1.3	Análises microbiológicas.....	66
4.6.1.4	Quantificação das Antocianinas	68
3.7	Embalagens.....	68
3.8	Análise sensorial.....	68
3.9	Rótulo.....	69
3.10	Análises estatística.....	70
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	71
4.1	Matéria-prima.....	71
4.1.1	Fornecedor de matéria-prima – Descrição da Agroindústria de Açaí.....	71
4.1.2	Qualidade microbiológica da matéria-prima.....	71
4.1.3	Composição centesimal da matéria-prima.....	75
4.2	Resultados das análises laboratoriais	78
4.2.1	Teste de esterilidade comercial.....	78
4.2.2	pH, acidez titulável.....	78
4.2.3	°Brix.....	81
4.2.4	Atividade enzimática.....	82
4.2.5	Teor de antocianinas.....	85
4.2.6	Composição centesimal do suco tropical de açaí	88
4.3	Aceitação do suco tropical de açaí.....	92
4.4	Estimativa do custo de produção do suco tropical de açaí.....	94
5.	CONCLUSÃO.....	95
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96

1. INTRODUÇÃO

O açazeiro pode ser considerado como a palmeira de maior importância cultural, econômica e social na Região Norte (QUEIROZ; MELEM JUNIOR, 2001). Típico da região Amazônica tem como fruto o açaí que pesa de 2 a 3 g e somente 5 a 15 % do volume é polpa, a qual é extraída com adição de água morna combinada com atritos mecânicos e filtração (SOUZA, 1996; ROGEZ, 2000).

Ao extrair a polpa desta maneira, tem-se uma bebida violácea conhecida, popularmente, na região amazônica como “vinho-de-açaí”, e/ou simplesmente açaí (ROGEZ, 2000; CANTO, 2001). Como o consumo direto do fruto propriamente dito não é feito, é esta bebida a forma mais comum de ser consumida que acaba, muitas vezes, sendo também chamada de polpa de açaí (SEBRAE –AM, 2000).

Neste contexto, o Ministério da Agricultura e Abastecimento (BRASIL, 2000) define polpa de açaí como produto obtido a partir do fruto sem adição de água e açaí como produto obtido a partir do fruto com adição de água, usando-se em ambos os casos processos tecnológicos adequados. O açaí classifica-se de acordo com a quantidade de água adicionada, variando de açaí grosso ou especial – tipo A, açaí médio ou regular – tipo B, e açaí fino ou popular - tipo C.

O consumo do açaí faz parte da cultura alimentar das populações do Norte do Brasil e somente o Estado do Pará consome em média 200.000 L/dia (ROGEZ, 2000). Além de maior consumidor, o Pará também é o maior produtor extrativista de açaí, produzindo 90.512 t/ano, seguido do Maranhão com 7226 t/ano, Amapá com 1.390 t/ano e o Amazonas com 1.134 t/ano (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2004).

O açaí vem ganhando consumidores nas demais regiões brasileiras, principalmente na região sudeste, seja por suas propriedades nutricionais ou pelo sabor agradável (SUFRMA,

2003a). No entanto, sua conservação e expansão comercial são limitadas por vários fatores, entre os quais se destaca a alta perecibilidade o que exige armazenamento refrigerado e/ou congelado. Congelamento é o método de conservação comumente empregado para transporte e distribuição do produto, o que limita o acesso e ampliação para novos mercados.

Suco tropical é definido como “produto obtido pela dissolução, em água potável, da fruta polposa de origem tropical, por meio de processo tecnológico adequado, não fermentado, de cor, aroma e sabor característicos da fruta, submetido a tratamento que se assegure sua conservação e apresentação até o momento do consumo” (BRASIL, 2003a).

De acordo com Brasil (2003a), a expressão ‘pronto para beber’ ou similar pode constar no rótulo do suco tropical e caso tenha sido adicionado de açúcar, ou seja, o produto que estiver pronto para beber deve ser declarada, no rótulo, a palavra adoçado. O presente Regulamento exige, ainda, que suco tropical, deve apresentar uma quantidade mínima de 50 % de polpa de uma determinada fruta que não tenha regulamento técnico específico, caso do açaí.

A elaboração manual de sucos de frutas tornou-se um inconveniente ao ritmo de vida acelerado da sociedade (LEE; COATES, 1999). Por isso, o consumidor tem demonstrado interesse crescente em consumir produtos "prontos para o consumo", o que impulsionou, a partir da década de 90, o surgimento de diversas marcas comerciais de sucos de frutas industrializados no mercado nacional (LIMA; MÉLO; LIMA, 2000). Como consequência, tais sucos ganham espaço cada vez maior nas gôndolas de supermercados e nos lares dos brasileiros.

O Brasil é o maior produtor e exportador de sucos de frutas dos países em desenvolvimento (CHAVES et al., 2004). O crescimento da produção industrial está ocorrendo principalmente devido ao surgimento de produtos que têm o suco como ingrediente secundário, ou seja, sorvetes, iogurtes, alimentos infantis etc (PRATI; MORETTI; CARDELLO, 2005).

O mercado externo de polpas de frutas tropicais representa um importante potencial, existindo possibilidades concretas de se tornar uma realidade extremamente interessante para o segmento de produção de polpas tropicais, particularmente para o açaí (SUFRMA, 2003b).

São poucos ou quase inexistentes os produtos derivados do açaí para atender a demanda local e para exportação. Assim, a proposta foi a de elaborar um suco tropical de açaí, submetê-lo ao tratamento térmico UHT, avaliar sua conservação à temperatura ambiente e também sua aceitabilidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Considerações gerais sobre o açaí

2.1.1 O gênero *Euterpe*

O açaizeiro, palmeira tipicamente amazônica, tem aproximadamente 28 espécies congregadas no gênero *Euterpe* e distribuídas das Antilhas e América Central até regiões florestais da Amazônia Peruana. No Brasil, as espécies mais importantes desse gênero são três: 1) *E. oleracea* Mart, com ocorrência em toda a extensão do estuário amazônico, do Maranhão ao Amapá e no Pará, ocorrendo também no vale do Baixo - Amazonas, até contrafortes do Andes; 2) *E. precatória* Mart, nas regiões central e ocidental da Amazônia até contrafortes dos Andes; 3) *E. edulis* Mart, antigamente abundante na floresta Atlântica e do centro sul do Brasil, atualmente está seriamente ameaçada devido à desordem na exploração de seu palmito (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998).

Apesar de os produtos comercializados, frutos e palmitos, serem muitos parecidos e receberem a mesma denominação, há diferenças entre as espécies *oleracea* e *precatória*, como o tipo biológico, a primeira é multicaule a segunda não; época de safra; densidade e produtividade por indivíduo e por área (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998).

O açaizeiro que prevalece no Estado do Amazonas é o açaí de terra firme, que segundo Souza (1996) é popularmente conhecido como açaí-solitário, açaí-do-amazonas, palma del rosario (Bolívia), yuyu chonta (Peru); pertencente à família Arecaceae, cujo nome científico é *Euterpe precatória* Mart, tem como característica principal a ausência de perfilhos. É uma palmeira monocaule, de estipe delgado, sem espinhos e de cor clara, atinge em média 15 a 35 m de altura e 10 cm a 20 cm de diâmetro.

Euterpe oleracea, espécie típica de várzea, comum no Estado do Pará apresenta cor de gris clara, altura média de 10 – 15 m, podendo atingir 35 m, diâmetro de 12 a 18 cm, apresenta abundância de perfilhos em sua base (ROGEZ, 2000). Conhecido popularmente no Brasil como açai-de-touceira, açai-do-pará, açai-do-baixo-amazonas e açazeiro; na Venezuela, como Manaka (SOUZA, 1996).

O gênero *Euterpe* desenvolve-se bem em uma gama variada de solo, que vai desde o bastante argiloso das várzeas do estuário amazônico, até o areno-argiloso das áreas de terra firme. Geralmente, o pH dessas áreas varia de 4,5 a 6,5. Solos com altos teores de matéria orgânica favorecem o crescimento da palmeira (NOGEIRA, 1996; VIEGAS et al., 2004).

A frutificação inicia-se a partir do terceiro ano após o plantio, ocorrendo produção praticamente o ano todo. Segundo Souza (1996) o período de produção da espécie *Euterpe precatoria* vai de janeiro a agosto. Quanto ao período de maior produção da espécie *Euterpe oleracea* há dois períodos: 1) safra de inverno (frutos com maturação desigual, qualidade inferior) - janeiro a junho; 2) safra de verão (maturação uniforme, frutos de melhor qualidade) – agosto a dezembro. (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998).

Os frutos são globulosos, arredondados com diâmetro em torno de 1,7 cm e com peso de 2 a 3g, sendo considerado 1,5 g o peso médio de um fruto (SOUZA, 1996; NGUYEN NHU NHU 1998). O fruto proveniente dos açazeiros é chamado de açai, formando cachos com peso entre 3 kg e 8 kg. Possuem uma única semente, envolta por um tecido fibroso e coberta por uma camada de polpa fina e seca (SUFRAMA, 2003b).

A semente de *Euterpe precatoria* preenche a maior parte do fruto, apresenta forma globosa, coloração marrom escuro e diâmetro médio de 11,5 mm. O tegumento é delgado, constituído por várias camadas de células que podem ser agrupadas em três estratos distintos (AGUIAR; MENDONCA, 2003).

De acordo com Rogez (2000) o fruto da *Euterpe olerace* apresenta epicarpo violáceo-púrpura, quase negro e muito fino, onde somente 5 a 15 % do volume do fruto é representado pela polpa, esta proporção pode, ainda, variar dependendo do grau de maturação do fruto e variedade das espécies, conforme mostra a Figura 1.

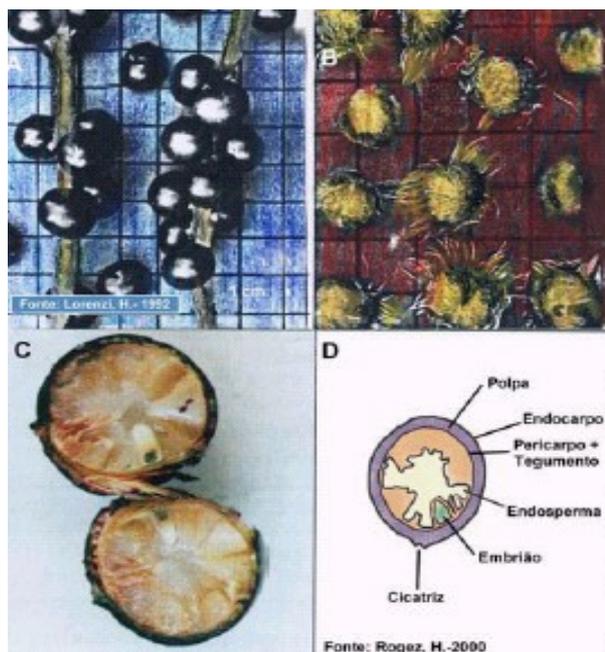


Figura 1 – Apresentação dos frutos do açazeiro. A) Frutos *in natura*, B) Caroços despulpados, C) Caroço seccionado e D) Esquema da secção.

Fonte: Rogez, 2000

2.1.2 Aspectos sócio-econômicos

O açazeiro tem grande importância sócio-econômica para a Amazônia, pois apresenta potencial de aproveitamento integral, como por exemplo, madeira para construções rurais, palhas para coberturas, matéria-prima para artesanato, corante, como mostra o Quadro 1 (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998).

Quadro 1

Quadro 1 - Possibilidades de uso das diferentes partes do açazeiro

Componentes	Produtos e sub-produtos
Frutos	Produção do “vinho” de açaí, com o qual se faz creme, sucos, sorvetes, picolés, licores, mingau. Produção de adubo orgânico, álcool carburante e anti-diarréico.
Gomo Terminal	Palmito (salada, recheio, creme) e ração animal.
Folhas secas	Cobertura de casas, paredes e fabricação de adubo.
Folhas verdes	Fabricação de cestos, tapetes, chapéus, esteiras, adornos caseiros, ração animal e papel. Adubo orgânico, cobertura morta e sombreamento de sementeiras e plantas.
Estipe (caule)	Adulto e seco é utilizado como esteio, paredes, assoalhos, ripas para cerca, lenha para olaria, pontes, cercados de currais, chiqueiros para porcos, etc. Adulto e verde serve para produção de celulose e como isolante térmico.
Cacho	Vassoura e adubo orgânico
Caroço (amêndoa e endocarpo)	Decomposto é largamente empregado como adubo orgânico. Queimado, produz fumaça que repele mosquito. Seco, é empregado no artesanato.
Raízes	Proteção do solo contra erosão, anti-hemorrágico

Fonte: MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al. (1998).

No entanto, a grande importância desta palmeira é como fonte alimentar, fornecendo palmito e o fruto açaí.

A extração do palmito na região Amazônica se iniciou nos anos sessenta, motivada pela quase extinção dos palmiteiros da Mata Atlântica, o *Euterpe edulis*. A indústria de palmito do sul e sudeste do país instalou-se na Floresta Amazônica e passou a consumir vorazmente os açazeiros. O palmito do açazeiro transpôs as fronteiras amazônicas e até do Brasil, e passou a ser apreciado nos grandes centros criando uma nova demanda, fato este que também acontece com a polpa do fruto açaí. (CANTO, 2001).

Do fruto açaí se extrai uma bebida conhecida, popularmente, na Amazônia como “vinho de açaí” que em algumas áreas, constitui complemento de base da alimentação das classes populares do Norte brasileiro importante para desenvolvimento agroindustrial da região Amazônica (TANGHE, 1999; YUYAMA et al., 2002a).

Segundo Rogez (2000) o termo “vinho de açaí” seria usado pelo fato de sua cor ser similar à do vinho tinto, no entanto, adverte o uso desta denominação, justificando que não é utilizada pela população nativa, rural ou urbana; não tem fermentação alcoólica, nem destilação.

Canto (2001) justifica que o uso popular de “vinho de açaí” seria para diferenciar a fruta da bebida, no entanto, é mais corriqueiro chamar a bebida simplesmente de açaí.

De acordo com Rogez (2000), a partir dos frutos do açaizeiro, amolecidos em água morna, extraí-se uma bebida mais ou menos espessa. A bebida é chamada açaí – fino, médio ou grosso -, dependendo da proporção de água adicionada durante sua elaboração.

O Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Açaí (BRASIL, 2000) define polpa de açaí e açaí como sendo “produtos extraídos da parte comestível dos frutos do açaizeiro através de métodos tecnológicos adequados”, classifica-os, de acordo com a não adição ou adição de água e seus quantitativos (% em sólidos totais), em:

- a) Polpa de açaí (a polpa extraída sem adição de água);
- b) Açaí grosso ou especial (tipo A) - a polpa extraída com adição de água e filtração, de aparência muito densa, apresentando acima de 14% de sólidos totais;
- c) Açaí médio ou regular (tipo B) - polpa extraída com adição de água e filtração, com aparência densa, apresentando acima de 11 a 14% de sólidos totais;
- d) Açaí fino ou popular (tipo C) - é a polpa extraída com adição de água e filtração, cuja aparência é pouco densa, apresentando de 8 a 11% de sólidos totais.

“Vinho de açaí”, suco de açaí, polpa de açaí ou simplesmente açaí são denominações, muitas vezes usadas como sinônimos para descrever o produto oriundo do fruto do açaizeiro (SOUZA, 1996; ROGEZ, 2000; SEBRAE/AM, 2000; CANTO, 2001).

Canto (2001) considera o açaí sob forma de bebida açaí o produto mais popular proveniente do açaizeiro, descrevendo-o como um líquido cor violácea, o qual durante seu processo de obtenção a água é adicionada.

Os frutos são vendidos como matéria-prima, em feiras e mercados regionais, para preparação da bebida açaí que é fundamental e obrigatória na cadeia de comercialização, pois é a maneira como é comprado, consumido e exportado; uma vez que não há o consumo direto do açaí na forma de frutos e nem da polpa integral (ROGEZ, 2000;CANTO, 2001). A Figura 2 mostra a aparência do açaí grosso – tipo A.



Figura 2 – Açaí grosso sendo elaborado
Fonte: CANTO, 2001

2.2 A colheita dos frutos

O ponto ideal para a colheita é quando os frutos apresentam casca de cor preta, recoberta por uma camada branco-acinzentada, com aparência de pó (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998). O ponto de maturação é feito por simples observação dos frutos, sua cor que determinará o dia a ser feita a colheita (ROGEZ, 2000).

Rogez (2000) explica que a colheita dos frutos é uma tarefa, na grande maioria, realizada pelos homens ou adolescentes porque é difícil e perigosa (Figura 3), onde para subir até o cume do estipe, os apanhadores utilizam um instrumento denominado de peconha, espécie de cinto traçado a partir de folhas do próprio açazeiro ou algumas vezes de fibras sintéticas, para dar sustentação aos pés enquanto escalam o caule do açazeiro com os dois braços cercado a estirpe e mantendo o equilíbrio. Ao atingir o topo da palmeira, o cacho é cortado com um facão e então retirado do açazeiro.



Figura 3 – Apanhador de açai.

Uma vez no chão, os cachos sofrem o debulhamento, que consiste na retirada dos frutos do cacho, onde o apanhador passa seus dedos entre os ramos do cacho, pressionando os frutos para se desligarem dos cachos (ROGEZ, 2000). A Figura 4 mostra a etapa de debulhamento.

Há diferenças nas formas de acondicionamento praticadas nos Estados do Amazonas e Pará. No Amazonas, os frutos são acondicionados em sacas de 50 kg, conforme demonstrado na Figura 5; enquanto no Pará, o acondicionamento é feito em paneiros (cestos traçados de tala), pesando em torno de 15 kg (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998).



Figura 4 – Retirada dos frutos do cacho, debulhamento.



Figura 5 – Forma de acondicionamento dos frutos de açaí, durante a colheita no Estado no Amazonas.

2.2.1 Acidentes mais comuns que ocorrem com apanhadores de açaí

O Quadro 2 aponta os acidentes mais comuns com os trabalhadores envolvidos na colheita do açaí.

Quadro 2

Quadro 2 – Principais acidentes que envolvem os apanhadores de açai

Ocorrência	Comentários
Picada de cobras, ou escorpiões.	Os animais procuram abrigo nas touceiras.
Esfolamento nos pés, nas mãos e nas pernas.	Ocorre quando o apanhador escorrega pelo estipe. É comum acontecer quando a peconha se parte, ou perdem o equilíbrio.
Empalação	Os estipes menores na touceira podem causar ferimentos graves no momento da descida, ou Uma queda.
Ferimentos e fratura de ossos	As quedas ocorrem mais pela quebra dos estipes do que o apanhador se desprender.
Ferimentos de faca	A faca que é usada na coleta pode causar acidentes tanto para o apanhador como para quem está embaixo auxiliando.
Dores no peito, nos pés e nas costas.	Os apanhadores entrevistados queixaram – se de dores musculares nestas regiões do corpo após as escaladas nas árvores, possivelmente geradas pelo esforço físico, mas para minimizar estes efeitos, utilizavam-se de massagens.
Perda do tato, artroses.	Apanhadores mais antigos frequentemente desenvolvem estas doenças, mas não foram encontrados estudos comprovando a relação entre o trabalho e a doença.

Fonte: CANTO, 2001

Canto (2001) afirma que tais acidentes ou doenças não são registradas devido à informalidade da atividade; comenta, ainda que a busca por ajuda médica especializada só acontece quando a lesão é muito grave

2.3 A produção e o mercado de açaí

“O mercado de frutos de açaí é suprido em grande parte pela produção extrativista” (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998).

Extrativismo vegetal é conceituado como o processo de exploração dos recursos vegetais nativos, compreendendo a coleta ou apanha de produtos de forma racional, que permita a obtenção de produções sustentadas ao longo do tempo, ou de modo primitivo e itinerante, possibilitando, geralmente, apenas uma única produção (IBGE, 2003).

O extrativismo, ou coleta florestal para fins comerciais, é um modo de exploração arcaico que na floresta amazônica brasileira teve seu apogeu com o período da borracha, e que se refere essencialmente à exploração de produtos florestais não lenhosos. Historicamente, consideram-se como produtos tradicionais do extrativismo a borracha e também a castanha-da-amazônia. Na década de 80 essa prática retornou, porém aplicada a outros recursos: essencialmente frutos, que então passaram a ser denominados produtos não tradicionais do extrativismo (PALLET, 2002).

Na década de 90, a exploração predatória ameaçou risco à espécie, então medidas como extrativismo manejado e sustentável foram adotadas por instituições competentes para racionalização da exploração e cultivo do açaí. Os cultivos racionais de açaizeiro são incipientes, e geralmente coordenados pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA e parcerias como, por exemplo, com a Superintendência da Zona Franca de Manaus - SUFRAMA (SUFRMA, 2003).

De acordo com os levantamentos realizados, o Estado do Pará é o maior produtor extrativista de açaí, produzindo 134.840 no ano de 2003 (93,3 % da produção nacional), mantendo-se em primeiro também no ano de 2004 com a produção de 90.512 t; seguido do Maranhão com 6.372 t no ano 2003 e 7226 t em 2004; Amapá com 1.390 t/ano; e o Amazonas

com 1.134 t/ano (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2003; IBGE, 2004).

Rogez (2000) considera cerca de 180 t/mês a quantidade exportada pelo Pará para o Rio de Janeiro. Além de considerar na ordem de 8.000 T exportadas, somente no ano de 1998.

A produção do Amazonas, em nível regional e nacional é pouco significativa, onde predomina a *Euterpe precatoria*. Isso, no entanto, não deve ser causa de menor interesse econômico (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998).

Dados do IBGE (2003), mostram que o município de Manicoré é o maior produtor extrativista do Estado Amazonas com 293 T/ano, que representa cerca de 25,8 % da produção do Amazonas; o segundo é município de Manacapuru com 191 T/ano; o terceiro é Jutai com 153 T/ano; município de Codajás aparece em quarto lugar, com produção de 146 T/ano, o que representa cerca de 12,85 % da produção estadual.

O principal centro consumidor da produção amazonense de açaí é a capital do Estado, Manaus. No entanto, a demanda é crescente na tanto na região como no mercado nacional, caracterizando-se pelo comércio de açaí congelado, o que faz o produto ganhar lugar de destaque cada vez maior entre os consumidores de polpa de frutas (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998). O consumo em Manaus parece ter surgido com o grande fluxo de populações interioranas, atraídas pela oferta de emprego na capital (SEBRAE – AM, 2000).

Segundo Pallet (2002), os frutos provenientes do extrativismo, como é o caso do açaí, têm grande potencial no mercado por várias razões: 1) sua exploração racional não coloca em risco o estoque de recursos; 2) oriundos da floresta, tais produtos estão carregados de valores novos trazidos pela Amazônia e também por seus habitantes; têm uma imagem ecologicamente correta e, portanto encontram entrada facilitada no mercado orgânico, natural etc; 3) sua composição é rica em micronutrientes, podendo posicionar-se como alimentos funcionais e naturais em face de produtos sintéticos.

Sendo um dos principais alimentos amazônicos, o açaí tem seu consumo bastante elevado em toda região Norte, possuindo um mercado regional bem desenvolvido e crescente, e vem sendo cada vez mais consumido fora da Região Amazônica (SEBRAE /AM, 2000). Seu consumo é notado também em outras regiões do país, com destaque para o Rio de Janeiro, onde o açaí é encontrado com muita frequência, uma das razões para isto é uma das tendências do povo carioca em experimentar o que é novo e principalmente pelo valor energético do açaí, muito apreciado pelos desportistas (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998).

Para os consumidores do Sul do Brasil, segundo Rogez (2000), o açaí é ingrediente para elaboração de sorvetes, gelados, geléias ou misturas com outras frutas (banana, acerola, morango, kiwi, castanhas), cereais granola e açúcar; já na região Norte, o consumo é feito com farinhas de mandioca ou tapioca com ou sem açúcar, acompanhando peixes fritos, na forma de mingaus ou sorvetes.

O mercado externo representa um potencial de grande significância, existindo possibilidades concretas de se tornar uma realidade extremamente interessante para o segmento de produção de polpas tropicais, particularmente para o açaí (SUFRAMA, 2003).

2.4 O açaí sob forma de polpa ou bebida

2.4.1 A obtenção do açaí – o despulpamento

“Polpa de fruta é o produto obtido por esmagamento das partes comestíveis de frutas”.
carnosas por processos tecnológicos adequados” (BRASIL, 1978).

A polpa integral do açaí é uma camada muito fina e de difícil separação do caroço, sendo por isso muito mais complicado seu estudo e sua obtenção, além do mais, seu consumo se dá sob a forma de bebida e não de polpa integral (ROGEZ, 2000).

Antes de ocorrer o despulpamento dos frutos, os mesmos são colocados em depósitos com água à temperatura de aproximadamente 50 °C, durante 20 minutos. Esta etapa tem como objetivo amolecer o mesocarpo dos frutos antes do despulpamento (MINISTÉRIO MEIO AMBIENTE et al., 1998).

O atrito, adição de água e filtração são os princípios do despulpamento, Rogez (2000) explica que pode ser realizado manualmente, com máquina manual ou com máquina a motor elétrico:

- a) Manualmente: comumente empregado por famílias produtoras do fruto. Os frutos são amassados sobre uma peneira de furos grossos. Assim a polpa é destacada do caroço e ocorre a adição progressiva de água, ficando apenas os caroços sobre a peneira. A mistura de polpa e água é amassada novamente e filtrada em outra peneira de furos mais finos;
- b) Máquinas manuais: máquinas de madeira, de forma cilíndrica, com eixo armado de palhetas do lado de dentro, as quais em movimento circular provocam atrito com os frutos e entre os frutos. Os frutos são batidos, inicialmente, sem adição de água que é progressivamente adicionada, formando então uma emulsão que desce por gravidade e é filtrada em uma peneira com furos pequenos. Este tipo de despulpa é muito usado no meio rural por necessitar de menos mão-de-obra e não precisar de energia elétrica;
- c) Máquinas a motor elétrico: têm forma cilíndricas e são de aço inoxidável, apresentam os mesmo princípios que os das máquinas manuais. No entanto, permitem produzir açaí em escala maior, podendo a produção diária atingir 100 a 200 litros. Os frutos são colocados no cilindro, onde sofrem atrito, adição de água e seguem para filtração. Ao término da

despolpa, o motor é desligado e os caroços e os resíduos constituídos pelo epicarpo são eliminados por um orifício lateral. Esta forma de despolpa é praticada no meio urbano.

A Figura 6 apresenta o esquema de uma máquina a motor elétrico.

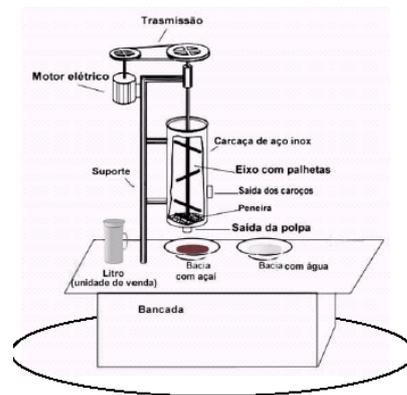


Figura 6 – Esquema de uma máquina elétrica de despolpar açaí

Fonte: CANTO, 2001

Castro (1992), explica que ao término da batida ou despolpa manual, a bebida é colocada em baldes para que sejam despejados – com auxílio de um caneco de 1 L - em sacos plásticos com capacidade de 1 kg e que contém pouco mais que 1 L, os quais são fechados por um nó, conforme pode ser visualizado na Figura 7.



Figura 7 – Acondicionamento manual do açaí em sacos plásticos.

Após o acondicionamento em sacos plásticos, a polpa extraída com adição de água é vendidos sob denominação de açaí grosso, fino ou médio, dependendo da aparência de sua textura, que vai determinar também o preço do produto: quanto mais grosso, maior o preço. A

maioria do açaí obtido é comercializada como produto fresco e com consumo nas horas seguintes ao despulpamento. No entanto, os que seguem para exportação são congelados e na grande maioria é açaí fino, para compensar os altos custos com congelamento, armazenagem em câmara frias e transporte frigorífico (ROGEZ, 2000).

2.4.2 Composição nutricional do açaí

Tem-se conhecimento da composição química em relação aos macro nutrientes de muitos alimentos da Amazônia, no entanto, no que se refere aos elementos minerais, em especial aos micro há poucos estudos, deixando uma lacuna (YUYAMA et al., 2002a).

O açaí constitui-se um alimento altamente energético em função da elevada concentração de lipídio (YUYAMA et al., 2002b). Rogez (2000) ao estudar o perfil dos ácidos graxos do açaí constatou alto teor em ácidos graxos mono e poliinsaturados, onde o oléico é o mais abundante (54,9%) seguido dos ácidos palmítico (25,9%) e linoléico (11,5%).

A discussão nutricional, que pode ser observada no Quadro 3, refere-se ao açaí sob forma de bebida (polpa extraída com água), uma vez que é a forma de consumo predominante.

Quadro 3 – Composição química e valor energético do açaí

Composição	Rogez et al., (1996) ¹	TANGHE (1999) ¹	AGUIAR (1996) ²	YUYAMA et al., (2002b) ²	PEREIRA et al., (2002) ¹	TOAIARI et al., (2005) ¹
Energia (kcal/100g)	66,3	-	262,00	93,3		
Proteínas (g/100g)	13	11,56	3,6	11,3	10,75	10,3
Lipídios totais (g/100g)	48	49,88	2,00	4,9	42,72	42,7
Açúcares totais (g/100g)	1,5	3,03	57,4	-		34,10
Fibras brutas (g/100g)	34,0	25,65	32,7	2,4		12,5
Cinza (g/100g)	3,5	3,25	1,00	0,4	4,21	0,44
Sódio (mg/100g)	56,4	-		-		
Vitamina B1	0,25	-		-		
α -tocoferol (mg/100g)	45	-		-		
Ferro (mg/100g)				1,36		11,92

(1) em matéria seca e (2) em matéria fresca.

O açaí pode ser considerado uma excelente fonte de fibra alimentar, com concentração média de fibra total de 5,93 g/100g do produto, a média de 5,11 g/100 g para fibra insolúvel e de 0,82 g/100g fibra solúvel (YUYAMA et al., 2002c).

Yuyama et al., (2002c) explica que as variações no teor de fibra encontrado nas literaturas são decorrentes: 1) dependência dos resultados expressos em base seca (desidratados) ou em matéria fresca, forma que é consumido o açaí; 2) perda nos componentes residuais retidos na despulpadeira elétrica; 3) Publicações muito antigas, algumas com mais de 50 anos; 4) falta de representatividade das amostras, bem como as técnicas metodológicas empregadas. Estes fatores fazem com que imprecisões nos resultados sejam gerados na literatura científica.

Tanghe (1999) ao comparar a composição química de açaí procedente do Estado do Pará, Maranhão e Amapá encontrou diferenças significativas entre as amostras estudadas.

Diferentes valores quanto aos teores de fibras foram encontrados por Yuyama et al., (2002c) ao comparar açaí proveniente de distintos municípios do Estado do Amazonas; Benjamim Constant e Anamá obtiveram valores significativamente maiores (6,6 g/100g, 6,51 g/100g respectivamente) que Manaquiri (3,48 g/100g), Autazes (3,78g/100g) e Tabatinga (5,20 g/100g).

Quanto ao teor de glicídios assimiláveis (glicose, frutose e sacarose) este é relativamente baixo, não podendo ser considerado fonte de energia rápida para o consumidor (ROGEZ, 2000).

2.4.2.1 O Ferro

A utilização empírica do açaí no combate de anemia ferropriva é prática expressiva na região amazônica (YUYAMA et al., 2002b; TOAIARI, et al., 2005). Trabalhos mais antigos

(ENDEF,1982) apontavam o açaí como alimento com alto teor de ferro 11,8 mg /100g da parte comestível. Em trabalhos recentes Yuyama (2002a) considera o açaí alimento com baixa concentração deste mineral, com valores variando de 0,29 a 1,093 mg% de matéria seca.

TOAIARI et al., (2005) encontrou valores de 11,92 mg/100g de matéria seca, enquanto Rogez (2000) apresenta valores de 1,5 mg/100g de matéria seca.

Comparando os teores de ferro presentes no açaí de diferentes municípios do Estado do Amazonas com o procedente do Estado Pará, Yuyama (2002a) constatou que ao longo do mesmo ecossistema – Bacia do Rio Solimões - o teor de ferro no açaí procedente de Anamá e Benjamin Constant (731,3 µg%, 709,8 µg% respectivamente) foi significativamente maior quando comparado com o dos Municípios de Tabatinga (501,1 µg%) e Codajás (289,8 µg%).

Yuyama et al., (2002a), descobriu ainda que as maiores concentrações deste mineral estavam presentes em açaí oriundos dos municípios de Parintins (1093,5 µg% de matéria seca) e Barcelos (979,8 µg% de matéria seca). O açaí procedente do Pará, especificamente da Ilha das Onças, apresentou concentração de ferro no valor médio de 460,3 µg% de matéria seca inferior, significativamente, ao valor médio encontrado no município de Parintins.

Estudo para determinar a biodisponibilidade de ferro do açaí em ratos constatou que a ração à base de açaí não foi eficaz na recuperação de hemoglobina ao final do período de depleção, o que demonstrou a pouca expressividade do ferro (TOAIARI et AL., 2005).

Com a finalidade de descobrir a ação anti anêmica do açaí, Yuyama et al., (2002b) trabalhou com pré-escolares, os quais foram divididos em cinco grupos alimentados com fontes distintas de ferro e constatou que, em relação à hemoglobina, não foi encontrada diferença significativa entre as crianças dos diferentes grupos, independente da fonte de ferro.

A pesquisadora concluiu que o açaí apresenta pouca expressividade como fonte de ferro e grande potencial energético, visto que o grupo de crianças que recebeu o açaí apresentou ganho de peso significativo.

A absorção é etapa importante na biodisponibilidade do ferro e no caso do açaí essa baixa biodisponibilidade pode ser justificada pela presença de inibidores da absorção do ferro como, por exemplo, elevado teor de tanino (232 µg%) e fibra alimentar (YUYAMA et al., 2002b; TOAIARI, et al., 2005).

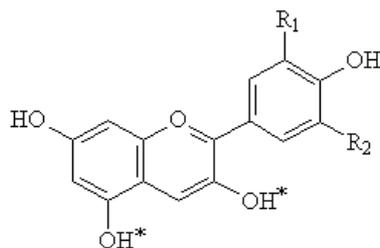
Os taninos provocam a formação de tanatos de ferro, insolúveis no intestino, indisponibilizando a absorção deste mineral (SILVA e SILVA, 1999; TOAIARI, et al., 2005).

Além disto, a forma sob a qual o ferro se encontra - o ferro hemíco e não hemíco - é importante fator para a absorção. O ferro não hemíco é fortemente influenciado por vários componente da dieta; já o ferro hemíco, tem sua absorção relativamente independente da composição da refeição e é pouco afetada por fatores facilitadores e/ou inibidores da alimentação (COZZOLINO, 2005)

2.4.2.2 Antocianinas

As antocianinas são pigmentos naturais que determinam a coloração de grandes variedades de vegetais, incluindo os utilizados como alimentos, responsáveis pela coloração azul, vermelha, violeta e púrpura de muitas espécies do reino vegetal (STRINGHETA; BOBBIO, 2006). Pertencente a família dos flavanóides, as antocianinas são os pigmentos naturais responsáveis pela coloração roxa avermelhada do açaí (SOUZA, 2000).

As antocianinas são glicídios que apresentam em sua estrutura química um resíduo de açúcar na posição 3, facilmente hidrolisado por aquecimento com HCl 2N. Como produtos desta hidrólise obtêm-se o componente glicídico e a aglicona (antocianidina). As antocianidinas têm como estrutura básica o cátion 2-fenilbenzopirílium, também denominado flavílium (Figura 8) (ARSEGO et al., 2006).



*ligação com açúcares

Antocianidinas	R1	R2
cianidina	OH	H
peonidina	OCH ₃	H
delfinidina	OH	OH
Petunidina	OCH ₃	OH
Malvinidina	OCH ₃	OCH ₃
pelargonidina	H	H

Figura 8 – Estrutura base das antocianinas

Fonte: (KUSKOSKI et al., 2004; STRINGHETA; BOBBIO, 2006).

As antocianinas são derivadas do cátion flavílium devidamente adicionados dos grupos fixados sobre os ciclos aromáticos, diferem entre si pelo número de grupos hidroxílicos e/ou metoxílicos presentes na aglicona, pela natureza, número e posição dos açúcares e de ácidos alifáticos ou aromáticos ligados à molécula de açúcar, o que confere grande diversidade a esse grupo de substâncias (FENNEMA, 1993).

Geralmente os açúcares ligados a antocianidina são a glicose, a arabinose, a galactose e a ramnose (MAZZA; MINIATI, 1993). O primeiro açúcar está sempre na posição 3, os demais podem ocupar outras posições ou ligar-se o primeiro, dependendo do açúcar ligado ao cátion flavílium tem-se diferentes antocianinas (FENNEMA, 1993).

São vinte variedades de antocianinas, dentre as quais apenas seis têm importância alimentícia: pelargonidina, cianidina, delfinidina, peonidina, petunidina, e a malvidina (FENNEMA, 1993; BERNARDINO et al., 2006; DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

A mesma antocianina poderá ter diferentes cores, dependendo do pH, da concentração da solução e da presença de co-pigmentos (STRINGHETA; BOBBIO, 2006). As antocianinas possuem coloração avermelhada em meio ácido, violeta em meio neutro e azul em condições alcalinas (Willstätter, 1912; Pratt, *apud* TERCI; ROSSI, 2002;).

O açaí que apresenta pH entre 5,0 – 5,6 e ao se acrescentar substância ácida, que permite o decréscimo do pH da bebida, a cor muda para vermelho. Ao contrario, no caso de se elevar, pela adição de substâncias básicas, a cor torna-se azul (QUEIROZ et al., 1996).

Além do pH, a cor das soluções de antocianinas depende de outros fatores como concentração, tipo de solvente, temperatura, estrutura do pigmento, presença de substâncias capazes de reagir reversível ou irreversivelmente com a antocianina, entre outras. No entanto, o pH é certamente o fator mais importante no que diz respeito à coloração das antocianinas (CONSTANT; STRINGHETA, SANDI, 2002).

A temperatura alta exerce grande impacto sobre a destruição das antocianinas durante transporte, transformação e armazenamento; a luz também pode degradar as antocianinas; além do contato com o oxigênio e acúmulo de gás carbônico nas câmaras de armazenagem favorece a degradação destes pigmentos (ROGEZ, 2000).

As antocianinas são rapidamente destruídas durante os tratamentos térmicos, ficando mais sujeitas ainda a esta destruição, se o tratamento térmico permitir o contato com metais tais como íons de ferro e de cobre das latas de conserva não vitrificadas, paredes tubulares do pasteurizador, etc (ROGEZ, 2000).

As antocianinas têm estrutura química adequada para atuar como antioxidantes, podem doar hidrogênios, ou elétrons aos radicais livres (KUSKOSKI et al., 2004).

A atividade antioxidante de compostos fenólicos é principalmente devida às suas propriedades de óxido-redução, as quais podem desempenhar um importante papel na

absorção e neutralização de radicais livres, quelando o oxigênio triplete e singlete ou decompondo peróxidos (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

Compostos polifenólicos, especialmente os flavonóides possuem atividade antioxidante e significativa contribuição para a saúde, uma vez que apresentam efeitos na prevenção de enfermidades, como: doenças cardiovasculares, cancerígenas e doenças neurológicas (SAUTÉ-GARCIA et al., 1997; SCHRAMM; GERMAN, 1998; LAPIDOT et al., 1999; SÁNCHEZ-MORENO, 2002).

O consumo de substâncias antioxidantes na dieta diária pode produzir uma ação protetora efetiva contra os processos oxidativos que naturalmente ocorrem no organismo (DEGÁSPARI; WASZCZYNSKYJ, 2004).

Bobbio et al., (2000) ao identificar e quantificar as antocianinas do fruto do açaizeiro constatou que o teor de antocianinas totais na casca do fruto açaí é, em média, de 50m g/100 g. Considerando que a casca corresponde a 19% do peso do fruto, pode-se afirmar que o teor de antocianina do fruto de açaí é de 263 mg/100g de casca. Os pesquisadores identificaram a cianidina-3-arabionósídeo e cianidina-3-arabinosídeo como as duas principais antocianinas da casca dos frutos do açaí e concluíram que o açaí é uma matéria prima viável para obtenção de antocianinas para uso como corante natural.

Souza (2000) considera o açaí como um dos produtos mais ricos em antocianinas, apresentando entre 75,5 e 180,0 mg/100 g de frutos; e identificou Cianidina-3-glicosídeo e Cianidina-3-rutinosídeo como as duas antocianinas principais do açaí.

Lima et al., (1998) encontrou valores de 357 a 926 mg de antocianinas/ 100 g do suco de açaí.

Em estudo para determinar o teor de antocianinas em polpa de acerolas congeladas, Lima et al., (2003) encontro valores que variam de 59, 74 mg a 3,79mg/100g de polpa.

Kuskoski et al., (2004) estudou a atividade antioxidante de pigmentos antocianicos e encontrou que dentre as antocianinas estudadas a delphinidina e a cianidina-3- glicosídeo apresentaram maior atividade antioxidante, duas vezes mais que o antioxidante sintético usado como referência - Trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromo-2- ácido carboxílico). Os demais compostos antocianicos estudados (peonidina, pelargonidina e malvinidina) tiveram atividade inferior, no entanto, com potencial equiparável ao Trolox. E assim, concluíram que as antocianinas têm excelente propriedade antioxidante.

2.5 Dificuldades na agroindústria do açaí

São apontados como principais empecilhos a dificultar a expansão da exploração do açaí na Amazônia Ocidental: a) custo elevado de insumos; b) alta perecibilidade do produto; c) deficiência de armazéns frigoríficos; d) distâncias entre áreas produtoras e as de consumo; e) processamento deficiente em termos de higiene e qualidade da água utilizada; f) assistência técnica pouco eficaz (SUFRAMA, 2003).

Na tentativa de retardar as alterações e assim aumentar sua vida útil, o açaí é geralmente congelado, forma como é exportado. Os produtores rurais que utilizam esta técnica para conservar o açaí em seu município, têm dificuldades, pois a técnica requer investimentos e boas instalações elétricas e de frio, muitas vezes precárias ou inexistentes nos interiores. Além de ser muito onerosa e favorecer uma perda de 5 a 60% de antocianinas (ROGEZ, 2000).

Apesar de não serem problemas recentes, e muitas pesquisas científicas tenham sido desenvolvidas na tentativa de resolver tais problemas, as soluções ainda estão sendo procuradas, inspirando novas pesquisas específicas, que proporcione a expansão dos

conhecimentos técnicos e científicos e fundamentem a prática do trabalho de exploração do açaí (CANTO, 2001).

2.5.1 Contaminação microbiana do açaí

O açaí tem a característica de ser altamente perecível, visto que não resiste mais de 12 horas, mesmo sob refrigeração. Esta perecibilidade é explicada tanto pela ação deteriorativa de microrganismos (bactérias, bolores e leveduras) quanto de enzimas, próprias do açaí, que degradam alguns de seus constituintes (SEBRAE/AM, 2000).

“Problemas sanitários impedem que o Amazonas exporte suas polpas de frutas, que teriam mercado garantido em outros países”. Há interesse em expandir as exportações de açaí, mas a falta de cuidados higiênicos e de boas práticas de manejo tem inviabilizado este processo (LIMA, 2004).

Os bolores e as leveduras estão presentes, naturalmente, na superfície dos frutos de açaí, enquanto as contaminações por coliformes, salmonelas e outros microrganismos patogênicos são devidos ao seu manuseio inadequado (EMBRAPA, 2005).

Em estudos realizados por Rogez (2000) sobre a contaminação do açaí do Tipo - B, o autor encontrou cargas de bactérias contaminantes que variaram $1,1 \cdot 10^5$ a $1,5 \cdot 10^9$ UFC/mL; e de bolores e leveduras de $2,3 \cdot 10^4$ a $8,3 \cdot 10^6$ UFC/mL de açaí. Quanto à presença de coliformes a 45°C, das 61 amostras analisadas, os valores foram > 1.100 NMP/ mL para 53 amostras e valores de 20 a 460 NMP/mL em 8 amostras. Também foi detectada a presença de *Salmonella* em 4 das 26 amostras analisadas.

Rogez (2000) estudou frutos de açaí coletados de maneira asséptica, isto é, coletores usando luvas estéreis, debulhamento feito em laboratório, em boas condições de higiene, com o máximo de proteção e despulpados em máquina higienizada, desinfectada e pasteurizadas

antes de cada batida. Os resultados deste estudo revelam que as bactérias, apesar de ainda encontrar alguns milhões por grama de matéria fresca, estão em média 44 vezes menos numerosas; bolores e levedura são, em média, 8 vezes menos. No entanto, não foram encontrados Coliformes a 45°C nas amostras analisadas, chegando à conclusão de que a “ausência de coliformes fecais nas amostras frescas, demonstra que sua presença resulta de uma contaminação exógena pós-colheita, que é portanto possível de localizar e de solucionar”.

Rogez (2000) enumera os fatores relacionados à contaminação pós-colheita: 1) armazenamentos em paneiros com superfícies contaminadas; 2) transporte em barco, que geralmente ultrapassa dez horas sem ventilação e sem precauções higiênicas sanitárias, favorecendo a multiplicação de microrganismos; 3) venda em mercados populares onde os paneiros ou sacos ficam em contato direto com o chão; 4) higiene do comerciante é insuficiente; 5) má qualidade da água usada no despulpamento dos frutos.

2.5.1.2 Padrão microbiológico para polpa de frutas

A Divisão Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (DINAL), pertencente à secretaria Nacional de Vigilância Sanitária de Alimentos (BRASIL, 2001), estabelece o padrão microbiológico para polpa de frutas (concentradas ou não, com ou sem tratamento térmico, refrigeradas ou congeladas), onde há exigência apenas para pesquisa de: a) Coliformes a 45 °C, com tolerância máxima de 10^2 NMP/g; b) *Salmonella* sp, exigindo ausência em 25 g do produto.

O Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta (BRASIL, 2000) fixa os seguintes limites:

- Soma de bolores e leveduras: máximo 5×10^3 /g para polpa "in-natura", congelada ou não, e 2×10^3 para polpa conservada quimicamente e/ou que sofreu tratamento térmico;
- Coliforme fecal: máximo 1 / g;
- Salmonella: ausente em 25 g.

2.5.2 Enzimas Peroxidase e Polifenoloxidase

As peroxidases e polifenoloxidases podem participar de um grande número de reações oxidativas e de biodegradação, tais como mudança de cor, degradação da clorofila, oxidação de fenóis, oxidação do ácido indolacético e muito desses fatores também pode ser associado com o flavor, cor, textura e qualidade nutricional dos alimentos, sendo, portanto de muita importância o controle destas enzimas para a tecnologia de alimentos, já que são as responsáveis pelo escurecimento enzimático em frutas, vegetais e seus produtos processados (CLEMENTE; PASTORE, 1998).

As polifenoloxidases catalisam dois tipos de reações, ambas envolvendo oxigênio. A primeira reação corresponde à hidroxilação de monofenóis formando orto-difenóis e a segunda à oxidação de ortodifenóis formando orto-quinonas que se condensam produzindo polimerização das quinonas a pigmentos melânicos de cor escura (GOMES et al., 2001).

Uma característica dessas enzimas, em particular da peroxidase, é a alta resistência à desnaturação térmica (Hemeda e Klein, 1991; Wenget *al.*, 1991). Tal característica faz com que a inativação dessas enzimas por processos térmicos convencionais seja ineficaz, uma vez que o tratamento na temperatura de desnaturação das enzimas levaria ao comprometimento da textura e do sabor do produto (CARNEIRO et al., 2003).

As peroxidases estão também envolvidas na descoloração catalítica de antocianinas e outros compostos encontrados em plantas (KAN; ROBSON, 1993).

A peroxidase e polifenoloxidase são apontadas como as responsáveis por mudanças nas propriedades organolépticas e nutricionais do açaí. A peroxidase por ser a enzima mais termorresistente, sua inativação é utilizada como indicadora da eficiência nos tratamentos térmicos (EMBRAPA, 2005). No caso do açaí, a mudança da cor vermelho/roxo para marrom, está provavelmente associada a essas atividades enzimáticas (ROGEZ, 200).

Santos (2001) encontrou valores de 3.200 unidades de polifenoloxidase/100g de polpa de açaí e 153.800 unidades de peroxidase/100g de polpa. Ainda neste trabalho, foi observado que a completa inativação da polifenoloxidase ocorreu após 2 minutos de tratamento térmico a 97°C, enquanto a peroxidase foi inativada com 3 minutos à mesma temperatura.

Estudando o efeito de tratamentos térmicos em maçãs, Valderrama et al., (2001) não observou inativação da peroxidase nos tratamentos empregados (60, 65, 70 e 75 °C) e sim uma perda de 85% da atividade desta enzima após 10 minutos de tratamento térmico dos extratos de polpa de maçã Gala e da casca da maçã Fuji a 75°C. No entanto, observou o decréscimo contínuo de atividade da polifenoloxidase frente aos tratamentos, podendo esta chegar à inativação completa, como no caso da maçã Gala na temperatura de 75°C/10 minutos.

2.6 Processamento Térmico

Baseia-se no emprego de tempo e temperaturas, cientificamente calculadas, ligeiramente acima das máximas que permitem a multiplicação dos microrganismos, de forma a provocar a sua destruição ou inativação de suas células vegetativas (CENA/PCLQ, 2005).

Em alimentos, emprega-se o termo "esterilização comercial" para indicar que nenhum microrganismo viável pode ser detectado pelos métodos usuais de semeadura (BUSATTA; VALDRUGA; CANSIAN, 2005). Potter; Hotchkiss (1995) conceituam esterilização comercial

como o tratamento térmico que inativa todos os microrganismos patogênicos e deteriorantes que possam crescer sob condições normais de estocagem. Assim, estes alimentos podem conter um pequeno número de esporos bacterianos termoresistentes que não se multiplicam.

2.6.1 Pasteurização

A pasteurização é um processo de tratamento de alimentos líquidos em que um certo grau de microrganismos patogênicos são eliminados, aplicando-se temperatura mínima de 75 °C por 16 segundos, onde aquecimento e posterior resfriamento são realizados em trocadores de calor tubulares ou em pratos (TETRA PAK, 2004).

2.6.2 Tratamento Térmico UHT – Ultra High Temperature

O processo consiste basicamente em submeter o produto a uma temperatura de 130° a 150 °C por 2 a 4 segundos, após o que o produto é resfriado a um temperatura inferior a 32 °C e envasado hermeticamente em embalagem cartonada asséptica (MEIRELES; ALVES, 2001).

Uma das principais características dos produtos submetidos ao UHT é sua extensa vida de prateleira, até seis meses ou mais sem refrigeração, período no qual o produto apresenta características bacteriológicas estáveis, físicas e químicas aceitáveis (NIEUWENHUIJSE,1995; INNOVATIONS IN DAIRY, 2001).

São produtos, popularmente, conhecidos como “Longa Vida” devido ao tempo de vida útil em que permanecem na embalagem sem necessidade de refrigeração, desde que a mesma não tenha sido aberta (TETRA PAK, 2006).

A esterilização pode ser feita por dois sistemas (UNIVERSITY OF GUELPH, 2006):

1) Esterilização direta: o produto é aquecido por contato direto com o vapor. A vantagem principal do aquecimento direto é que o produto fica mantido na temperatura elevada por um período de tempo mais curto. Havendo duas modalidades de aquecimento:

- a) Por injeção de vapor no produto. É injetado no produto pré-aquecido vapor em alta pressão, em seguida o produto é resfriado a vácuo para a remoção de água equivalente ao usado na injeção de calor. Equipamentos utilizados: Uperizador, Vacu-Therm Instant Sterilizer (VTIS), Aro-Vac-System;
- b) Produto pulverizado em meio também aquecido por vapor. Equipamentos usados Laquilhares da França e Ultra-Therm dos Estados Unidos.

2) Esterilização indireta: O meio e o produto não estão em contato direto, mas separado por superfícies de contato do equipamento. Neste sistema os alimentos fluidos ou semifluidos são aquecidos indiretamente em equipamentos que promovem a troca de calor, constituída de:

- a) Trocadores de placas: Ultramatic; Dual-Purpose System;
- b) Trocadores tubulares: Sterideal; sistema CTA;
- c) Trocadores de superfícies rápidas: Votator Scraped surface; Heater; Therutator Heater; Kombinator.

Atualmente, no Brasil são produzidos e envasados pelo processo UHT alimentos líquidos como: leite, sucos, chás, água de coco e iogurtes; e produtos viscosos como, maionese, molhos de tomate, goiabada e requeijão. Tecnologias para envase de alimentos sólidos como, sopa com pedaços, legumes e rações para animais já são desenvolvidas e devem chegar ao Brasil em breve (TETRA PAK, 2006)

2.6.2.1 Vantagens e limitações do processo UHT

Aponta-se as seguintes vantagens ao uso do UHT (UNIVERSITY OF GUELPH, 2006):

- Alta qualidade do produto;
- Vida útil prolongada;
- Transporte facilitado

As seguintes limitações da aplicação do processo UHT são destacadas (INNOVATION IN DIARY, 2001; UNIVERSITY OF GUELPH, 2006):

- Transferência de calor dificultada por partículas sólidas;
- Custo elevado da embalagem asséptica, complexidade dos equipamentos;
- Certos defeitos, como gelatinização e desnaturação podem ocorrer em certos produtos;
- Sabor de “cozido” e diminuição das vitaminas se o tempo de processamento se prolongar.

2.6.2.2 Efeito de tratamentos térmicos no açaí

Rogez (2000) em seus estudos acidificou o açaí com ácido cítrico e o submeteu ao tratamento térmico de pasteurização HTST e concluiu que um tratamento a 87,5 °C durante 1 minuto permite a inativação da peroxidase e polifenoloxidase, destruição completa dos bolores e leveduras e uma enorme redução da carga mesófila total; além de proteger as partes das antocianinas.

O pesquisador ressalta, ainda, que o mesmo tratamento térmico em açaí sem acidulantes necessita de mais tempo e consegue-se conservá-lo por 10 dias sob +4 °C. No entanto, a polifenoloxidase pode se reconstituir, caso a temperatura de pasteurização seja menor que 85°C.

Alexandre et al., (2004) observou que ao pasteurizar o açaí ocorreu redução na contagem total de mesófilos em 99,8% do valor inicial de $4,1 \times 10^4$ UFC/mL. Observou, ainda, uma redução bastante significativa na contagem de bolores e leveduras ($1,5 \times 10^3$ UFC/mL para $< 1 \times 10$ UFC/mL) e de coliformes totais, que diminuíram de 21NMP/mL para < 3 NMP/mL. Percebe-se, portanto, que os resultados da pasteurização em açaí são vantajosos, refletindo-se na melhoria significativa na qualidade sanitária do produto.

Ramos (2001) observou que bolores e leveduras foram totalmente destruídos em todas as temperaturas de pasteurização por ele estudada. Observou, ainda, que a pasteurização não surtiu impacto na atividade da enzima peroxidase; a atividade da polifenoloxidase não atingiu zero, manteve uma atividade residual de 2,75%, que segundo o autor ainda é suficiente para oxidação de polifenóis, como é o caso das antocianinas.

3. METODOLOGIA

3.1 Modelo de Estudo

Trata-se de um estudo experimental de uso do processo UHT na conservação suco tropical de açaí

3.2 Matéria- prima

Utilizou-se como matéria-prima, para elaboração do suco tropical de açaí, polpas de açaí pasteurizadas, oriundas de uma cooperativa de beneficiamento de açaí, localizada no município de Codajás - AM. A cooperativa é formada por aproximadamente 200 cooperados dedicados integralmente a atividade extrativista naquele município. Possui uma unidade de beneficiamento de açaí, com capacidade de despolar e pasteurizar mensalmente 120 toneladas de açaí oriundo daquela região e adjacências. O fluxo de produção desta matéria-prima está ilustrado na Figura 9.

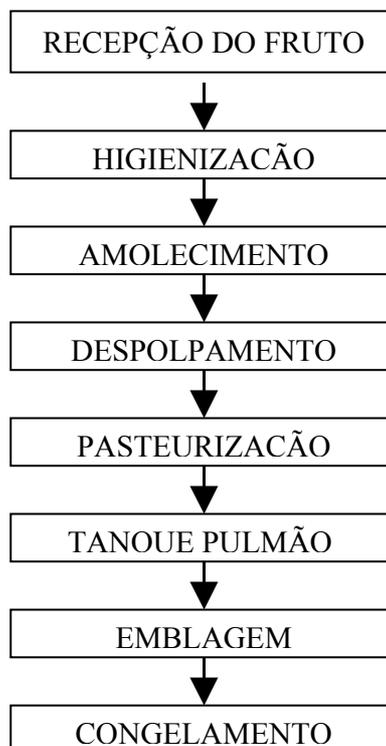


Figura 9 - Fluxograma de obtenção do açaí pasteurizado

O Processo descritivo do fluxograma da obtenção do açaí pasteurizado segue:

- **RECEPÇÃO**

Os frutos são recepcionados e acondicionados em cestas plásticas e têm suas características organolépticas e graus de maturidade inspecionados. Em seguida, são pesados como mostra a Figura 10.

A utilização de cestas plásticas ao invés de sacos de fibra sintética foi uma maneira, empregada pela agroindústria para melhorar a conservação, uma vez que o empilhamento dos sacos promove danos físicos aos frutos, comprometendo integridade dos mesmos.



Figura 10. Frutos de açaí nas cestas plásticas para serem pesados.

- **HIGIENIZAÇÃO DOS FRUTOS**

Nesta etapa, os frutos são submetidos a um sistema de ventilação – suflador de ar- para retirada de resíduos de cachos, folhas, flores, poeira e demais sujidades que acompanham os frutos. Partindo do princípio que o açaí é mais pesado que as sujidades, um funcionário despeja o açaí em um aerador onde um fluxo constante de ar atravessa o material, carreando consigo as sujidades mais leves que os frutos , conforme ilustram as Figura 11 e 12.



Figura 11 – O suflador de ar para separação das sujidades que acompanham o açáí.

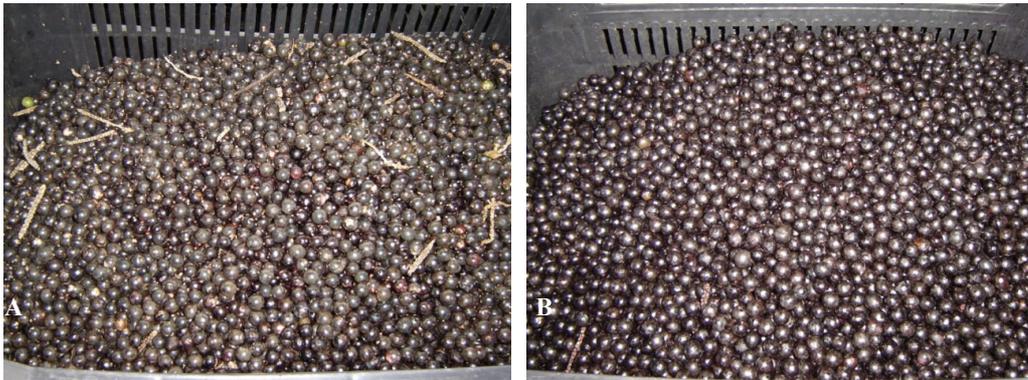


Figura 12 - A) Frutos de açáí não submetidos à ventilação; B) Frutos de açáí submetidos à ventilação.

Após ventilação, as cestas contendo açáí são imersas em uma solução de água clorada equivalente a 8,33 p.p.m. durante aproximadamente 5 minutos sob constante agitação, ilustrado na Figura 13. Esta concentração de cloro ativo e o tempo de contato com o material são insuficientes para promover uma sanitização adequada se comparada com o tratamento sugerido por Silva Jr. (2002) que é de 100 a 200 p.p.m./ 15 min. O ideal seria utilizar, no mínimo, 3 l de água sanitária a 2,5% de cloro para cada 750 l de água de lavagem. Esta solução equivale a 100 p.p.m., conforme o recomendado pela literatura.

Ainda nesta etapa, os resíduos sólidos remanescentes são descartados com auxílio de peneiras plásticas, como mostrado na Figura 14.



Figura 13 – Açai nos tanques de lavagem, acondicionados em cestas plásticas e em constante agitação



Figura 14 – Retirada dos resíduos remanescentes à ventilação

- **AMOLECIMENTO**

Após higienização, os frutos de açai são transferidos para tanques de amolecimentos. Tratam-se de tanques de aço inox que recebem água a temperatura de 40-45 °C nos quais os frutos permanecem por aproximadamente 45 minutos, ver Figura 15. Esta etapa tem como objetivo amolecer e abrandar as fibras do fruto para facilitar a despolpa.



Figura 15 – Frutos de açaí na etapa de Amolecimento

- **DESPOLPAMENTO E ADIÇÃO DE ÁGUA**

Após o amolecimento, os frutos são transportados por esteira para um sistema de elevador que os conduzem à máquina despoldadeira, conforme ilustrado na Figura 16.



Figura 16 – A) Esteira conduzindo os frutos de açaí ao elevador. B) Elevador conduzindo os frutos à máquina de despolda.

Conectada à despoldadeira há um sistema de dispensação de água que ao ser acionado libera água para o interior do equipamento, conforme mostra Figura 17. A quantidade de água dispensada é feita em função do produto final desejado, que pode ser dos tipos: grosso, médio ou fino, ou seja, > 14% de S.T; ente 11 a 14% S.T e < 8 a 11% S.T, respectivamente.



Figura 17 - Sistema de liberação de água para a máquina de despolar açai sendo acionado

A classificação do açai é sempre realizada empiricamente por um funcionário experiente e confirmada pelo laboratório interno, após 24 horas, com a determinação dos sólidos totais. A empresa produz, no momento, açai tipo B, ou seja, de 11 a 14% de sólidos totais.

A despolpa fundamenta-se: no atrito do fruto contra a malha da despoldadeira e adição de água, seguida de filtração. Assim os caroços dos frutos são retirados da linha de produção e a bebida (polpa mais água) segue para etapa de acabamento ou “finisher”. Nesta etapa, são removidos em malha fina os resíduos fibrosos de menor diâmetro, eliminando-se assim arenosidade residual da polpa.

Então, o material refinado é transportado para os tanques de homogeneização, do qual é retirada amostra para confirmar a classificação do açai conforme a legislação vigente, como mostra a Figura 18.



Figura 18 – A) Tanque homogeneizador. B) Retirada de amostra para confirmação do teor de sólidos totais

- PASTEURIZAÇÃO

O tanque de homogeneização alimenta um pasteurizador tubular com capacidade de 500 kg por hora. Os funcionários da Agroindústria relataram utilizar a temperatura de 85 °C/ 5 minutos seguido de resfriamento a 5 °C. No entanto, no momento da visitas à empresa para coleta de açaí para repetição do experimento, verificou-se que a temperatura usada na pasteurização foi de 50 °C/5minutos e não de 85 °C. A justificativa dada para o ocorrido foi queda de pressão de vapor para manutenção da temperatura no pasteurizador. Mesmo assim, a produção daquele lote não foi desprezada e teve sua comercialização realizada normalmente, o que caracteriza falha no controle de qualidade, e deficiência nas políticas de medidas manutenção preventiva e principalmente as corretivas dos equipamentos, violando um Ponto Crítico de Controle do processamento.

A Figura 19 ilustra o equipamento utilizado na pasteurização do açaí.



Figura 19 – Equipamento utilizado na pasteurização do açaí em Codajás- AM

- TANQUES PULMÃO DE ABASTECIMENTO

Após a pasteurização o açaí segue para dois tanques inoxidáveis, os quais abastecem a máquina envasadora, conforme se observa na Figura 20.



Figura 20 – Tanques pulmão de abastecimento

- EMBALAGEM

O açaí é embalado automaticamente através de dispensação regulada por sistema de pistão que dosa o produto conforme a capacidade da embalagem. A selagem térmica é feita através de termosolda, sem qualquer contato manual. As embalagens usadas pela Agroindústria de Codajás são de polietileno com capacidade de 1 l, fornecidas em bobina

contínua que antes de receber o produto passam por raios de ultravioleta para desinfecção. A

Figura 21 mostra o processo de embalagem do açaí.



Figura 21 – Processo de embalagem do açaí

Os sacos plásticos contendo açaí são recebidos por um funcionário que os conduzem, com auxílio de carros-de-mão, para a câmara frigorífica. Esta prática é feita de forma incorreta pelos seguintes motivos: incomodidade para o funcionário recolher o material; proximidade do produto com o piso e com o sistema de escoamento de águas servidas.

Para correção desta falha de processamento, sugere-se a construção de uma plataforma fixa, com altura aproximada de 1,20 m, como forma de suporte para envasadora. Esta mudança, além de facilitar o trabalho do funcionário, permitiria o envasamento em embalagens maiores, como 5 e 10 kg

- **CONGELAMENTO**

Os sacos de polietileno são transportados em carros-de-mão para o congelamento que ocorre em duas etapas distintas. A primeira, corresponde ao congelamento rápido ou sistema de túnel, até atingir a temperatura de $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ o que ocorre aproximadamente em seis horas. Em seguida, o material congelado passa para a câmara de armazenagem a $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$.

Esta prática de congelamento em sistema de túnel agrega ao produto vantagens adicionais, como melhor palatabilidade em função do tamanho reduzido dos cristais de gelos formados e minimiza os efeitos de elevação de temperatura na câmara de armazenamento (DESROSIER; TRESSLER, 1977).

3.3 Procedimentos de transporte matéria-prima

O açaí congelado a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ efracionado em embalagens de 1 L, foi transportado para Manaus por via fluvial desde Codajás, durante aproximadamente 12 horas de viagem. O açaí foi, armazenado em caixas isotérmicas individuais com capacidade de 100 unidades, totalizando 2.000 litros.

Ao chegar em Manaus, a matéria-prima foi imediatamente transportada em caminhão tipo baú não refrigerado até uma indústria local de sucos - CIALE - e armazenado em câmaras frigoríficas a -15°C . O tempo utilizado neste transporte a partir da chegada do barco em Manaus foi de aproximadamente 1 h. O material permaneceu congelado até sua utilização nos ensaios práticos de produção do suco.

3.4 Formulações e produção do suco tropical de açaí

A formulação usada para elaboração do suco tropical de açaí é mostrada no Quadro 4

Quadro 4 . Composição da formulação do suco tropical de açaí

Ingrediente	Composição do suco
Polpa de açaí tipo B	74,21%
Água Potável	25,66%
Ácido cítrico	0,12% (até atingir pH 4,3)

Foram realizados dois ensaios semelhantes no tratamento UHT do suco tropical; contudo, no primeiro teste utilizou-se açaí proveniente da safra do ano 2005 e no segundo ensaio, açaí da safra do ano 2006. Em ambos os ensaios, seguiu-se o fluxograma de descrição e processo descritivo do suco tropical de açaí abaixo

O fluxograma de produção do suco tropical de açaí está apresentado na Figura 22 e obedece ao seguinte o processo descritivo:

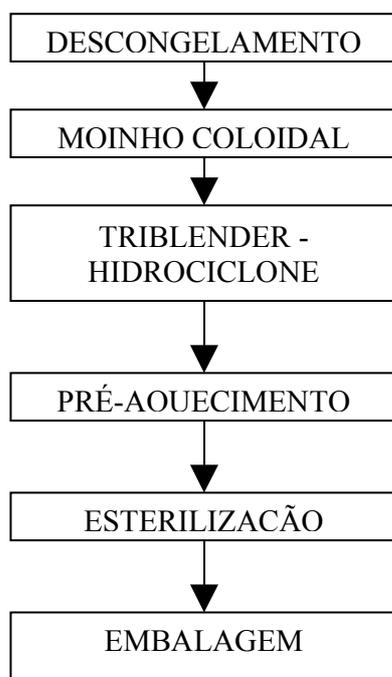


Figura 22 – Fluxograma de produção do suco tropical de açaí

- DESCONGELAMENTO

O açaí procedente de Codajás-AM, congelado a $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ acondicionado em embalagens de 1 kg, contidos em caixas isotérmicas foi transportado para Manaus - AM por via fluvial. Após chegada em Manaus, a matéria-prima foi imediatamente transportado em caminhão tipo “container” não refrigerado para uma indústria local de beneficiamento e produção de alimentos - CIALE - e armazenado em câmaras frigoríficas a -15°C até o momento da produção do suco tropical de açaí.

O material permaneceu armazenado sob estas condições cerca de 2 meses até sua utilização na produção do suco tropical.

O descongelamento foi feito naturalmente. As caixas isotérmicas contendo açaí foram retiradas da câmara frigorífica com aproximadamente 18 horas de antecedência ao processamento. Mesmo após este período percebeu-se que o descongelamento não ocorreu totalmente, ou seja, até atingir total fluidez, como mostra a Figura 23. Com a finalidade de facilitar o descongelamento, um funcionário da empresa fragmentou em pedaços menores as partes sólidas remanescentes, com auxílio de uma haste de aço inoxidável.



Figura 23. A) Embalagens de 1 l em caixas isotérmicas sendo descongeladas. B) Funcionário fragmentando e homogeneizando matéria-prima para auxiliar no desgel.

Após o descongelamento, o açaí foi homogeneizado em moinho coloidal e durante esta operação foi acrescentada gradativamente parte da água de formulação do suco. Durante

esta operação ocorreu o seccionamento das fibras e o açaí homogeneizado foi transferido para bombonas plásticas de 20L, como mostra a Figura 24.



Figura 24 - Passagem do açaí pelo moinho coloidal para seccionar as fibras

Após homogeneização em moinho coloidal, a emulsão foi transferida para o “triblender” onde os outros ingredientes da formulação do suco (ácido cítrico e água) foram adicionados, ver Figura 25.



Figura 25. Elaboração da formulação no triblender. A) adição do açaí. B) adição de ácido cítrico

O açúcar não fez parte dos ingredientes do suco tropical de açaí na tentativa de respeitar os hábitos alimentares dos consumidores de açaí que é bastante variável quanto à presença de açúcar, onde uns preferem sem açúcar, outros com. Além disto, teve-se a intenção em elaborar um produto que pudesse servir de matéria-prima para outras preparações como por exemplo, "drinks", coquetéis, cremes, sobremesas.

Com auxílio de uma bomba sanitária de recalque, o suco tropical de açaí foi transferido para o hidrociclone, onde foram eliminadas por gravidade as partículas sólidas remanescentes. Esta operação teve com finalidade evitar obstrução na linha de produção, ver Figura 26.



Figura 26 - A) Equipamento Hidrociclone; B) passagem do suco tropical de açaí pelo hidrociclone; C) Material descartado pelo hidrociclone.

- **PRÉ-AQUECIMENTO**

O suco tropical de açaí foi submetido a um pré-aquecimento de 85 °C por 5 minutos, em tanques inoxidáveis, sendo a seguir resfriado até 18° C. Esta etapa do processamento teve por finalidade de tornar o processo de propagação de calor mais homogêneo, aumentar a fluidez do líquido mais fluido, inativar enzimas e reduzir a carga microbiana.

- **A ULTRA PASTEURIZAÇÃO - UHT**

O termo UHT origina-se do inglês “Ultra High Temperature”, ou seja, temperatura ultra elevada, é o processo que envolve a esterilização comercial tanto do produto quanto da embalagem de acondicionamento. Consiste no aquecimento do produto a altas temperaturas, até 150 °C por segundos.

Nesta etapa o suco tropical de açaí foi submetido a temperatura de 120 °C durante 3 segundos, sendo em seguida resfriado até temperatura de aproximadamente de 23 °C.

- ENVASE

Após a esterilização comercial, o suco tropical de açaí foi acondicionado hermeticamente em embalagens cartonadas, estéreis, da marca Tetra Pak conhecidas popularmente como embalagens longa vida.

A embalagem é formada por seis camadas de três diferentes materiais: papel (cartão), plástico (polietileno de baixa densidade) e alumínio. O alumínio não entra em contato com o alimento, pois existem duas camadas protetora interna de polietileno nas embalagens da Tetra Pak, conforme ilustrado na Figura 29.

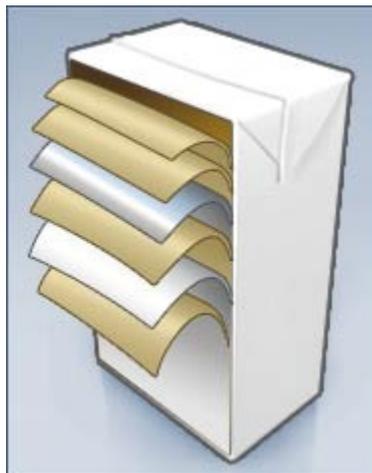


Figura 27 - Esquema da constituição das embalagens cartonadas
Fonte: Tetra Pak (2004)

Cada material componente da embalagem apresenta uma função importante na proteção do alimento. O papel mantém a embalagem rígida; o plástico permite a integridade do fechamento da embalagem, além de proteger contra umidade externa, oferece ainda aderência entre as camadas e impede o contato do alimento com o alumínio. O alumínio evita a entrada de ar e luz, perda de aroma e contaminações.

O papel corresponde a 75% da embalagem, o plástico a 20% e o alumínio a 5% (TETRA PAK, 2004).

A boa homogeneização do suco tropical de açaí, assim como, o uso do hidrociclone nas etapas de beneficiamento contribuíram fundamentalmente para garantia do envase hermético, uma vez que fragmentos remanescentes de fibra podem comprometer a solda térmica, visto que espaços podem ser criados entre as áreas de solda, proporcionando condições para deterioração do produto.

A produção do primeiro ensaio foi de 705,5 L distribuídos em 3.528 embalagens de 200 mL e do segundo foi de 1152 embalagens de 1L

3.5 O Processamento térmico UHT - tempo e temperatura empregados

O binômio tempo e temperatura de processamento utilizado neste experimento foi definido, principalmente, em função de resultados observados em ensaios piloto, uma vez que a quantidade mínima de matéria-prima necessária para realização de cada um dos testes na indústria, foi de aproximadamente 1000 L. Optou-se pelo tratamento que comprovadamente, reduzisse a atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase, garantisse a inviabilidade microbiológica no produto, e que menos contribuísse para perdas de qualidade sensorial. (ROGEZ, 2000; SANTOS, 2001).

A Tabela 1 mostra o modelo para os tratamentos térmicos empregados na formulação.

Tabela 1- Modelo usado no tratamento térmico suco tropical de açaí.

Produto	Pré-aquecimento	Esterilização - UHT
Suco tropical de açaí	85 °C/ 5 min	120 °C/ 3 seg

Em cada teste foi usada matéria-prima previamente descongelada. O tempo médio de descongelamento foi de 18 horas.

3.6 Testes Laboratoriais - Análises

As análises laboratoriais foram realizadas com amostras coletadas em diferentes etapas do processo, conforme indicado na Tabela 2.

Após o descongelamento do açaí e de sua homogeneização em moinho coloidal, foram realizadas coletas assépticas de amostras para realização de análises físico-químicas, microbiológicas e de atividade enzimática.

Tabela 2 - Identificação e especificação das amostras analisadas

IDENTIFICAÇÃO	ESPECIFICAÇÃO
Matéria-prima Suco após pré-aquecimento	Açaí pasteurizado e descongelado. Coletadas após pré-aquecimento de 85 °C/5min
Produto Pronto (P0)	Produto processado, submetido ao tratamento UHT com 0 dia de armazenamento à temperatura ambiente.
Produto Pronto (P30)	Produto processado, submetido ao tratamento UHT com 30 dias de armazenamento à temperatura ambiente.
Produto Pronto (P60)	Produto processado, submetido ao tratamento UHT com 60 dias de armazenamento à temperatura ambiente.

3.6.1 Testes físico-químicos

Foram realizados testes físico-químicos em amostras da matéria-prima, do suco tropical de açaí após o pré-aquecimento e em amostras dos produtos prontos nos diferentes tempos de armazenamento (P0, P30 e P60).

3.6.1.1 Testes na matéria-prima e produto pronto

Foram realizados testes da matéria-prima de acordo com a legislação vigente para identificação quanto aos padrões de identidade e qualidade, Brasil (2000). Os testes físico-químicos realizados foram:

- a) °Brix - Determinação de sólidos solúveis. Esta análise foi realizada com a finalidade de identificar a porcentagem açúcares e outros componentes solúveis em água. Usou-se para isso um refratômetro de Abbé, marca ATEGO modelo ATC-1E que possui escala Brix/ATC e é provido de compensação automática de temperatura, não necessitando utilizar a tabela de correção.
- b) Acidez titulável - Determinada por meio de titulação com solução de NaOH 0,1 N, segundo Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em grama de ácido cítrico/100g de amostra e nos cálculos o fator de conversão usado foi 0,6404.
- c) pH – O pH do açaí foi determinado eletronicamente em potenciômetro digital.
- d) Composição Centesimal - Foram determinadas as frações umidade, resíduo mineral fixo, extrato etéreo, proteína bruta e fibra total - seguindo a metodologia recomendada pela A. O. A. C. (1995). A fração carboidrato foi calculada por diferença dos outros componentes centesimais.

3.6.1.2. Determinação da atividade enzimática

A determinação de atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase foi realizada nas amostras de matéria-prima, suco tropical pré-aquecido e produto comercialmente estéril. Os métodos utilizados nas determinações de atividade da peroxidase e polifenoloxidase foram os adaptados de Khan; Robison (1994) e Oktay et al., (1995), respectivamente.

O primeiro passo nas determinações de atividade enzimática foi o preparo de extratos. Aliquotas de 100 g de açaí Tipo B (matéria-prima), de suco tropical pré-aquecido e de produto comercialmente estéril foram homogeneizados individualmente em liquidificador com 100 mL de solução gelada de tampão fosfato 0,1 M (pH 6,0), seguido de centrifugação (3.773 g/30min, a 4°C). O sobrenadante obtido foi utilizado nas determinações das atividades das enzimas estudadas.

O segundo passo correspondeu à definição de medidas de atividade para peroxidase e polifenoloxidase. Para medir a atividade da peroxidase, misturam-se em cubeta do espectrofotômetro CELM E-225D quatro componentes distintos:

- 1,5 mL de guaiacol dissolvido a 1% em solução de tampão fosfato (0,05M e pH 6,0);
- 1,2 mL de solução tampão fosfato a 0,05 M e pH 6,0;
- 0,4 mL de solução de H₂O₂ (0,33 mL de H₂O₂ em 100 mL de tampão fosfato a 0,05M e pH 6,0);
- 0,1 mL do extrato enzimático.

A leitura foi realizada a 470 nm durante 02 minutos de reação, contra um branco, no qual a solução de H₂O₂ foi substituída pelo tampão. Uma unidade de atividade de peroxidase

foi definida como a quantidade de enzima que causou aumento na absorvância de 0,001 por minuto a 470 nm.

Para a determinação da atividade da polifenoloxidase foram misturados 3 componentes distintos na seguinte seqüência:

- 1,2 mL de catecol dissolvido a 0,4 % em solução de tampão fosfato (0,05M e pH 6,0);
- 1,7 mL de solução tampão fosfato a 0,05 M e pH 6,0;
- 0,1 mL do extrato enzimático.

A leitura foi realizada a 420 nm durante 02 minutos de reação, contra um branco, contendo apenas solução tampão 0,05 M em pH 6,0 e extrato enzimático. Uma unidade de atividade de peroxidase foi definida como a quantidade de enzima que causou aumento na absorvância de 0,001 por minuto a 420 nm.

As análises foram feitas em três repetições, das quais se calculou a média.

3.6.1 3 Análises microbiológicas

A matéria-prima e o produto pronto foram submetidos às análises microbiológicas. As análises nas amostras da matéria-prima tiveram por objetivo verificar sua qualidade sanitária. Todas as análises foram feitas em triplicata.

Os padrões adotados para a matéria-prima foram os estabelecidos na legislação vigente (BRASIL, 2001), que exige apenas análise para coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp. Entretanto, também foi realizada contagem de bolores e leveduras na matéria-prima por tratarem-se de parâmetros gerais estabelecidos para polpas de frutas, Brasil (2000).

As análises do produto pronto foram feitas para que se pudesse avaliar a eficiência do tratamento térmico aplicado e para saber se os resultados encontravam-se dentro dos padrões estabelecidos pela legislação vigente (BRASIL, 2001) para alimentos comercialmente estéreis. Esta legislação determina que alimentos processados em embalagens herméticas e estáveis à temperatura ambiente devem ser testados da seguinte maneira: após 10 dias de incubação a 35 °C – 37 °C, não se deve observar sinais de alterações das embalagens (estufamentos, alterações, vazamentos, corrosões internas) bem como quaisquer modificações de natureza física, química ou organoléptica do produto.

Todos os procedimentos e análises microbiológicas realizadas estão descritas no Compendium of Methods for the Microbiological Examination of Foods (VANDERZANT; SPLITTSTOESSER, 1992).

Para determinação de bolores e leveduras foi utilizada a técnica de “pour plate”, onde volumes de 1 mL correspondente a cada diluição das amostras (10^{-1} a 10^{-3}) foram inoculadas em placas da Petri estéreis com posterior adição do meio de cultura fundido, Agar Dextrose Batata, acidificado com ácido tartárico estéril a 10%. Após incubação a 24 °C/5 dias foi feita contagem das placas que apresentaram entre 15 e 150 UFC/g.

Na determinação de Coliformes a 35 °C e a 45 °C foi utilizada a técnica de tubos múltiplos para a determinação do Número Mais Provável – NMP de coliformes nas amostras. Em função dos tubos positivos nas diluições da amostra, o NMP de coliformes foi estimado usando a tabela de HOSKINS.

Para determinação de *Salmonella* foi feito o pré-enriquecimento em solução salina tamponada a 0,1%; 1,0 mL de caldo enriquecido foi transferido para 10 mL de caldo selenito-cistina e outro 1,0 mL do caldo enriquecido para 10 mL de caldo tetracionato. Os tubos foram incubadas a 37 °C por 24 horas. Para o isolamento de colônias foi realizada a semeadura em superfície em ágar *Salmonella*-Shiguella, ágar verde-brilhante e ágar Entérico de Hectoen, com

incubação a 37°C por 24 horas. As colônias suspeitas foram submetidas aos testes bioquímicos e sorológicos.

3.6.1.4 Quantificação das Antocianinas

Na quantificação das Antocianinas utilizou-se metodologia descrita por Lees; Francis (1972). O método baseia-se na extração das antocianinas com HCl 1,5N em etanol a 95%, o extrato é, em seguida, filtrado em filtro Whatman n° 1 e a determinação do teor total de antocianinas é realizada por leitura em espectrofotômetro com absorbância medida a 535 nm.

3.7 Embalagem

O suco tropical de açaí foi envasado assepticamente em embalagens cartonadas da marca Tetra Pak, formada por seis camadas de três diferentes materiais: papel (cartão), plástico (polietileno de baixa densidade) e alumínio, genericamente conhecidas como “longa vida”.

3.8 Análise sensorial

A aceitação do novo produto foi avaliada através de teste de aceitabilidade, utilizando-se escala hedônica não estruturada variando de excelente (9) a péssimo (1), adaptada de Stone; Sidel (1985). A ficha de avaliação usada nas análises (ver modelo a seguir – Figura 9) foi adaptada do padrão proposto pelo autor de forma que os 50 painelistas não treinados pudessem, através de uma linguagem menos técnica, opinar mais facilmente os graus de aprovação ou desaprovação solicitados. Os resultados desta análise indicaram o grau de aceitabilidade do produto.

Nome: _____

Produto:

Por favor, marque o termo que melhor reflete sua opinião sobre o produto

- EXCELENTE
- ÓTIMO
- MUITO BOM
- BOM
- RAZOÁVEL
- NÃO MUITO BOM
- RUIM
- MUITO RUIM
- PÉSSIMO

Comentários:

Fonte: Adaptada de Stone; Sidel (1985).

Para cálculo da aceitação utilizou-se a seguinte equação (PEDRERO; PANGBORN, 1997):

$$A = \frac{M \times 100\%}{9}$$

Onde:

A = Aceitação

M = Média das notas obtidas

9 = Nota máxima

3.9 O Rótulo

O rótulo para o novo produto seguirá recomendações da legislação vigente para Rotulagem de Alimentos (BRASIL, 2002; BRASIL 2003a), contendo informações nutricionais, ingredientes, data de validade, data de fabricação, denominação de venda, identificação de origem, conteúdo líquido, recomendações de uso.

3.10 Análises estatísticas

A avaliação dos resultados obtidos nas análises físico-químicas, atividade enzimática para a matéria-prima e o produto pronto –em cada ensaio UHT- , deu-se através da análise de variância por meio do Delineamento em Blocos Casualizados, em nível de 5% de significância. Para comparação de médias foi utilizado o teste Tukey com nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Matéria-prima

4.1.1 Fornecedor da matéria-prima - Descrição da agroindústria de açai

4.1.2 Qualidade microbiológica da matéria-prima

A qualidade microbiológica da matéria-prima usada nos experimentos foi testada, através das seguintes determinações: Coliformes a 45 °C, *Samonella* sp e presença de fungos. Utilizaram-se dois lotes distintos de matéria-prima em cada ensaio.

A matéria-prima usada no primeiro experimento, atendeu ao parâmetro microbiológico estipulado pela legislação brasileira vigente (BRASIL, 2001) para Coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp, cujo valores máximos permitidos são respectivamente: 10^2 NMP/g como tolerância para os Coliformes a 45 ° C, ausência de *Salmonella* sp em 25 g do produto.

A matéria-prima usada no segundo ensaio ou experimento (repetição) não atendeu aos padrões estabelecidos para Coliformes a 45 °C.

Em ambos os lotes não se detectou a presença de *Salmonella* sp, estando portanto em conformidade com a legislação.

Os resultados das análises microbiológicos referentes a Coliformes e *Salmonella* sp estão apresentados nas Tabela 3 e 4.

Tabela 3. Resultados das análises de Coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp na matéria-prima (açai) referente ao primeiro lote (primeiro teste).

Amostra	Coliformes a 45 °C	<i>Salmonella</i> sp/ 25 g
1	9 NMP/g	Ausência
2	< 3 NMP/g	Ausência
3	9 NMP/g	Ausência
4	4 NMP/g	Ausência
5	4 NMP/g	Ausência

Dentre as cinco amostras de matéria-prima analisadas, 100% encontravam-se com valores de NMP de Coliformes a 45°C abaixo do limite estipulado, ou seja, em conformidade com a exigência sanitária. Os resultados para *Salmonella* sp. também foram satisfatórios, em todas amostras do primeiro lote, não foi detectada a presença desta bactéria.

Tabela 4. Resultados das análises de Coliformes a 45 °C e *Salmonella* sp na matéria-prima (açai) referente ao segundo lote (segundo teste – repetição).

Amostra	Coliformes a 45 °C	<i>Salmonella</i> sp/ 25 g
1	460 NMP/g	Ausência
2	75 NMP/g	Ausência
3	460NMP/g	Ausência
4	240NMP/g	Ausência
5	150NMP/g	Ausência

Neste segundo lote, observaram-se resultados completamente distintos daqueles verificados no primeiro teste, ou seja, presença elevada de coliformes a 45 °C. Isto se deve, provavelmente, à falha de controle da temperatura aplicada durante a pasteurização (50 °C/ 5

min). Ao contrário dos resultados observados para Coliformes a 45°C, os resultados verificados para *Salmonella* sp estiveram dentro dos padrões higiênico-sanitários.

A presença desse grupo de bactérias, além de sugerir provável presença de microrganismos patogênicos, é indicador de: más condições higiênico-sanitárias de produção, falhas no processamento, ou tratamento térmico ineficiente e até mesmo contaminação posterior ao tratamento térmico.

Quanto às determinações de bolores e leveduras, apesar da legislação vigente (BRASIL, 2001) não estabelecer padrões de limite máximo, utilizou-se como referência os limites estabelecidos para polpas de frutas em geral, contidos nas Normas Técnicas Especiais para Polpa de Frutas (BRASIL, 2000). Nestas Normas a recomendação é de no máximo 5×10^3 UFC/g .

Os resultados desta análise indicam que, também neste caso, a pasteurização foi ineficiente, como podem ser observados na Tabela 5.

Tabela 5. Determinação de Bolores e Leveduras do primeiro e segundo lote de matéria-prima (açai)

Bolores e Leveduras* 1° lote	Bolores e Leveduras* 2° lote
9×10^3 UFC/g	$2,8 \times 10^3$ UFC/g
$1,2 \times 10^4$ UFC/g	$1,9 \times 10^4$ UFC/g
$1,4 \times 10^4$ UFC/g	$1,4 \times 10^4$ UFC/g
1×10^4 UFC/g	$2,3 \times 10^4$ UFC/g
7×10^3 UFC/g	$1,7 \times 10^4$ UFC/g

* Cinco amostras analisadas em triplicata por cada lote de matéria-prima

Todas as amostras analisadas apresentaram valores acima do daqueles recomendados para polpas em geral Brasil (2000). Percebe-se que esta contaminação ocorreu em amostras de ambos os lotes usados nos dois ensaios .

Assim como os Coliformes, os bolores e leveduras são grupos de microrganismos também considerados como indicadores de condições higiênico-sanitárias. Altas contagens de fungos nos alimentos indicam condições ambientais inadequadas durante o processamento e comprometem a qualidade sensorial de alimentos, uma vez que são deteriorantes em potencial.

Como os bolores e leveduras apresentam baixa resistência térmica, provavelmente à alta contagem encontrada nas matérias-primas, seja oriunda de contaminação posterior à pasteurização ou devido a tratamentos térmico inadequado, como é o caso do segundo lote de matéria-prima (UBOLDI EIROA, 1989).

Conhecendo o fluxo de obtenção do açaí pasteurizado e a estrutura da fábrica de beneficiamento, sugere-se que uma possível contaminação possa ocorrer após o tratamento térmico, onde antes de ser embalado o açaí permanece em tanques de aço inox (pulmões) com tampas removíveis. A remoção das tampas do tanque permite o contato do produto com o ar, possivelmente contaminado da fábrica que possui abertura lateral, conectando a área de produção com o ambiente externo, conforme ilustrado na Figura 28.



Figura 28 – Tanques de recepção do açaí pasteurizado (pulmões) com tampas removíveis, que abastece a embaladora e no destaque, a abertura que dá acesso direto ao meio externo da fábrica.

4.1.3 Composição centesimal da matéria-prima

A matéria-prima, açaí, usada para formulação do suco tropical de açaí, foi analisada quanto sua composição centesimal e os resultados encontram-se na Tabela 6. Os resultados estão expressos em base seca.

Tabela 6. Composição Centesimal do açaí (matéria-prima) usada para elaboração do suco tropical.

Composição Química (g/%)	Matéria-prima 1º. Lote	Matéria-prima 2º. Lote	Média
Umidade	84,07	87,41	85,74± 2,35
Resíduo seco	15,93	12,59	14,26± 2,36
Proteína	8,15	7,37	7,76±0,55
Lipídios	59,42	50,8	55,11±6,10
Fibra	6,33	10,59	
Cinzas	1,82	1,91	1,86±0,06
Carboidratos totais*	24,28	29,33	26,81±3,57

*calculado por diferença

Os valores encontrados para composição centesimal do açaí estão, de modo geral, apresentam variações quando comparados com outros resultados da literatura recente.

A umidade de produtos vegetais comestíveis apresenta variabilidade acentuada devido a diferenças de espécies, fatores climáticos e sazonais tais como época e horário de colheita, condições climáticas, etc. Por este motivo os resultados deste trabalho foram expressos em base seca.

A umidade encontrada de 85,74 % está coerente com as descritas por Alexandre et al., (2004) de 86,01% ± 0,31 e por Yuyama et al., (2002b) de 80,00% ± 0,3.

Para Aldrigue et al. (2002) o conteúdo de umidade de um alimento é de grande importância por razões diversas, porém, sua determinação precisa é muito difícil, uma vez que a água ocorre nos alimentos de três diferentes maneiras: água ligada, água disponível e água livre. Os frutos são alimentos que apresentam elevados teores de umidade, e por isso, estão

sujeitos a sofrer inúmeras alterações uma vez que a água é o principal veículo para o processamento de alterações de natureza química e bioquímica nos alimentos. A determinação de umidade é uma das medidas mais importante e utilizadas na análise de alimentos. A umidade de um alimento está relacionada com sua estabilidade, qualidade e composição, e pode afetar o armazenamento, embalagens e processamento.

Os valores referentes à proteína ($N \times 6,25$) de 7,76 % estão abaixo daqueles apresentados por Toiari et al., (2005) que encontrou valor de 10,30 %; de Alexandre et al., (2004) que encontrou 10,69% e dos encontrados por Pereira et al., (2002) 10,75%. Como o método usado nesta determinação baseia-se na concentração de nitrogênio presente na amostra, a presença de outros componentes nitrogenados pode ser responsável por essa diferença. Além disso, a variedade objeto deste estudo é a *E. precatória*, enquanto que as variedades analisadas pelos autores mencionados é a *E. oleracea*.

Verifica-se que o nutriente predominante na composição do açaí é o lipídio, que neste estudo chegou a mais de 50% na matéria seca. Os valores encontrados para lipídios por Alexandre et al., (2004) 48,24 %, Yuyama et al., (2002b) 24,5 % e Toiari et al., (2005) 34,10 % são diferentes entre si e daqueles encontrados no presente trabalho, que foi de 55.11%. Essa diferença pode está relacionada com a variedade da espécie, época de colheita e grau de maturação.

Yuyama et al., (2002c) quantificando fibra alimentar em açaí procedente de alguns municípios do Estado do Amazonas encontrou valores que variavam de 7,66% a 4,28%. No presente trabalho, trabalhou-se com açaí tipo B fabricado pela Agroindústria Açaí, no município de Codajás. Não é possível estabelecer comparação dos resultados aqui encontrados com os apresentados pela pesquisadora Yuyama, uma vez que não foi mencionada a forma de obtenção da matéria-prima e os valores apresentados são referentes à fibra total presente em 100g do fruto.

Os teores de fibra alimentar apresentados por Toiari et al., (2005) 12,50% e por Yuyama et al., (2002b) 12% são os que mais se aproximam dos resultados deste trabalho $8,46 \pm 3,01$. Por outro lado, os resultados encontrados por Alexandre et al., (2004) $31,67 \pm 2,06$ e por Rogez (2000) 34,00% e Aguiar (1996) 32,70% foram muito superiores. Certamente o processo de beneficiamento do açaí contribuiu para estas diferenças.

Yuyama et al., (2002c) explica que as variações no teor de fibra alimentar deve-se ao fato de que ao se preparar o açaí há perdas de resíduos (cerca de 4,5%) que ficam retidos nas peneiras das despoldadeiras. Enfatiza-se ainda que os diâmetros dos poros das peneiras, onde ocorre a filtração podem também ser responsáveis pelos diferentes teores de fibra alimentar no açaí.

Ressalta-se que a grande maioria dos trabalhos publicados sobre a composição química do açaí refere-se à espécie *E. oleracea* e o presente estudo trabalhou com a espécie *E. precatoria*.

Os valores de resíduo mineral fixo (cinzas) encontrados neste trabalho $1,86 \pm 0,06$ são inferiores aos encontrados por Alexandre et al., (2004) $3,04\% \pm 0,24$, por Yuyama et al., (2002b) $2,0 \pm 0,05$ e superiores aos encontrados por Toiari et al., (2005) 0,44%. Essas diferenças podem está relacionada à sazonalidade, local, tipo de solo de onde estes frutos foram coletados e também da metodologia analítica.

A concentração de açúcares do açaí de Codajás $26,81\% \pm 3,57$ é superior ao encontrado por Alexandre et al., (2004) 3,55% e por Toiari et al., (2005) 34,10% e inferior aos encontrados por Yuyama et al., (2002b) 56,5%. Em se tratando de valores subjetivos obtidos por diferença dos outros elementos da composição centesimal, uma série de fatores pode ter contribuído para as diferenças para os distintos resultados.

4.2 Resultados das análises laboratoriais

4.2.1 Teste de esterilidade comercial

O suco tropical de açaí teve sua esterilidade comercial testada. Após 15 dias de incubação em estufa bacteriológica com temperatura regulada para 35 – 37 °C, o suco tropical de açaí não apresentou nenhum tipo de alteração seja na embalagem ou no produto que manteve suas organolépticas inalteradas.

A conservação de sucos de frutas é basicamente determinada pelas condições que preservam suas características organolépticas e que previnem o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes e a ocorrência de reações químicas ou enzimáticas (UBOLDI EIROA, 1989).

Concluindo-se que o tratamento foi suficiente para alcançar esterilidade comercial do suco tropical de açaí.

4.2.2 pH e acidez titulável

A avaliação do pH da matéria prima, do suco tropical de açaí após pré-aquecimento, e após o processamento UHT é mostrada na Tabela 7.

Tabela 7. Avaliação do pH nas amostras de matéria-prima e do suco tropical de açaí.

Amostra	pH*		
	1º. Teste	2º. Teste	Média
Matéria-prima	5,21	5,21	5,21 ^a
Suco tropical de açaí após pré-aquecimento (85 °C/5min)	4,38	4,35	4,36 ^b
Suco tropical de açaí após UHT (P=0)	4,3	4,28	4,29 ^c

* valor obtido da média aritmética de cinco determinações

Letras diferentes, na vertical, indicam que há diferença significativa entre os diferentes valores (p<0,05).

O pH do açaí usado como matéria-prima está em conformidade com o estipulado na legislação vigente, Brasil (2000) que estabelece o mínimo de 4,0 e o máximo de 6,2.

O pH da matéria-prima é diferente do pH do suco tropical pré-aquecido e do suco esterilizado comercialmente (120 °C/3 seg.). A diferença entre o pH da matéria prima, produto pré-aquecido e do produto final deveu-se certamente à adição de ácido cítrico. Entretanto, pelo menos em tese, não há uma explicação para as diferenças de pH entre o produto pré-aquecido e o produto final. Hipoteticamente, pode-se sugerir a formação de ácidos orgânicos durante o processo de esterilização comercial, o que contribuiria para a redução do pH.

O valor médio de pH encontrado na matéria-prima (5,21) está compatível com o achado por Alexandre et al., (2004) $5,2 \pm 0,01$ e o encontrado por Pereira et al., (2002) $5,23 \pm 0,01$ o que confirma a classificação do açaí como alimento pouco ácido.

Considera-se redução do pH para tal valor um aspecto favorável, uma vez que o pH é um fator intrínseco que controla o desenvolvimento microbiano nos alimentos, tornando-o menos propício para a proliferação principalmente de bactérias, em especial o *Clostridium botulinium*, que apresenta o pH 4,6 como mínimo para seu desenvolvimento.

A redução do pH é de interesse para o controle da atividade enzimática já que o pH tem influência na atividade de enzimas, onde cada enzima só é ativa em um intervalo restrito de pH, geralmente possuindo um pH ótimo para sua atividade. Mudanças neste pH resultam em modificações na estrutura protéica da enzima, podendo levar a desnaturação irreversível (BELITZ; GROSCH, 1992).

A Tabela 8 mostra os resultados de % acidez titulável determinados na matéria-prima e no suco tropical de açaí

Tabela 8. Acidez titulável nas amostras de matéria-prima e de suco tropical de açaí

Amostra	% Acidez em ácido cítrico		
	1°. Teste	2°. Teste	Média
Suco tropical de açaí após UHT	0,0256	0,0256	0,0256 ^a
Suco tropical de açaí após pré-aquecimento (85 °C/5min)	0,0230	0,0218	0,0224 ^{ab}
Matéria-prima	0,0152	0,0179	0,0166 ^b

* valor obtido da média aritmética de cinco determinações

Letras diferentes, na vertical, indicam que há diferença significativa entre os diferentes valores ($p < 0,05$).

A acidez titulável do suco tropical comercialmente estéril não foi diferente do produto pré-aquecido; entretanto, observa-se diferença entre o produto estéril e a matéria prima. Seria esperada que ocorresse uma redução significativa do pH em consequência da adição de ácido cítrico, o que de fato ocorreu. Entretanto, este fato não ocorreu quando se comparou a acidez titulável do produto pré-aquecido e da matéria prima. Pode-se considerar, a partir desse resultado, que pequenas quantidades de ácido cítrico são suficientes para promover mudanças significativas no pH sem que ocorra, necessariamente, mudanças na acidez. Por outro lado, observaram-se diferenças entre a acidez titulável do produto final e da matéria-prima.

Ao analisar o comportamento do pH do suco tropical de açaí durante sua conservação à temperatura ambiente, conforme mostra a Tabela 9, percebe-se o pH do produto permaneceu inalterado até os 60 dias após o tratamento térmico. Não foi observado alteração na % acidez em ácido cítrico, durante os dias de armazenamento estudados, permanecendo o valor constante de 0,0256 %.

Estes resultados sugerem que o tratamento aplicado ao suco tropical de açaí foi eficiente na manutenção do pH e da acidez durante 60 dias de observação.

Os resultados são coerentes aos publicados por Alexandre et al., (2004) que em seus estudos sobre conservação do açaí, ao acidificá-lo até pH 3,2 e pasteuriza-lo 82,5 °C/1minuto percebeu que o pH não se alterou durante o período de cinco meses.

Tabela 9 – Comportamento do pH durante conservação do suco tropical de açaí em temperatura ambiente

Amostra	pH*			% Acidez em ácido cítrico*		
	1º. Teste	2º. Teste	Média	1º. Teste	2º. Teste	Média
0 dias de armazenamento	4,3	4,28	4,29 ^a	0,0256	0,0256	0,0256
30 dias de armazenamento	4,28	4,13	4,20 ^a	0,0256	0,0256	0,0256
60 dias de armazenamento	4,25	4,18	4,21 ^a	0,0256	0,0256	0,0256

* valor obtido da média aritmética de cinco determinações

Letras iguais, na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os diferentes valores ($p < 0,05$)

Santos (2001) relatou que a polifenoloxidase do extrato bruto de açaí apresentou maior atividade em pH 6 e relatou que a polifenoloxidase da preparação bruta de açaí mostrou menor atividade em pH ácido ou levemente ácido. Assim, o pH apresentado pelo suco tropical de açaí não seria ótimo para atividade desta enzima. Quanto a peroxidase, a autora indica o pH 5 como valor de maior atividade desta enzima.

4.2.3 °Brix

A Tabela 10 mostra os resultados para sólidos solúveis nos tratamentos térmicos.

Os resultados para sólidos solúveis verificados na matéria-prima, no produto pré-aquecido e no produto comercialmente estéril foram coerentes, ou seja, observou-se diferença de sólidos solúveis entre a matéria-prima e o comercialmente estéril. Entretanto não foi detectada diferença entre o produto pré-aquecido e o suco comercialmente estéril.

Tabela 10 - Resultados para sólidos solúveis nos tratamentos térmicos.

Amostra	° Brix		Média
	1°. Teste	2°. Teste	
Matéria-prima	5,0	4,0	4,5 ^a
Suco após pré-aquecimento	2,0	2,0	2,0 ^b
Suco após UHT	2,0	1,6	1,8 ^b

* valor obtido da média aritmética de cinco determinações

Letras diferentes, na vertical, indicam que há diferença significativa entre os diferentes valores ($p < 0,05$).

Igualmente não foram detectadas diferenças em sólidos solúveis durante os períodos de armazenamento a temperatura ambiente (0, 30 e 60 dias), conforme mostra Tabela 11.

Tabela 11 - Resultados de sólidos solúveis presentes no suco tropical de açaí durante os períodos de conservação à temperatura ambiente

Amostra	° Brix		Média
	1°. Teste*	2°. Teste*	
0 dias de armazenamento	2,0	1,6	1,8 ^a
30 dias de armazenamento	1,8	1,4	1,6 ^a
60 dias de armazenamento	1,8	1,8	1,8 ^a

* valor obtido da média aritmética de cinco determinações

Letras diferentes, na vertical, indicam que há diferença significativa entre os diferentes valores ($p < 0,05$).

4.2.4 Atividade enzimática

O tratamento térmico em alimentos pode inativar enzimas; assim, essas substâncias são indicadoras de tratamento térmico apropriado (BELITZ; GROSCH, 1992). A Tabela 12 e 13 mostram o comportamento da atividade das enzimas polifenoloxidase e peroxidase, respectivamente, na matéria-prima e após os tratamentos térmicos utilizados no suco tropical.

Tabela 12 - Atividade da polifenoloxidase na matéria-prima e após os tratamentos térmicos empregados no suco tropical de açaí.

Amostra	Polifenoloxidase*	Polifenoloxidase*	Média
	und/min/g 1°. Teste	und/min/g 2°. Teste	
Matéria-prima	19.200	28.031,25	23615,63 ^a ± 6244,64
Suco após pré-aquecimento (85°C/5 min)	62,5	70,00	66,25 ^b ± 5,3
Suco após UHT (120 °C/3 seg.)	46,87	53,75	50,31 ^b ± 4,86

* valor obtido da média aritmética de quatro determinações, com leitura em triplicata.

Letras iguais, na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os diferentes valores (p<0,05).

Tabela 13 - Atividade da peroxidase na matéria-prima e após os tratamentos térmicos empregados.

Amostra	Peroxidase*	Peroxidase*	Média dos Testes
	und/min/g 1°. Teste	und/min/g 2°. Teste	
Matéria-prima	85.375	162.812,5	124.093,75 ^a ± 54756,58
Suco após pré-aquecimento (85°C/5 min)	36,88	72,18	54,53 ^b ±24,96
Suco após UHT (120 °C/3 seg.)	36,25	21,25	28,75 ^b ±10,60

* valor obtido da média aritmética de quatro determinações, com leitura em triplicata.

Letras iguais, na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os diferentes valores (p<0,05).

Os resultados observados para enzimas polifenoloxidase e peroxidase foram semelhantes. Após pré-aquecimento (85 °C/5 minutos) a redução na atividade da polifenoloxidase foi de 99,70% e da peroxidase 99,95%. Após esterilização comercial (120°C/3 seg.) estes valores foram de 99,80% e 99,98%, respectivamente.

A peroxidase, enzima mais resistente ao tratamento térmico, foi o principal indicativo da eficiência do processo. Observou-se que durante o pré-aquecimento que estas enzimas foram quase que totalmente inativadas.

Santos (2001) relata, em seu estudo sobre caracterização bioquímica da peroxidase e polifenoloxidase de açaí, que a polifenoloxidase do extrato bruto de açaí perdeu 99% de sua atividade após 1 minuto em ebulição a 97 °C e fora completamente inativada após 2 minutos nesta condição. Já a peroxidase após 2 minutos nesta condição (97 °C/2min) perdeu 98,8% de sua atividade e apenas foi inativada após 3 minutos de ebulição 97 °C/2min.

Analisando os valores médios de atividades enzimáticas durante o armazenamento a temperatura ambiente após 0, 30 e 60 dias do processamento, observa-se que estes valores para atividade da peroxidase e polifenoloxidase permaneceram estáveis, conforme Tabelas 14 e 15.

Tabela 14 -Atividade da enzima peroxidase nos tempos de armazenamento em temperatura ambiente.

Amostra	Peroxidase* Und/min/g 1º. Teste	Peroxidase* Und/min/g 2º. Teste	Média
0 dias de armazenamento	36,25	21,25	28,8 ^a ± 10,6
30 dias de armazenamento	38,13	39,38	38,8 ^a ± 0,9
60 dias de armazenamento	36,67	27,5	32,1 ^a ± 6,48

* valor obtido da média aritmética de quatro determinações, com leitura em triplicata.
Letras iguais, na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os diferentes valores (p<0,05).

Tabela 15 - Atividade da enzima polifenoloxidase nos tempos de armazenamento em temperatura ambiente.

Amostra	Polifenoloxidase* und/min/g 1º. Teste	Polifenoloxidase* und/min/g 2º. Teste	Média
0 dias de armazenamento	46,875	53,75	50,31 ^a ± 4,86
30 dias de armazenamento	98,125	69,63	83,87 ^a ± 20,15
60 dias de armazenamento	80,17	72,36	76,26 ^a ± 76,26

* valor obtido da média aritmética de quatro determinações, com leitura em triplicata.
Letras iguais, na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os diferentes valores (p<0,05).

Pode-se afirmar que os tratamentos térmicos aplicados ao reduzirem a atividade da das enzimas aos 30 e 60 dias de armazenamento foram suficientes para garantir a qualidade do produto.

4.2.5 Teor de antocianinas

A Tabela 16 apresenta os resultados obtidos para antocianinas na matéria-prima (açai) e no suco tropical de açai.

Tabela 16 - Avaliação do teor de antocianinas na matéria-prima e no suco tropical de açai após os tratamentos térmicos.

Amostra	Antocianinas* 1º. Teste	Antocianinas* 2º. Teste	Média
Matéria-prima (mg/100g)	463 ^a	847,93 ^a	655,465
Produto pronto (mg/100mL)	193,140 ^b	231,83 ^b	212,485

* valor obtido da média aritmética de 3 determinações

Letras iguais indicam, na vertical, que não há diferença significativa entre os valores, analisados em delineamento inteiramente casualizado ($p < 0,05$)

A quantidade de antocianina encontrada para no segundo lote testado (847,93 mg/100g) foi praticamente o dobro da encontrada no primeiro lote. Esta diferença pode estar relacionada à diferentes tratamentos aplicados durante o beneficiamento na agroindústria, tempo de armazenagem do fruto e também, à sazonalidade da colheita.

A análise estatística, para avaliação dos valores de antocianinas na matéria-prima e no produto após processamento, foi feita usando-se delineamento inteiramente casualizado. Optou-se por este modelo experimental porque a diferença verificada entre um teste e outro foi muito grande. Invalidando qualquer avaliação estatística em blocos.

Observa-se que, tanto no primeiro quanto no segundo teste, ocorreu diminuição significativa no teor de antocianinas. Diminuição essa causada pela diluição e tratamento térmico.

A Tabela 17 apresenta os valores de antocianinas obtidos durante os períodos de conservação à temperatura ambiente.

Tabela 17 - Avaliação dos teores de antocianinas durante os dias de estocagem a temperatura ambiente

Amostra	Antocianinas* mg/100 mL 1º. Teste	Antocianinas* mg/100 mL 2º. Teste	Média
0 dias de armazenamento	193,140 ^a	231,83 ^a	212,49
30 dias de armazenamento	155,7967 ^b	208,39 ^{ab}	182,0950
60 dias de armazenamento	145,9533 ^b	185,67 ^b	165,81

* valor obtido da média aritmética de 3 determinações

Letras iguais, na vertical, indicam que não há diferença significativa entre os diferentes valores de pH ($p < 0,05$)

Os resultados do primeiro experimento mostraram uma diferença entre os valores de antocianina no produto recém processado e no produto armazenado com 30 e 60 dias a temperatura ambiente.

No segundo experimento, não foram observadas diferenças nos teores de antocianinas no produto recém processado e com 30 dias de armazenamento; entretanto, aos 60 dias de armazenamento observou-se diferença do produto recém processado.

Estes resultados sugerem que alterações nas concentrações de antocianina durante a armazenagem do produto não são necessariamente resultantes de atividade enzimática, mas sim de outros tipos de alteração.

Ao analisar o comportamento da antocianina entre 30 e 60 dias de armazenamento à temperatura ambiente, não se percebeu decréscimo significativo ($p < 0,05$). A estabilidade

destes valores indica que a degradação do pigmento antocianina não é linear e o efeito tempo versus presença do pigmento se reduz gradativamente.

A diminuição do teor de antocianina no decorrer nos primeiros dias de armazenamento, embora estatisticamente detectável, não apresentou alteração perceptível na cor do produto que manteve coloração marrom avermelhado (ilustrado na Figura 29) estável até os últimos dias de análise. A coloração obtida no suco tropical de açaí (marrom avermelhado) foi diferente da cor do açaí *in natura* (violácea), mas se manteve sem alterações perceptíveis.

O menor teor de antocianinas encontrado no suco tropical de açaí foi de 165,81 mg/100 mL, aos 60 dias de armazenamento. Ao compararmos este resultado com o teor de antocianinas em sucos de uva comerciais que foi de 2,87 mg/100mL (MALACRIA; MOTTA,2005), percebe-se que o teor deste pigmento é maior no suco tropical de açaí, em pelo menos 50 vezes.



Figura 29 – A e B) Aspectos de coloração do suco tropical de açaí processado; C) Coloração do açaí *in natura*.

A diferença entre a coloração do suco tropical de açaí e o açaí *in natura* deve-se, provavelmente, ao pH do suco que ficou em média de 4,2 (muito ácido, na classificação de pH alimentar) e conforme Willstätter (1912; Pratt) *apud* Terceiro; Rossi (2002) as antocianinas possuem coloração avermelhada em meio ácido, violeta em meio neutro e azul em condições alcalinas.

A coloração encontrada nos açai *in natura* é violácea, pois o pH deste é pouco ácido (>4,5). Rogez (2000) encontrou valor de 5,3 e Alexandre et al., (2004) 5,23, caracterizando o açai como alimento pouco ácido e justificando a coloração violácea deste.

4.2.6 Composição centesimal do suco tropical de açai

A composição centesimal do suco tropical de açai está apresentada na Tabela 18.

Tabela 18- Composição centesimal do suco tropical de açai em base seca

	1º. Teste	2º. Teste	Média
Composição Química			
Resíduo seco	5,88	5,8	5,84±0,06
Umidade	94,12	94,2	94,16±0,06
Proteína (g)	8,39	8,03	8,21±0,25
Lipídios (g)	50,93	52,54	51,74±1,14
Fibra (g)	5,88	5,42	5,65±0,33
Cinzas (g)	2,52	2,01	2,27±0,36
Carboidratos totais* (g)	32,28	32	32,14±0,2

Não foram encontradas até o momento referências que tratem da composição centesimal de suco tropical de açai. Trata-se de um alimento com alto teor de gordura se comparado com outros sucos de frutas tropicais, como por exemplo o suco tropical de abacaxi que tem em média 9,37 % de gordura (BORGES, et al., 2004). Isto é resultado das características peculiares do fruto do açai que é rico neste componente centesimal. Este valor, entretanto, é minimizado pela diluição empregada na formulação do suco tropical de açai.

As informações nutricionais do suco tropical de açai seguiram modelo de rótulo determinado na legislação vigente que é regulamentada pela RDC nº. 360, de 23 de dezembro de 2003 (BRASIL 2003a) que torna obrigatória a declaração das seguintes informações: quantidade do valor energético; teor de carboidratos, proteínas, gorduras totais, gorduras saturadas, gorduras *trans*, fibra alimentar e sódio. As porções indicadas nos rótulos devem ter como referência o valor de 2000 kcal.

Para elaboração da tabela de informação nutricional do suco tropical de açaí seguiu recomendações do manual de orientação às indústrias de alimentos (MINISTÉRIO DA SAÚDE, 2005), no qual estão presentes as regras de arredondamento dos valores encontrados para a composição do produto.

A informação nutricional do suco tropical seguiu o modelo de tabela vertical e pode ser visualizada no Quadro 5.

Quadro 5 - Informação nutricional do suco tropical de açaí .

INFORMAÇÃO NUTRICIONAL		
Porção de 200 mL (1copo)		
	Quantidade por porção	% VD
Valor Energético	74 kcal	4%
Carboidratos	4,0g	1%
Proteínas	1g	1%
Gorduras Totais	6g	11%
Gorduras Saturadas	Não determinado	VD não estabelecido
Gorduras Trans	Não determinado	
Fibra Alimentar	0,7g	3%
Sódio	Quantidade não significativa	0%
(*)% Valores Diários de referência com base em uma dieta de 2.000 kcal ou 8400 kJ. Seus valores diários podem ser maiores ou menores dependendo de suas necessidades energéticas.		

A porção do suco tropical de açaí foi definida de acordo com o Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Embalagem (BRASIL, 2003c) que para o grupo alimentício formados por frutas, sucos, néctares e refrescos de frutas estipula porções aproximadas de 70 kcal, usando como medidas caseiras copo e a quantidade da porção de 200 mL.

Gorduras saturadas e gordura trans não foram analisadas neste estudo. Entretanto, sabe-se que estes tipos de gorduras são ausentes ou muito pobres em produtos de origem vegetal não modificados. Para aceitação comercial destas informações nutricionais, tais

gorduras deveriam ser determinadas, mesmo que se possa antecipar que os valores encontrados seriam não significativos se considerarmos os resultados encontrados por Rogez (2000) no açaí.

A quantidade de sódio no suco tropical também não foi determinada. No entanto, no rótulo da matéria-prima, usada na elaboração do suco tropical de açaí, o teor deste mineral era declarado como não significativo, expressão que foi repetida na informação nutricional do suco.

Percebe-se que a gordura é o nutriente que mais predomina na composição do suco tropical de açaí, sendo responsável por 73,97 % das calorias do suco. Apresenta baixa concentração de proteínas e fibras, representando respectivamente 1 e 3% do Valor Diário Recomendando, que para proteína é de 75 g e para fibras 25g (BRASIL, 2003a).

Explica-se o baixo teor de carboidratos, uma vez que não foi adicionado açúcar ao produto, e o resultado para este nutriente refere-se aos açúcares naturais da matéria-prima.

Sobre as demais informações a constarem no rótulo do produto, estas seguiram exigências contidas na legislação vigente (BRASIL, 2002) e são expostas a seguir:

Denominação de venda do alimento: Suco Tropical de Açaí

Lista de ingredientes: açaí tipo B, água, acidulante: ácido cítrico.

Conteúdo líquido: 1 Litro

Identificação da origem: Universidade Federal do Amazonas. Rua Alexandre Amorim, 330. Aparecida. 69000.000. Manaus- Am

Identificação do lote: A-002

Prazo de validade: 16/out/2006

Instruções sobre o preparo e uso do alimento: adoce antes de beber, sirva gelado. Este produto não pode ser congelado. Após aberto, consumir em até 3 dias conservado em geladeira.

Sugere-se informar no rótulo que o produto poderá apresentar variação de cor, dependendo da origem e safra da matéria-prima.

A não adição de açúcar na formulação do suco justifica-se em respeito aos hábitos alimentares dos consumidores de açaí que quanto ao teor de açúcar na bebida é bastante variável. Existem consumidores que preferem com pouco açúcar, outros com mais e inclusive os que têm preferência em consumir sem açúcar. Além disso, o suco tropical de açaí não adoçado poderia ser usado como ingrediente para formulação de outras preparações como cremes, drinks, coquetéis, sobremesas, etc.

A lista de ingredientes obedece à ordem decrescente dos ingredientes que compõe o produto, sendo ao final desta, informado o aditivo alimentar adicionado, que no presente estudo foi apenas o acidulante ácido cítrico.

A observação para não congelar o produto, deve-se ao fato de que uma vez congelado a emulsão é quebrada, comprometendo a homogeneidade e transferindo uma aparência indesejada, como ilustrado na Figura 30.

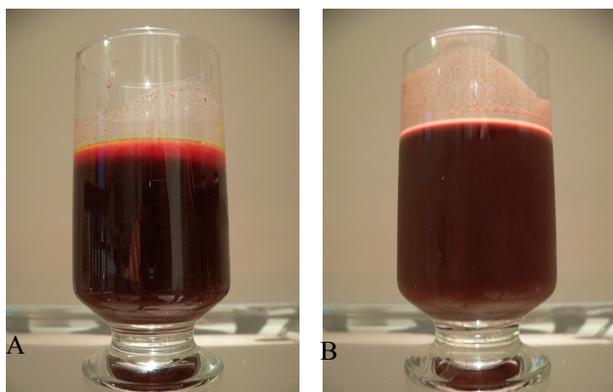


Figura 30 – A) Aparência heterogênea do suco tropical de açaí após o descongelamento. B) Aparência normal e desejada do suco tropical de açaí (não descongelada).

4.3 Aceitação do Suco Tropical

Avaliou-se a aceitabilidade do suco tropical de açaí submetido ao tratamento UHT através da ficha de avaliação sensorial com escala hedônica não estruturada que varia de excelente (9) a péssimo (1) ponto, adaptada de Stone; Sidel (1985). A Tabela 19 mostra que os resultados obtidos para o suco tropical de açaí podem classificá-lo com aceitação *muito boa*.

Tabela 19 - Resultado do teste de aceitação do suco tropical de açaí.

TESTE	Média aceitação	% Aceitação
1	6,96	77,33
2	7,42	82,44
Média dos Testes	7,19	79,89

Ramos (2001), ao analisar a aceitabilidade de açaí acidificado e pasteurizado em diferentes temperaturas, observou como maior percentagem aceitação o valor de 68,9%. O autor classificou essa aceitação como regular e justificou essa baixa classificação pelo fato dos consumidores que participaram da análise sensorial serem naturais do Estado do Pará e por não estarem acostumados em consumir açaí acidificado, diferente dos consumidores de outras regiões brasileiras.

Ao compararmos os resultados do presente estudo com aquele desenvolvido por Ramos (2001) percebe-se que a percentagem de aceitação do suco tropical de açaí, nos dois testes realizados foi maior.

Alexandre (2004) teve três formulações aceitas sensorialmente pelos provadores com médias superiores a 5,6. Da mesma forma, a média encontrada pelo autor é mais baixa da encontrada para a pontuação do suco tropical de açaí. Percebe-se, portanto, que a aceitação do suco tropical de açaí é maior que as dos dois estudos comparados.

No primeiro teste com 50 provadores não treinados, 20 (40%) não manifestaram nenhum tipo de comentário na ficha de avaliação; 30 (60%) manifestaram comentários que abrangem os seguintes aspectos:

Elogios – 12 comentários;

Percepção de mudança na cor, ou de sabor ou pouca consistência ao comparar como açaí *in natura* – 13 comentários;

Acréscimo de açúcar – 5 comentários.

O Gráfico 1 ilustra a distribuição percentual de comentários observados na avaliação sensorial do primeiro teste

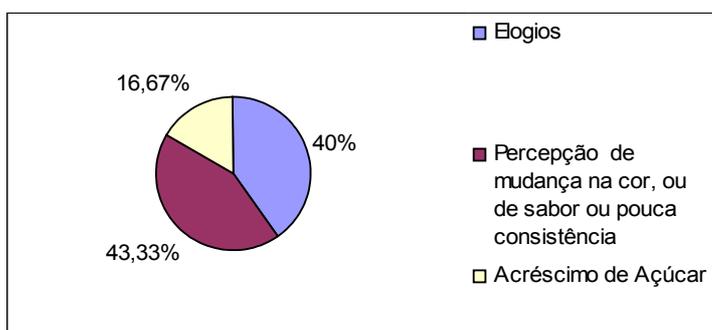


Gráfico 1 - Distribuição dos comentários observados na ficha de avaliação no 1º. Teste

No segundo ensaio com 50 provadores não treinados, apenas 19 (38%) apresentaram comentários, assim agrupados:

Elogios - 4 comentários;

Percepção de mudança na cor, ou de sabor ou pouca consistência ao comparar como açaí *in natura* – 13 comentários;

Acréscimo de açúcar – 2 comentários.

O Gráfico 2 ilustra a distribuição percentual de comentários observados na avaliação sensorial do segundo teste.

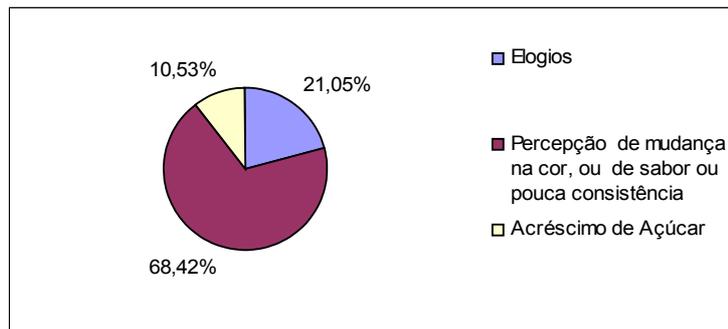


Gráfico 2. Distribuição dos comentários observados na ficha de avaliação no 2º. Teste

Observaram-se, em ambos os testes, que todos os comentários sobre aspectos sensoriais (cor, sabor, sabor ou pouca consistência), relacionaram-se às características do açaí in natura; isto provavelmente porque não há, ainda, um referencial de suco tropical de açaí comercial com o qual possa ser comparado.

No entanto, algumas manifestações elogiosas ao produto também foram registradas, tipo “parabéns”, “excelente”, “ótimo para exportação”, “produto com leveza”, “igual ao natural”, etc.

4.4 Estimativa do custo de Produção do suco tropical de açaí.

Considerando o custo da matéria-prima de R\$2,5/kg e o rendimento de produção de 130% em relação à quantidade da matéria-prima utilizada, acrescido des 10% de manutenção dos equipamentos, 5% de gastos com energia, mão-de-obra e mais 10% de embalagem o custo final para cada litro do suco tropical de açaí será de, aproximadamente, R\$ 2,16. Este preço é competitivo se compararmos àqueles praticados, em supermercados, para sucos de frutas tropicais que variam de R\$ 4,00 a R\$ 6,00 dependendo da marca e sabor da fruta.

5. CONCLUSÃO

O tratamento empregado na formulação e conservação do suco tropical de açaí foi eficiente para inativação enzimática e esterilidade comercial;

Não foram observadas alterações após dois meses de armazenagem do produto em temperatura ambiente;

O suco tropical de açaí produzido neste trabalho teve muito boa aceitação por parte dos provadores;

Os resultados deste trabalho poderão servir de base para novos estudos de produção e conservação de sucos tropicais de açaí;

A indústria de alimentos poderá se beneficiar destes resultados para produzir e comercializar novos produtos derivados do açaí;

O custo aproximado de 1 litro de suco tropical de açaí, comercializado em embalagens cartonada estéreis, foi de R\$ 2,16.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALDRIGUE, M.L.; MADRUGA, M.S.; FIOREZE, R.; LIMA, A.W.O.; SOUSA, C.P. **Aspecto da ciência e tecnologia de alimentos**. Ed. UFPB, v.1, João Pessoa, 2002. 198p.

AGUIAR, Jaime. Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia. Coordenação de Pesquisa em Ciência da Saúde. **Tabela de Composição de Alimentos da Amazônia**. Acta Amazônica 26 (1/2): 1221-126. 1996.

AGUIAR, Madalena Otaviano; MENDONÇA, Maria Sílvia de. **Morpho-anatomy of the seeds of Euterpe precatoria Mart**. *Rev. bras. sementes*, July 2003, vol.25, no.1, p.37-42.

ALEXANDRE, Deise; CUNHA, Rosiane L.; HUBINGER, Míriam D.. **Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, Campinas, 24(1): 114-119, jan.-mar. 2004

ASP, N.G.; JOHANSSON, C.G; HALLMER, H; SILJESTROM, M. **Rapid enzymatic assay of insoluble and soluble dietary fiber**. *J. Agric. Food. Chem.*, (s.l), V.31, N.3, P. 476-482, 1983.

AOAC - ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMIST. **Official methods of analysis of AOAC**. Washington, 1995.

BELITZ, Hans-Dieter; GROSCH, Wener. **Química de los alimentos**. 2ª ed. Traduzido por Maria Otilia López Buesa. Zaragoza: Editora Acribia, [1992]. Tradução de: *Lehrbuch der Lebensmittelchemie*.

BERNADINO, Alice Rolim. PEREIRA, Alexandre da Silva; ARARIPE, Denise r.; SOUZA, Nelson Angelode; AZEVEDO Rosanna V.D de,. **Antocianinas – Papel indicador de pH e estudo da Estabilidade de solução de repolho roxo**. Disponível em: <http://www.cq.ufam.edu.br/cd_24_05/teoria_fazendo_indicador.htm>. Acesso em: 17/03/06.

BOBBIO, Florinda O., DRUZIAN, Janice I., ABRAO, Patrícia A. *et al*. **Identificação e quantificação das antocianinas do fruto do açaizeiro (Euterpe oleracea) Mart**. *Ciênc. Tecnol. Aliment.*, set./dez. 2000, vol.20, no.3, p.388-390. ISSN 0101-2061.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Comissão Nacional de Normas e Padrões para Alimentos. **Normas Técnicas Especiais para Polpa de Fruta**. Resolução CNNPA – nº 12, de 1978. Diário Oficial da União de 24/07/1978, Brasília.

BRASIL. Ministério da Agricultura e Abastecimento. **Regulamento Técnico para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Para Polpa de Açaí**. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Diário Oficial da União – 10/01/2000.

BRASIL, Ministério da Saúde- Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução - RDC n.º 12, de 2 de janeiro de 2001. **Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos**. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 10 de janeiro de 2001.

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem Nutricional de Alimentos Embalados**. Resolução - RDC nº 259, de 20 de setembro de 2002. D.O.U de 23/09/2002, Brasília.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regulamento Técnico para fixação dos padrões de identidade e qualidade gerais para suco tropical**. Instrução Normativa nº 12, de 4 de setembro de 2003. Brasília. 2003a

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico sobre Rotulagem de Alimentos Embalados**. Resolução - RDC nº 360, de 23 de dezembro de 2003b. D.O.U de 26/12/2003, Brasília. 2003b

BRASIL, Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Regulamento Técnico de Porções de Alimentos Embalados para Fins de Rotulagem Nutricional**. Resolução - RDC nº 359, de 23 de dezembro de 2003. Brasília. 2003c

BORGES, Caroline Dellinghausen; LEITÃO, Angelita Machado; PEREIRA, elisabete; LUVIELMO, Márcia De Mello. **Produção de suco de abacaxi obtido a partir dos resíduos da indústria conserveira**. B.CEBP.PCAE, PCPuAr,i tiCbau,r itvi.b a2,2 ,v .n 2. 21,, np.. 12,5 j-a3n4./ jujann. /2ju0n0.4 2004.

BUSATTA, Cassiano; VALDRUGA, Eunice; CANSIAN, Rogério Luis. **Ocorrência de *Bacillus sporothermodurans* em leite UAT integral e desnatado**. Ciênc. Tecnol. Aliment. vol.25 no.3 Campinas Jul/Set. 2005

CARNEIRO, Cristine Elizabeth Alvarenga; ROLIM, Henriqueta Merçon Vieira ; FERNANDES Kátia Flávia. **Estudo das atividades de peroxidases e polifenoloxidase de guariroba (*Syagrus oleracea* Becc) sob a ação de diferentes inibidores**. Maringá, v. 25, n. 1, p. 189-193, 2003

CANTO, Sérgio Aruana Elarrat. **Processo Extrativista do Açaí: Contribuição da Ergonomia com Base na Análise Postural Durante a Coleta dos Frutos**. 2001. 114 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Faculdade de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

CENA – CENTRO DE ENERGIA NUCLEAR NA AGRICULTURA. **Divulgação Da Tecnologia da Irradiação de Alimentos e outros materiais**. São Paulo, 2005. Disponível em: <<http://www.cena.usp.br/irradiacao/conservacao.htm>> Acesso em 28/ago/2006.

CLEMENTE, Edmar; PASTORE, Gláucia Maria. **Perosidase and Polyphenoloxidase, the importance for food technology**. Bol. SBCTA, 32(2): 167-171 set/dez . 1998.

CONSTANT, Patrícia Beltrão Lessa; STRINGHETA, Paulo Cesar; SANDI, Delcio. **Corantes alimentícios**. B.CEPPA, Curitiba, v. 20, n. 220, , pn. . 220,3 j-u2l2./0d,e zju. l.2/d0e0z2. 2002

CASTRO, Aline de,. **Extratativismo na Amazônia central, viabilidade e desenvolvimento**. Manaus: INPA – CNPq/ORTOM, 1992. (Relatório de Pesquisa) .

CHAVES, C.V.; GOUVEIA J P.G. de,; ALMEIDA, F.A. de,; LEITE, J.C.A; SILVA, F.H DA,. **Caracterização físico-química do suco da acerola**. Revista de Biologia e Ciências da Terra. v. 4, n. 2,2004.

CONSTANT, PATRÍCIA BELTRÃO LESSA ; STRINGHETA, PAULO CESAR; SANDI DELCIO. **Corantes alimentícios**. B.CEPPA, Curitiba, v. 20, n.2, p. 203-220, jul./dez.2002

COZZOLINO, Silvia Maria Franciscano. **Biodisponibilidade de nutrientes**. Barueri, SP: Manole, 2005.

DEGÁSPARI, Cláudia Helena; WASZCZYNSKYJ, Nina. **Antioxidants properties of phenolic compounds**. Visão Acadêmica, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, Jan.- Jun. 2004.

DESROSIER, N.W; TRESSELER, D.K. **Fundamentals of Food Freezing**. Avi Publishing Company, INC. Westport, Connecticut. 1997.

ENDEF – ESTUDO NACIONAL DE DESPESA FAMILIAR. **Tabela de Composição de Alimentos**. Rio de Janeiro: IBGE 2ª ed, 1982.

EVANGELISTA, José. **Tecnologia de Alimentos**. 2ª ed. São Paulo: Editora Atheneu, 1998.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Sistema de Produção do Açaí. Dez 2005. Disponível em <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai/paginas/processamento.htm> Acesso em: 11/set/2005

FENNEMA, O.R. **Química de los alimentos**. 2.ed. Zaragoza: Acribia, 1993.

GAVA, Altanir Jaime. **Princípios de Tecnologia de Alimentos**. 7ª ed. São Paulo: Nobel, 1984.

GOMES, Maria Regina Araújo; OLIVEIRA, Maria Goreti de Almeida; CARNEIRO, Geraldo Estevam Souza; BARROS, Everaldo Gonçalves de; Maurílio Alves MOREIRA. **Propriedades físico-químicas de polifenoloxidase de feijão (phaseolus vulgaris l.)** Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 21(1): p. 69-72, jan.-abr. 2001.

HEMEDA, H.M.; KLEIN, B.P. **Inactivation and regeneration of peroxidase activity in vegetable extracts treated with antioxidants**. J. Food Sci., Chicago, v. 56, n. 1, p. 68-71, 1991.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da extração vegetal e da sicultura. Rio de Janeiro, v.18, 2003, 43p. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2003/pevs2003.pdf>. Acesso em: 05/03/2005

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Produção da extração vegetal e da siveicultura. Rio de Janeiro, v.19, p. 1-59, 2004. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pevs/2004/pevs2004.pdf>. Acesso em: 07/09/2006.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz**. Métodos químicos e físicos para análise de alimentos. 3º ed. São Paulo, 1985. v.1.t

INNOVATIONS IN DAIRY. Dairy Industry Technology Review, October, 2001. Disponível em <http://hsc.csu.edu.au/senior_science/options/pres_add/2911/index.html> Acesso: 10/set/2006.

KHAN, A.; ROBISON, D.S. **Purification of an anionic peroxidase isoenzyme from mango (*Mangifera indica* L. var. *chanusa*)** Food Chemistry, Oxford, 46, 61 – 64, 1993.

KHAN, A.; ROBISON, D.S., **Hydrogen Donor Specificity of Mango Isoperoxidases**. Food Chemistry, 49, 407 – 410, 1994.

KUSKOSKI, Marta E.; ASUERO, Agustín G.; GARCIA-PARILLA, Carmen M.; TRONCOSOS, Ana M.; FETT, Roseane. **Atividade antioxidante de pigmentos antocianícos**. Cienc. Tecnol. Aliment. , Campinas, 24(4): 691-693, out-dez. 2004.

LAPIDOT, T.; HAREL, S.; AKIRI, B.; GRANIT, R.; KANNER, J. **pH-Dependent forms of red wine anthocyanins as antioxidantes**. J. Agric. Food Chem. v. 47, p. 67-70, 1999.

LEES, D.H; FRANCIS, F. J. Standartization of pigment analysis in cranberries. Hort Science, 7(1): 83-84, 1972.

LEE, H.S.; COATES, G.A. Vitamin C in frozen, fresh squeezed, unpasteurized, polyethylene-bottled orange juice: a storage study. **Food Chemistry**, v. 65, p.165-168, 1999.

LIMA, V.L.A.G.; MÉLO, E.A.; LIMA, L.S. Avaliação da qualidade de suco de laranja industrializado. **Boletim CEPPA**, v. 18, n. 1, p. 95-104, 2000.

LIMA, Joubert. **Exportação: Contaminação de produtos dificulta mercado exterior**. Semente da Terra do Campo até você, Manaus, n. 004, p. 16-17, set/out. 2004.

LIMA, A. A. S. de,; FARIAS, M. I. T. de,; SANTOS, M. V. dos,. **Estudo comparativo do teor de antocianinas presentes no vinho de açaí (*Euterpe olerace* Matins) , nos períodos de safra e entressafra**. Belém: UFPA, 1998. Trabalho de Conclusão de Curso. Faculdade de Farmácia. Universidade Federal do Pará, 1998.

LIMA, Vera Lúcia Arroxelas de,; MÉLO, Enayde de A,; MACIEL, Maria Inês S; LIMA, Daisyvângela E. da Silva. **Avaliação do teor de antocianinas em polpa de acerola congelada de frutos provenientes de 12 diferentes aceroleiras (*Malpighia emarginata* D.C)**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, 23(1): 101-103, jan-abr.2003.

MALACRIA, Cassia R,; MOTTA, Silvana da,. **Total phenolics and anthocyanis in grapes juice**. Ciênc. Tecnol. Aliment. , Campinas, vol. 25 n. 4. oct./dec. 2005.

MAZZA, G.; MINIATI, E. **Anthocyanins in fruits, vegetables and grains**. Boca Raton: CRC Press, 1993. 362 p.

MEIRELES, Almir José; ALVES, Daniela Rodrigues. **Importância do leite longa vida para o desenvolvimento do mercado brasileiro de leite**. Juiz de Fora (MG): Embrapa Gado de Leite, 2001

MINISTÉRIO DA SAÚDE. **Rotulagem nutricional obrigatória: manual de orientação às indústrias de Alimentos - 2º Versão**. Agência Nacional de Vigilância Sanitária – Universidade de Brasília – Brasília : Ministério da Saúde, Agência Nacional de Vigilância Sanitária / Universidade de Brasília, 2005. 44p.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – MMA; SUPERINTENDÊNCIA DA ZONA FRANCA DE MANAUS – SUFRAMA; SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO AS MICROS E PEQUENAS EMPRESAS – SEBRAE; GRUPO DE TRABALHO AMAZÔNICO – GTA. **Produtos Potenciais da Amazônia**. v.19, 50p. Manaus, 1998.

NIEUWENHUIJSE, J. A. **Changes in heat-treated milk products during storage**. J. Society of Dairy Technol., v. 49, n.1, p. 24-32, 1995.

NGUYEN NHU NHU, T., [Etude de la composition de jus de différents palmiers açaï \(Euterpe oleracea Mart.\) de l'estuaire amazonien](#), Mémoire d'Ingénieur Agronome, Univ. Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 1998, 65 p.

NOGUEIRA, O. L. **Cultivo e manejos de açaizeiros**. EMBRAPA/CPATU. Belém, 1996, 5p.

OKTAY, M.; KUFREVIDGLU, L; SAKIROGLU, H. **Polyphenoloxidase from amasya apple**. Journal of food Science, 60 (3), 494 – 496, 1995.

PALLET, Dominique. **Perspectivas de valorização dos frutos amazônicos obtidos por extrativismo**. colóquio SYAL – Montpellier, São Paulo, 2002. 7p. Disponível em: www.cendotec.org.br/prosper/publicacoes/6.2-Perspectivas.pdf . Acesso em: 09/03/05.

PRATI, Patricia; MORETTI, Roberto Hermínio; CARDELLO, Helena Maria André Bolini. **Elaboration of beverage composed by blends of clarified-stabilized sugar cane and juice's acid fruits**. Ciênc. Tecnol. Aliment., Campinas, v. 25, n. 1, 2005

PEDRERO, A. L.; PANGBORN, R.M.,. **Evaluacion sensorila de los alimentos: Método Analíticos**. México: Alambra, 1997.

PEREIRA, Edimir A.; QUEIROZ, Alexandre J. de M.; FIGUEIREDO, Rossana M.F. de., **Massa específica de polpa de açaí em função teor de sólidos totais e da temperatura**. Rev. Brás. Eng. Agric. Ambiental, Campinas Grande, v.6, n.3, p.526-530, 2002.

POTTER, N.N.; HOTCHIKISS, J.H. **Food Science**. 5.ed. New York: Chapman & Hall, 1995. 608 p.

QUEIROZ, José Antonio Leite de; MELEM JUNIOR, Nagib Jorge. **Effect of the recipient size on the growth of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) seedlings**. Rev. Bras. Frutic., Aug. 2001, vol.23, no.2, p.460-462. ISSN 0100-2945.

QUEIROZ, M., ROGEZ, H., BUXANT, R., **Diminuição da carga microbiana do suco de açai (*Euterpe oleracea* Mart) por branqueamento dos frutos**., IN:XXXVI CONGRESSO BRASILEIRO DE QUÍMICA, São Paulo, 1996. **Anais**. São Paulo: A, São Paulo- SP, Brasil, set. 1996, QT20.

RAMOS, Robson Gil de Souza. **Elaboração e pasteurização de açai e avaliação de sua conservação**. Belém: UFPA, 2001. Trabalho de Conclusão de Curso, Faculdade de Química Industrial, Departamento de Química, Universidade Federal do Pará, 2001.

ROGEZ, Hervé. **Açai: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: EDUFA, 2000.

SÁNCHEZ-MORENO, C. **Compuestos polifenólicos:efectos fisiológicos**. Actividad antioxidante. Alimentaria. ene-feb, p. 29-40, 2002.

SANTOS, Elen Resende. **Caracterização da peroxidase e da polifenoloxidase de açai (*Euterpe oleracea*)**. Campinas: UNICAMP, 2001. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2001.

SAUTÉ-GRACIA, M.T.; HEINONEN, M.; FRANKEL, E.N. **Anthocyanin as antioxidants on human low-density lipoprotein and lecithin-liposome systems**. J. Agric. Food Chem. v. 45, p. 3362-3367, 1997.

SCHRAMM, D.D.; GERMAN, J.B. **Potential effects of flavonoids on the etiology of vascular disease**. J. Nutr. Biochem. v. 9, p. 560-566, 1998.

SEBRAE/AM – SERVIÇO BRASILEIRO DE APOIO ÀS MICRO E PEQUENAS EMPRESA DO AMAZONAS. **Produção de polpa congelada de Açai**. Manaus: Programa Estudos e Pesquisas, 2000, 53p. (Série Perfis empresariais).

SILVA, Mara Reis; SILVA, Maria Aparecida Azevedo Pereira da. **Nutritional aspects of phytates and tannins**. Rev. Nutr., Jan./Apr. 1999, vol.12, no.1, p.21-32. ISSN 1415-5273.

SILVA JUNIOR, Eneo Alves da. **Manual de Controle Higiênico-Sanitário em Alimentos**. 5^a ed. São Paulo: Varela, 2002.

SOUZA, Aparecida das Graças Claret de,. **Fruteiras da Amazônia**. Brasília: EMBRAPA – SPI; Manaus: EMBRAPA – CPAA, 1996. 204p.

SOUZA, J.N.S. de., [Caractérisation et quantification des anthocyanines du fruit de Paçayer \(Euterpe oleracea\)](#), Mémoire de DEA en Sciences et Technologie des Aliments, Univ. Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve, Belgique, 2000, 72 p.

STONE, Herbert ; SIDEL, Joel L.. **Sensory evaluation practices**. Redwood City: Academic Press, 1985, 311 p.

SUFRAMA - SUPERINTÊNCIA DA SONA FRANCA DE MANAUS. **Potencialidades Regionais: Estudo da viabilidade econômica do açaí**. Manaus: SUFRAMA, 2003a, 22p. (Sumário Executivo). Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/sumario/acai.pdf> . Acesso em: 09/03/05.

SUFRAMA - SUPERINTÊNCIA DA SONA FRANCA DE MANAUS. **Projeto Potencialidades Regionais Estudo da viabilidade econômica do açaí**. Manaus: SUFRAMA, 2003b, 66p. Disponível em: <http://www.suframa.gov.br/publicacoes/proj_pot_regionais/acai.pdf> Acesso em: 17/03/06.

STRINGHETA, Paulo César; BOBBIO, Paulo A. **Copigmentação de Antocianinas: Uso de corantes naturais em alimentos processados**. Ver. Biotecnologia Ciência & Desenvolvimento. Disponível em: <http://www.biotecnologia.com.br/revista/bio14/copigment.pdf>. Acesso em: 13 jan. 2006.

TERCI, Daniela Brotto Lopes; ROSSI, Adriana Vitorino. **Indicadores Naturais de pH: usar papel ou solução?**. *Quim. Nova*, Vol. 25, No. 4, 684-688, 2002.

TETRA PACK. Protege o que é bom. Disponível em: < <http://tetrapak.com.br>>. Acesso em: 29/10/ 2004.

TETRA PAK. Protege o que é bom. Área de empresa. Perguntas mais frequentes. Disponível em < http://www.tetrapak.com.br/htmls/sobre/imprensa/imprensa_perguntas.asp#6> Acesso em: 10/set/2006.

TOAIARI, Sirlene Duarte Alves; YUYAMA, Lucia Kiyoko Ozaki; AGUIAR, Jaime Paiva Lopes; SOUZA, Risonilce Fernandes Silva,. **Biodisponibilidade de ferro do açaí (Euterpe oleracea Mart) e da farinha de mandioca fortificada com ferro em ratos**. Ver. Nutr., Campinas, 18(3): 291 – 299, maio/jun., 2005.

UBOLDI EIROA, Mitha Nelly. **Microrganismos Deteriorantes de sucos de frutas e medidas de controle**. Bol. SBCTA, Campinas, 23 (3/4): 141-160, jul/dez. 1989.

UNIVERSITY OF GUELPH. **UHT Processing**. Dairy Science and Technology. Disponível em < <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/uht.html>> Acesso em: 10/set/2006.

VALDERRAMA, Patrícia; MARANGONI, Fabiane; CLEMENTE. **Efeito do tratamento térmico sobre a atividade de peroxidase e polifenoloxidase em maçã (*Mallus comunis*)**. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, 21 (3): 321 – 325. Set.-dez.2001.

VANDERZANT, C.; SPLITTSTOESSER, D. F. **Compendium of methods for the microbiological. Examination and Food**. American Public Health Association, 1992.

VIEGAS, Ismael de Jesus Matos, FRAZAO, Dilson Augusto Capucho, THOMAZ, Maria Alice Alves. **Nutritional limitations for Euterpe oleracea in yellow latosol of Para State - Brazil**. Rev. Bras. Frutic., Aug. 2004, vol.26, no.2, p.382-384.

YUYAMA; Lucia Kiyoko Ozaki; AGUIAR, Jaime Paiva Lopes; SILVA FILHO, Danilo; YUYAMA, Kaoru; FÁVARO, Débora Inês Teixeira; VASCONCELLOS, Mariana Beatriz Agostini. **Açaí como fonte de ferro: mito ou realidade?** Acta Amazônica, Manaus, 32(3): 521-525. 2002a.

YUYAMA; Lucia Kiyoko Ozaki; ROSA, Rosane Dias; AGUIAR, Jaime Paiva Lopes; NAGAHAMA, Dionísia; ALENCAR, Fernando Hélio; YUYAMA, Kaoru; CORDEIRO, George William de Oliveira; MARQUES, Hdylamar de Oliveira. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart) e cau-camu (*Myrciaria dúbia* (H.B.K) Me Vaugh) possuem ação anti anêmica?** Acta Amazônica, Manaus, 32 (4) 625-633. 2002b.

YUYAMA, Lucia K.O.; BARROS, Solimar E.; AGUIAR, Jaime P.I; YUYAMA, Kaoru; FILHO, Danilo F.S. **Quantificação de fibra alimentar em algumas populações de cubiu (*Salanum sessiliflorum* Dunal), camu-camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K) Mc Vaugh) e açaí (*Euterpe olerace* Mart)**. Acta Amazônica 32(3): 491-497. 2002.

WENG, Z. et al. **Immobilized peroxidase: A potential bioindicator for evaluation of thermal processes**. J. Food Sci., Chicago, v. 56, n. 2, p. 567- 570, 1991.