



Avaliação da Qualidade Microbiológica e  
Atividade Enzimática Residual de Açáis Tipo  
Fino

Caroline Alves Cayres

Monografia em Engenharia de Alimentos

Orientadores

Karen Signori Pereira, D.Sc.

Bernardo Dias Ribeiro, M.Sc.

Outubro de 2011

# **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA RESIDUAL DE AÇAÍ TIPO FINO**

*Caroline Alves Cayres*

Monografia em Engenharia de Alimentos submetida ao Corpo Docente da  
Escola de Química, como parte dos requisitos necessários à obtenção do  
grau de Engenheira de Alimentos

Aprovada por:

---

Luciana Maria Ramires Éesper, D.Sc.

---

Melissa Limoeiro Estrada Gutarra, D.Sc.

---

Priscilla Filomena Fonseca Amaral, D.Sc.

Orientada por:

---

Karen Signori Pereira, D.Sc.

---

Bernardo Dias Ribeiro, M.Sc.

Rio de Janeiro – RJ – Brasil

Outubro de 2011

Cayres, Caroline Alves.

Avaliação da qualidade microbiológica e atividade enzimática residual de açaís tipo fino/Caroline Alves Cayres. Rio de Janeiro: UFRJ/EQ, 2011.

viii, 66 p.; il.

(Monografia) – Universidade Federal do Rio de Janeiro, Escola de Química, 2011.

Orientadores: Karen Signori Pereira e Bernardo Dias Ribeiro

1. Açaí. 2. Qualidade microbiológica. 3. Atividade enzimática. 4. Monografia (Graduação – UFRJ/EQ). 5. Karen Signori Pereira e Bernardo Dias Ribeiro. I. Título.

*A Deus e à minha família*

*Senhor, fazei de mim o instrumento da Vossa paz  
Onde houver ódio, deixai que eu leve o amor  
Onde houver dúvida, a fé  
E onde houver desespero, a esperança  
Ó, Mestre Divino, permita que eu não só procure ser consolado, como consolar  
Ser compreendido, como compreender  
E ser amado, como amar  
Porque é dando que se recebe, Senhor  
É perdoando que somos perdoados  
E é morrendo, Pai, que nascemos para a vida eterna.*

*(Oração de São Francisco)*

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a todas as boas forças do universo que me deram inicialmente o sopro da vida e continuaram acalentando o meu coração, permitindo que eu seguisse em frente com determinação, perseverança e esperança.

À minha família, por todo o amor, cuidado e paciência que sempre tiveram comigo; pelo suporte material e espiritual, sem os quais nada seria possível; pela alegria de pertencer a uma família tão aconchegante.

Aos meus amigos e irmãos queridos da TEUJ, sempre tão carinhosos.

À minha querida Ju, sempre disposta a dar uma palavra amiga, bater um bom papo sobre qualquer assunto, dançar horas a fio, estudar... enfim, um estímulo ao bom viver!

À minha querida Cíntia, por compartilhar todos os momentos EQ comigo!

À minha querida orientadora e amiga Karen, pela amizade, carinho, paciência e por todos os cafés!

Ao meu namorado Daniel, por todo o amor, dedicação e conselhos indispensáveis, além da abdicação de seu tempo e de seus bens ao meu favor.

À Maria Cristina (*in memoriam*) e Andréa, que me iniciaram nessa arte laboratorial, sempre me incentivando e me fazendo acreditar cada vez mais que a pesquisa é linda!

Aos meus amigos Pentagonais, Ana Luiza, Marina, Antélio, Hélio e Luciana, por todas as diversões e risadas das nossas tardes de Imagem & Ação!

Aos queridos amigos Caroline, Eliene, Idila, Leonardo, Ariane, Henrique, Laís e Lorena, por todas as horas compartilhadas sobre os livros e cadernos, em grupos de estudos infundáveis “*a la EQ*”, e pelos momentos de descontração!

Resumo da Monografia apresentada à Escola de Química como parte dos requisitos para a obtenção do grau de Engenheira de Alimentos.

## **AVALIAÇÃO DA QUALIDADE MICROBIOLÓGICA E ATIVIDADE ENZIMÁTICA RESIDUAL DE AÇAÍ TIPO FINO**

Caroline Alves Cayres

Outubro, 2011

Orientadores: Prof<sup>a</sup>. Karen Signori Pereira, D.Sc.

Bernardo Dias Ribeiro, M.Sc.

Amostras de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) tipo fino (ou popular, ou ainda, tipo C) congeladas e sem adição de quaisquer outros ingredientes foram adquiridas no comércio varejista da cidade do Rio de Janeiro. Foram analisadas microbiologicamente e quanto à atividade enzimática residual 54 amostras de açaí, pertencentes a seis diferentes marcas (A, B, C, D, E e F). Todas as amostras analisadas encontravam-se dentro do prazo de validade estabelecido pelo fabricante, e as empresas eram registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Os microrganismos analisados foram: *Salmonella*, *Escherichia coli*, fungos filamentosos e leveduras, de acordo com o preconizado pela legislação brasileira vigente. O máximo permitido pela legislação atual para a contagem de fungos filamentosos e leveduras em açaí é de  $5 \times 10^3$  UFC/g. De acordo com os resultados obtidos, 50% dos lotes e 33,3% das marcas apresentaram contagem de fungos filamentosos e leveduras dentro do padrão preconizado pela legislação, partindo-se do pressuposto que o açaí é in natura. Por outro lado, assumindo que o açaí foi tratado termicamente, apenas 33,3% dos lotes e 16,7% das marcas estão em conformidade com a legislação vigente. Apenas duas amostras apresentaram contagens de *Escherichia coli*, ambas estando fora do máximo estabelecido pela legislação vigente, que é de 1 UFC/g para coliformes termotolerantes. Constatou-se ausência de *Salmonella* em todas as amostras analisadas. A presença de fungos filamentosos, leveduras e *E. coli* pode ser um indicativo de práticas inadequadas durante a fabricação do açaí. Assim, é importante ressaltar a necessidade de um controle rigoroso da cadeia do frio, uma vez que esses microrganismos podem ser responsáveis pela deterioração do produto. Com relação à análise da atividade enzimática residual, tanto da enzima peroxidase, quanto da polifenoloxidase, as amostras de açaí apresentaram baixa atividade (na ordem de  $10^{-4}$ U/g) de ambas as enzimas, indicando uma possível fragilidade do método utilizado.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Açaizeiros na várzea.

Figura 2 – Exemplos de cachos de açaizeiro de diferentes tipos (branco, espada e roxo).

Figura 3 – Quantidade de frutos de açaizeiro extraído no Brasil, na Região Norte e no estado do Pará, de 1990 a 2009.

Figura 4 – Evolução de preços médios do paneiro (com 28 kg de frutos de açaizeiro) praticados no estado do Pará, entre 1994 e 2005.

Figura 5 – Fluxo de comercialização da polpa de açaí na cidade do Rio de Janeiro.

Figura 6 – Colheita do açaí.

Figura 7 – Debulha de frutos de açaizeiro em paneiros e amostra de frutos excluídos durante a seleção.

Figura 8 – Cestos usados para acondicionamento de frutos de açaizeiro.

Figura 9 – Caixas de plástico usadas para acondicionamento de frutos de açaizeiro.

Figura 10 – Embarcação de pequeno porte utilizada no transporte de frutos de açaí.

Figura 11 – Recepção e pesagem de frutos de açaizeiro.

Figura 12 – Mesa para a seleção manual de frutos de açaizeiro.

Figura 13 – Representação de uma despoldadeira tradicional para frutos de açaizeiro.

Figura 14 – Pasteurizador tipo tubular para tratamento microbiológico de açaí.

Figura 15 – Câmara fria para estocagem do açaí.

Figura 16 – Alimentação da batedeira com frutos de açaizeiro.

Figura 17 – Açaí recolhido da batedeira.



Figura 18 – Diagrama de blocos do processamento dos frutos de açazeiro.

Figura 19 – Mecanismo de inativação enzimática.

Figura 20 – Reação geral da POD.

Figura 21 – Escurecimento enzimático pela ação da PPO.

Figura 22 – Reação de oxidação do catecol a benzoquinona, catalisada pela enzima polifenoloxidase.

Figura 23 – Reação do guaiacol na presença de peróxido de hidrogênio, catalisada pela enzima peroxidase, formando tetraguaiacol.

## **LISTA DE QUADROS**

Quadro 1 – Composição de açaí (em base seca): centesimal e minerais.

Quadro 2 – Composição de 100g de açaí (em base seca): ácidos graxos e compostos antioxidantes.

Quadro 3 – Composição centesimal da polpa de frutos do açaizeiro “BRS-Pará”.

Quadro 4 – Composição de polpa de açaí, com xarope de guaraná e glucose, por 100 gramas do alimento: centesimal, minerais, vitaminas e colesterol.

Quadro 5 – Composição de polpa de açaí, com xarope de guaraná e glucose, por 100 gramas do alimento: ácidos graxos.

Quadro 6 – Carga microbiana de açaí preparado com frutos recém colhidos e de açaí comercializado em Belém (PA).

Quadro 7 – Resultados percentuais das presenças dos microrganismos nas amostras do fruto de açaizeiro e da polpa de açaí no estado do Amapá.

Quadro 8 – Condições mínimas de pasteurização (binômio tempo e temperatura).

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1- pH médio dos açaís tipo fino das 6 marcas (A, B, C, D, E e F).

Tabela 12– Contagens de fungos filamentosos e leveduras nas polpas de açaí tipo fino de 6 marcas (A, B, C, D, E e F).

Tabela 3 – Porcentagem de conformidade com relação à contagem de fungos filamentosos e leveduras entre os lotes e marcas de açaí tipo fino.

Tabela 4 – Médias das atividades residuais de PPO ( $\times 10^{-4}$  U/mL) de açaí tipo fino, dos lotes e das marcas.

Tabela 5 - Médias das atividades residuais de POD ( $\times 10^{-4}$  U/mL) de açaí tipo fino, dos lotes e das marcas.

Tabela 6 – Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca A.

Tabela 7 – Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca B.

Tabela 8 – Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca C.

Tabela 9 – Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca D.

Tabela 10 – Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca E.

Tabela 11 – Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca F.

## SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS .....	vii
LISTA DE QUADROS .....	ix
LISTA DE TABELAS .....	x
INTRODUÇÃO.....	1
Mercado e comercialização.....	3
Composição e valor nutricional do fruto e da polpa .....	9
Legislação .....	14
Colheita, pós colheita e processamento.....	16
Contaminação microbiana.....	29
Atividade enzimática.....	32
Tratamento térmico .....	37
Alternativas ao tratamento térmico .....	40
OBJETIVO GERAL.....	42
OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	42
MATERIAIS E MÉTODOS.....	43
Análises do pH .....	43
Análises microbiológicas .....	43
Análise Enzimática.....	44

RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	47
Análise do pH.....	47
Análises Microbiológicas .....	48
Análise Enzimática.....	52
CONCLUSÕES .....	55
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	56
APÊNDICE .....	64



## INTRODUÇÃO

O açazeiro (Divisão: Angiospermae; Classe: Monocotyledonae; Ordem: Arcales; Família: Palmae; Gênero: *Euterpe*; Espécie: *Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira nativa da Amazônia brasileira (Figura 1), encontrada também na Colômbia, no Equador, nas Guianas, em Trinidad e Tobago e na Venezuela. Essa espécie cresce em touceiras de 4 a 8 estipes, com alturas entre 3 e 20m, produzindo frutos globosos de 1 a 2 cm de diâmetro (HENDERSON et al., 1995). O gênero *Euterpe* constitui-se de aproximadamente 28 espécies, distribuídas das Antilhas até a América do Sul. Existem registros de ocorrência de 10 espécies no Brasil, sendo 7 delas na Amazônia, destacando-se o açazeiro. Sua importância socioeconômica e cultural concerne na extração de frutos e palmito. A produção de frutos é a exploração mais antiga, datada desde a época pré Colombiana (OLIVEIRA et al., 2007). O açaí roxo é o mais comum e o mais consumido, existindo também outros ecotipos<sup>1</sup> de açazeiro (açaí branco, açaí-açu, açaí-espada, açaí-sangue-de-boi, açaí tinga e açaí chumbinho) (OLIVEIRA et al., 2007) (Figura 2). A palavra açaí (do tupiguarani:açay, assahi) significa “fruto que chora, isto é, que deita água” (HOUAISS, 2001).



**Figura 1:** Açazeiros na várzea.

---

<sup>1</sup> população local de uma espécie que apresenta características botânicas peculiares, as quais surgem como resposta do genótipo às características ecológicas típicas do ambiente local (EMBRAPA, 1996).

**FONTE:** WIKIPEDIA, 2008.



**Figura 2:** Exemplos de cachos de açazeiro de diferentes tipos (branco, espada e roxo).

**FONTE:** OLIVEIRA et al., 2007 .

O açazeiro é a principal fonte de matéria-prima para a agroindústria de palmito no Brasil. Outros subprodutos dessa palmeira podem ser citados, como a palma que é usada na cobertura de casas, produção de cestos, tapetes, etc.; do caule se obtém material para construção de casas, pontes, cercas, etc.; os cachos são utilizados como vassoura e os caroços servem de matéria-prima para artesanato (CUNHA, 2003). Ademais, 30% dos estipes adultos podem ser cortados de 5 em 5 anos e destinados à fabricação de pastas e polpa de celulose para papel (OLIVEIRA et al., 2007).

O período de safra dos frutos ocorre entre os meses de julho e dezembro, sendo a produção quase nula no restante do ano. Seu cultivo requer um clima com elevadas condições de temperatura, precipitação pluviométrica e umidade relativa do ar, sendo no estuário do Rio Amazonas onde se encontram as maiores populações naturais daquela palmácea (NOGUEIRA, 2006), estendendo-se por uma área de aproximadamente 10.000km<sup>2</sup>.



A extração dos frutos de açazeiro evita o abandono das áreas de várzeas e igapós que são exploradas anualmente com o cultivo de arroz e cana-de-açúcar, além de permitir à indústria processadora de açaí instalada na região um abastecimento seguro e fácil, com baixo custo de matéria prima e transporte. Os açazeiros formam maciços de açazais naturais, tornando a espécie um componente da floresta nativa, com área estimada em 1 milhão de hectares (NOGUEIRA, 2006).

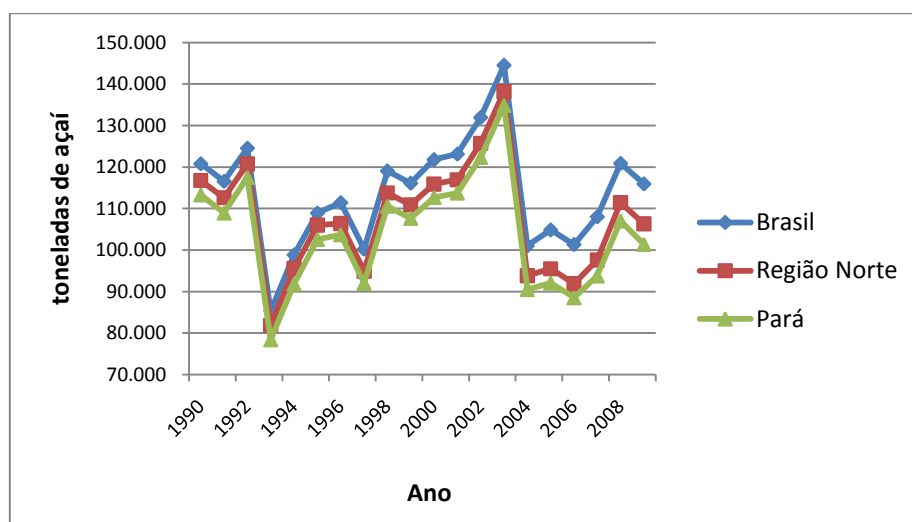
Como a polpa representa entre 5 e 15% do volume total do fruto de açazeiro e, levando em consideração a alta comercialização anual do mesmo, existe a geração de milhares de toneladas de resíduo (representado pela casca e pelos caroços do fruto) desse comércio anualmente, gerando, inclusive, impacto ambiental. Nesse sentido, Oliveira et al. (2007) citaram a recuperação da energia em forma de vapor utilizável em tratamentos térmicos como alternativa para a utilização desse resíduo, dada sua alta capacidade calorífica (em torno de 5000 cal/g de massa seca de resíduo).

Quando comparado à maioria das frutas tropicais, o açaí in natura é quase insípido e apresenta um baixo rendimento de sua parte comestível, não sendo, portanto, consumido desta forma (OLIVEIRA et al., 2007). A maior parte desses frutos é transformada em polpa, agregando valor econômico ao mesmo, evitando desperdícios, minimizando perdas que podem ocorrer durante a comercialização do produto in natura e apresentando a vantagem de ser encontrada no período entressafra, caracterizando, portanto, uma atividade agroindustrial importante (PEREIRA et al., 2006).

### **Mercado e comercialização**

O estado da Pará é o maior produtor nacional, com 91,47% da produção (Figura 3). Esse estado consome 20% da sua produção, exporta 10% para países como Estados Unidos, Itália, Japão, Argentina, entre outros, e comercializa 70% no mercado nacional (CUNHA, 2003). À produção do Pará, seguem-se as dos estados do Maranhão, Amapá, Acre e Rondônia. A partir da década de 1990 a produção de frutos também passou a ser obtida de açazais nativos manejados (20% da produção em 2006), ademais do

extrativismo já consolidado (NOGUEIRA, 2006), devido ao aumento do consumo no Brasil e das exportações. Esse aumento foi gerado por um incremento da pressão internacional para a preservação da Amazônia, expondo frutos regionais, tais como guaraná, cupuaçu e açaí, como produtos florestais não madeireiros, sendo alternativas para evitar os desmatamentos e as queimadas comuns àquela região, atraindo, assim, o interesse do mercado internacional.



**Figura 3:** Quantidade de frutos de açaizeiro extraído no Brasil, na Região Norte e no estado do Pará, de 1990 a 2009.

**FONTE:** IBGE, 2011.

Em 2000, foi iniciada a exportação de polpa congelada de açaí para os Estados Unidos e para a Itália. Os Estados Unidos faturaram 3,8 milhões de dólares com a venda de produtos feitos com a fruta em 2005 (DUAILIBI, 2007). Os produtos oriundos do açaizeiro têm sido apresentados em feiras internacionais na Europa e na América do Norte, despertando interesse do público em geral (OLIVEIRA et al., 2007), por serem produtos considerados exóticos. Devido à geração de novos mercados, já existe um déficit de matéria prima, principalmente na época de entressafra. Assim, alguns dos maiores municípios do Pará vêm estimulando a formação de cooperativas de produtores de açaí visando o aumento da produção. Com isso, a colheita e venda dos frutos do

açazeiro já representam até 80% da renda dos ribeirinhos (CUNHA, 2003), respondendo por mais de 25.000 empregos diretos e indiretos somente na cidade de Belém (OLIVEIRA et al., 2007).

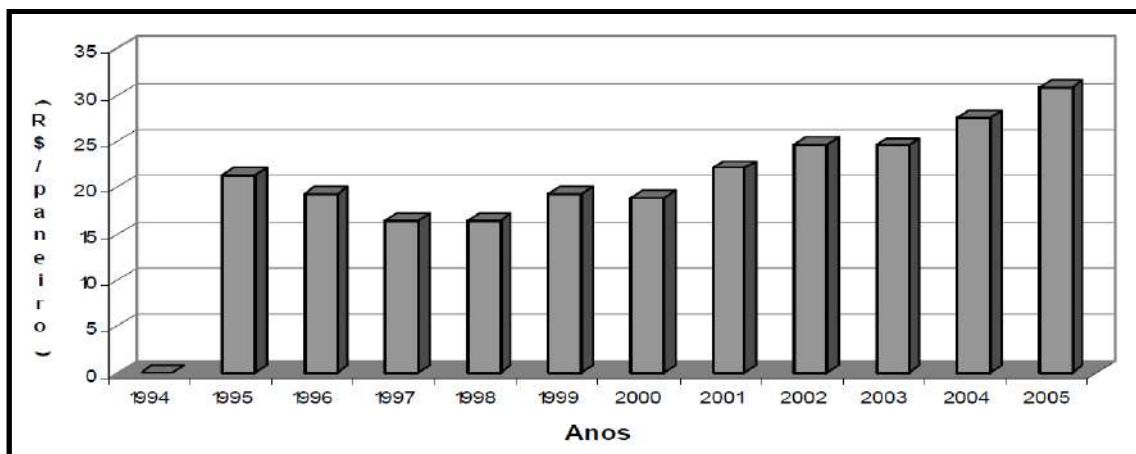
O mercado internacional, que vem crescendo cerca de 30% ao ano, é extremamente exigente no que tange aos padrões de qualidade e de composição química dos produtos derivados dos frutos de açazeiro. Esses produtos são geralmente exportados na forma adoçados em latas e em embalagens cartonadas (OLIVEIRA et al., 2007).

Houve um aumento dos preços do açaí devido à instalação de indústrias de processamento no Estado do Pará, o que prejudicou, em certa medida, o consumidor local. Por outro lado, a maior liquidez<sup>2</sup> do produto e os preços mais altos são positivos para os agricultores. O mercado é, em geral, dominado por intermediários, com alto nível de apropriação do lucro e exploração do produtor (FBB, 2010).

Os preços do fruto na região produtora variam de acordo com o período de safra ou entressafra. Uma caixa ou rasa ou cesto contendo 28kg de frutos de açazeiro, que é a forma mais difundida de venda, pode ser até 400% mais cara na entressafra, sofrendo variações em função da oferta local, da distância do mercado consumidor e do tamanho do mesmo (HOMMA, 2006). Oliveira et al. (2007) descrevem a evolução do preço do panieiro de 28 kg comercializado no estado do Pará (Figura 4).

---

<sup>2</sup> Liquidez refere-se à facilidade com a qual um ativo pode ser convertido em dinheiro. Um ativo é tanto mais líquido quanto mais fácil for transformá-lo em dinheiro vivo, ou seja, a liquidez pode ser entendida como a medida de interesse que o mercado tem em negociar esse ativo.

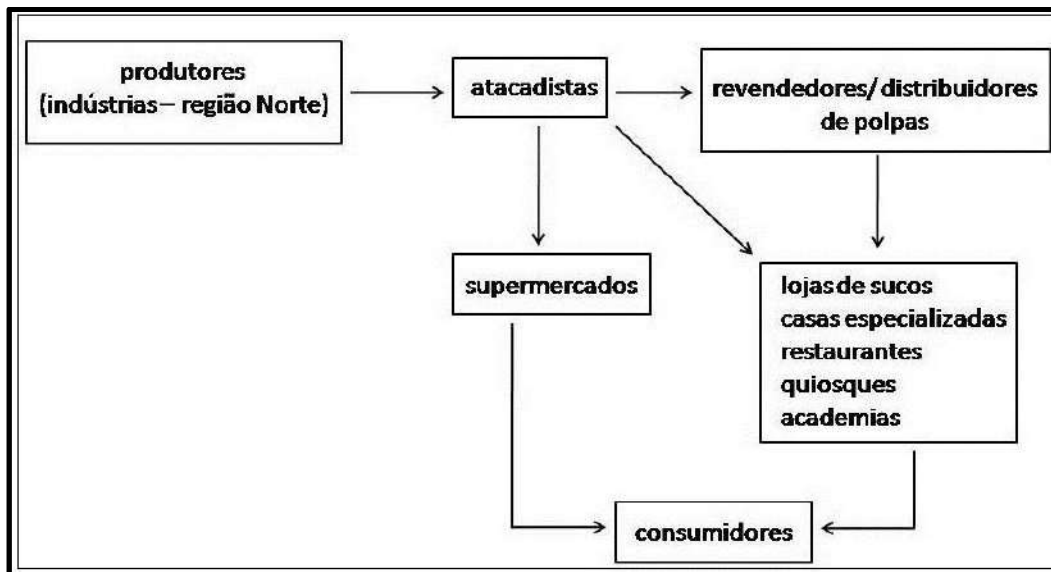


**Figura 4:** Evolução de preços médios do paneiro (com 28 kg de frutos de açaizeiro) praticados no estado do Pará, entre 1994 e 2005.

**FONTE:** OLIVEIRA et al., 2007.

Devido às suas características energéticas, o açaí também é muito apreciado por atletas e adeptos da chamada “cultura da saúde”. Com o açaí também são fabricados licores, sorvetes, bombons, geléias e cosméticos. Assim, o açaí ultrapassou os limites locais, conquistando novos mercados e sendo gerador de empregos e renda. A polpa é vendida congelada para outros estados brasileiros, principalmente Rio de Janeiro, São Paulo, Brasília, Góias e estados da Região Nordeste. No ano de 2006, foi estimado que no Rio de Janeiro foram consumidas 500 toneladas/mês, em São Paulo 150 toneladas/mês e outros estados somaram 200 toneladas/mês (HOMMA, 2006).

Esse fruto ganha muitos adeptos em diversas regiões do Brasil, em especial na cidade do Rio de Janeiro (GUIMARÃES, 1998), onde a polpa congelada chegou na década de 1990. A Figura 5 apresenta o fluxo de comercialização da polpa de açaí na cidade do Rio de Janeiro.



**Figura 5:** Fluxo de comercialização da polpa de açaí na cidade do Rio de Janeiro.

**FONTE:** GUIMARÃES, 1998 (adaptado).

A polpa de açaí congelada, transportada para a cidade do Rio de Janeiro em caminhões frigoríficos com capacidade de até 24 toneladas de polpa, é comercializada mais comumente em embalagens plásticas de 1kg, sendo também encontrada em pacotes plásticos de 100g. É classificada como açaí tipo fino ou popular ou, ainda, tipo C. No final da década de 1990, cerca de 35% da produção do Pará foi transportada para o Rio de Janeiro (GUIMARÃES, 1998). Apesar de as unidades produtoras estarem compostas, em sua maioria, por pequenos produtores que utilizam processos artesanais, a indústria de polpas de frutas congeladas vem sofrendo expansão nos últimos anos (PEREIRA et al., 2006).

Guimarães (1998) listou os seis critérios mais utilizados pelos comerciantes da cidade do Rio de Janeiro no momento da aquisição de polpa de açaí congelada:

- a. Cor: deve ser bem escura, sem a presença de cristais de água (que indicam um armazenamento indevido);
- b. Marca: o comerciante mostra-se fiel à determinada marca já adquirida que foi bem aceita pelos clientes;

- c. Confiança no vendedor: a grande maioria dos comerciantes adquire a mercadoria por telefone. Então, a entrega deve ser pontual e apresentar um produto de boa qualidade;
- d. Aparência: as barras devem chegar congeladas ao estabelecimento e em bom estado;
- e. Sabor: os comerciantes levam em consideração a opinião dos consumidores finais de seus estabelecimentos.

Com relação aos critérios utilizados na compra do produto final pelo consumidor na cidade do Rio de Janeiro, Guimarães (1998) também listou cinco critérios:

- a. Textura: a maioria prefere o açaí bem consistente;
- b. Temperatura: o produto deve estar bem gelado;
- c. Cor: deve ser semelhante à do vinho tinto;
- d. Preço: muitos consumidores afirmaram que alguns comerciantes costumavam cobrar muito caro pelo produto consumido na tigela ou no copo;
- e. Marca: uma minoria de consumidores apontou esse item como importante dado que a maioria dos consumidores não tem acesso à marca, sendo esse critério mais importante para o comerciante da casa de suco, do quiosque, do restaurante, etc..

Além disso, o ponto negativo mais citado na pesquisa de Guimarães (1998) foi o fato de os consumidores deixarem de comprar o produto porque o mesmo é gorduroso e, assim, consumi-lo diversas vezes durante a semana pode fazer com que o indivíduo engorde. Os consumidores fiéis de açaí afirmam que não há um produto que possa substituí-lo, enquanto os consumidores não tão fanáticos trocariam um açaí por outros sucos de frutas, refrigerantes, mates, bebidas à base de guaraná ou bebidas à base de soja.

## Composição e valor nutricional do fruto e da polpa

O açaí é um alimento considerado de bom valor nutricional por possuir uma composição rica em compostos antioxidantes, ácidos graxos poliinsaturados, fibras e proteínas (NEIDA e ELBA, 2007) (Quadros 1 e 2). O fruto de açaizeiro apresenta um alto valor calórico (262 kcal/100g), enquanto o suco de açaí possui em torno de 80kcal/100g, dependendo da quantidade de água adicionada (OLIVEIRA et al., 2007). Caracteriza-se como alimento básico na região norte do Brasil, sendo consumido juntamente com farinha de mandioca, peixe e camarão. Em Belém, capital do Pará, estima-se que sejam comercializados 120 mil litros de açaí diariamente, em mais de 3 mil pontos de venda (HOMMA, 2006), o que corresponde ao dobro do consumo de leite nessa mesma localidade (OLIVEIRA et al., 2007).

**Quadro 1:** Composição de açaí (em base seca<sup>a</sup>): centesimal e minerais.

Componente	Quantidade	Componente	Quantidade
Proteínas (g)	13,8	Zinco (mg)	6,0
Lipídeos (g)	49,4	Ferro (mg)	23,0
Cinzas (g)	5,2	Cobre (mg)	1,0
Carboidratos (g)	31,6	Manganês (mg)	9,0
Fibras insolúveis (g)	27,3	Sódio (mg)	66,0
Fibras solúveis (g)	3,6	Potássio (mg)	697,0
Fibras totais (g)	30,9	Magnésio (mg)	79,0
Cromo (mg)	3,0	Cálcio (mg)	373,0
Fósforo (mg)	200,0		

<sup>a</sup> umidade: 48,6%

**FONTE:** NEIDA e ELBA, 2007.

**Quadro 2:** Composição de 100g de açaí (em base seca<sup>a</sup>): ácidos graxos e compostos antioxidantes.

Ácido graxo	Quantidade
Palmítico (16:0) (g)	23,0
Palmitoléico (16:1 n-9) (g)	5,0
Estearíco (18:0) (g)	1,3
Oléico (18:1 n-9) (g)	54,4
Linoléico (18:2, n-9, n-12) (g)	16,0
Linolênico (18:3 n-9, n-12, n-15) (g)	0,8
Polifenóis (g)	5,02
Taninos (g)	0,7

<sup>a</sup> umidade: 48,6%

**FONTE:** NEIDA e ELBA, 2007.

Os frutos de açaizeiro são ricos em antocianinas, substâncias que conferem a cor arroxeada e a capacidade antioxidante aos mesmos. Esses frutos ocupam o terceiro lugar em quantidade dessas substâncias, estando atrás apenas do mirtilo e da amora. O teor de antocianina no fruto fresco é de 100mg/100g de frutos (base úmida) ou 500mg/100g de polpa (CONSTANT, 2003). As antocianinas preponderantes na polpa de açaí, que apresentam também outros 11 compostos polifenólicos não antociânicos, são cianidina-3-rutinosídeo ( $202 \pm 5,8$  mg/L) e cianidina-3-glucosídeo ( $75 \pm 4,8$  mg/L) (PACHECO-PALENCIA *et al.*, 2007). Em uma reportagem apresentada na Revista Saúde n° 297 (SPONCHIATO, 2008), intitulada “Roxos de Saúde”, abordam-se os benefícios das antocianinas:

- a. Regulação do funcionamento dos adipócitos, tendo, assim, ação antiobesidade, segundo pesquisadores da Universidade de Chubu, no Japão;
- b. Atividade antioxidante, combatendo, assim, os radicais livres formados naturalmente durante o metabolismo corporal. Segundo uma pesquisa elaborada



- na Universidade Estadual de Ponta Grossa, no Paraná, a atividade antioxidante das antocianinas é maior do que a das vitaminas C e E;
- c. Propriedades antiinflamatórias, segundo pesquisa elaborada no Laboratório de Química e Bioquímica de Alimentos da Universidade de São Paulo;
  - d. Redução de colesterol e triglicérides, segundo pesquisa elaborada na Universidade Federal de Viçosa.

Constant (2003) observou o alto potencial de extração de antocianinas de açaí e aplicou esse corante na forma de pó, obtido através da técnica de *spray drying*, em iogurte, queijo tipo *petit suisse*, bebida isotônica líquida e bebida isotônica em pó. Entre os alimentos testados, o único que não se apresentou apropriado foi a bebida isotônica líquida, em que o corante sofreu rápida degradação.

Darnet et al. (2011) analisaram a concentração de vitamina E em polpas de açaí coletadas em três diferentes regiões do estuário do Rio Amazonas. A vitamina E é um importante antioxidante natural, presente em certos alimentos, que ocorre como oito componentes ( $\alpha$ -,  $\beta$ -,  $\gamma$ - e  $\delta$ -tocoferol e seus correspondentes tocotrienóis), sendo o  $\alpha$ -tocoferol o mais ativo. Segundo os autores, esse produto é rico nessa vitamina, apresentando uma concentração de 394,3  $\mu\text{g}$  de  $\alpha$ -tocoferol/g de matéria seca. Assim, confirma-se que o açaí é uma boa fonte de vitamina E, com concentrações equivalentes ao amendoim e às nozes, alimentos que são largamente reconhecidos pelas suas altas concentrações de vitamina E.

A Embrapa Amazônia Ocidental desenvolveu uma cultivar de açaizeiro (chamada de “BRS-Pará”) ideal para o cultivo em terra firme, já que essa palmácea é original de áreas alagadas ou de várzeas. Essa cultivar apresentou um sistema de produção mais fácil e produtivo, se comparado ao sistema tradicional. Rufino et al. (2011) determinaram a concentração de fibra dietética (71% na matéria seca) nos frutos do açaizeiro “BRS-Pará”, considerando-o como uma excelente fonte desse componente nutricional. Os autores também reportaram que esses frutos possuem uma capacidade antioxidante maior do que a apresentada por azeite de oliva extra virgem, concluindo que o açaí “BRS-Pará” possui um enorme potencial nutricional e aplicações na saúde do consumidor (Quadro 3).

**Quadro 3:** Composição centesimal da polpa de frutos do açazeiro “BRS-Pará”.

Componente	g/100g de matéria seca <sup>a</sup>
Proteínas	6,27 ± 0,31
Cinzas	1,99 ± 0,17
Açúcares solúveis	7,93 ± 2,11
Lipídeos totais	20,82 ± 1,60
Fibra dietética solúvel	2,75 ± 0,16
Fibra dietética insolúvel	68,49 ± 1,21
Fibra dietética total	71,22 ± 1,22

<sup>a</sup> umidade: 85,7%

**FONTE:** RUFINO et al., 2011.

Menezes et al. (2008) estudaram o efeito da liofilização sobre a qualidade nutricional de polpa de açaí, concluindo que esse processo pode ser considerado como uma excelente alternativa de conservação devido a presença de importantes componentes nutricionais encontrados no produto final. Por ser altamente calórico, apresentando 489,39 kcal por 100g de polpa liofilizada, também é um ótimo alimento a ser incorporado nas refeições de indivíduos com baixo peso, especialmente na faixa etária infantil. Finalmente, por ser rico em lipídeos essenciais, cálcio e potássio (330mg e 900mg/100g de polpa liofilizada, respectivamente), constitui-se em um alimento que contribui para o crescimento e bom funcionamento do corpo humano em geral, agregando macronutrientes e minerais aos cardápios tão desbalanceados dos hábitos alimentares do século XXI.

O consumidor carioca adotou uma forma de consumo diferenciada dos nortistas. No estabelecimento vendedor de açaí ao consumidor, ou seja, as casas de sucos, restaurantes, etc., a polpa congelada é misturada aos ingredientes que darão as características próprias do açaí preferido no Rio de Janeiro: xarope de guaraná, frutas (em geral, banana e morango), proteinato de cálcio e granola (Quadros 4 e 5). Em barraquinhas mais populares montadas em feiras e ruas do subúrbio carioca, a mistura de açaí acima descrita ainda é acrescida de caldas para sorvete, cereais, confeitos,

biscoitos e balas. Entre os meses de dezembro e abril está concentrada a maior venda de açaí no Rio de Janeiro, caindo em torno de 40% no restante do ano. Foi relatado que em época de alta no final da década de 1990, uma casa especializada na venda de açaí vendia até 300kg por dia (GUIMARÃES, 1998).

**Quadro 4:** Composição de polpa de açaí, com xarope de guaraná e glucose, por 100 gramas do alimento: centesimal, minerais, vitaminas e colesterol.

Componente	Quantidade	Componente	Quantidade
Valor calórico (kcal)	110	Ferro (mg)	0,3
Proteína (g)	0,7	Sódio (mg)	15
Lipídeos (g)	3,7	Potássio (mg)	75
Colesterol (mg)	NA*	Cobre (mg)	0,14
Carboidratos	21,5	Zinco (mg)	0,2
Fibras alimentares (g)	1,7	Retinol (mg)	NA*
Cinzas (g)	0,3	Tiamina (mg)	traço
Cálcio (mg)	22	Riboflavina (mg)	traço
Magnésio (mg)	13	Piridoxina (mg)	0,07
Manganês (mg)	3,29	Niacina (mg)	traço
Fósforo (mg)	11	Vitamina C (mg)	10,3

\*NA – não aplicável

**FONTE:** NEPA/UNICAMP, 2006.

**Quadro 5:** Composição de polpa de açaí, com xarope de guaraná e glucose, por 100 gramas do alimento: ácidos graxos.

Ácido graxo	Quantidade
Saturados (g)	0,7
Monosaturados (g)	1,9
Insaturados (g)	0,3
Mirístico (14:0) (g)	traço
Palmítico(16:0) (g)	0,58
Esteárico (18:0) (g)	0,07
Araquídico (20:0) (g)	traço
Palmitoléico(16:1) (g)	0,07
Oléico (18:1) (g)	1,88
Gadoléico(20:1) (g)	traço
Linoléico (18:2 n-9, n-12) (g)	0,3
Linolênico (18:3 n-9, n-12, n-15) (g)	0,02

**FONTE:** NEPA/UNICAMP, 2006.

### **Legislação**

De acordo com o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), polpa de fruta é definida como produto não fermentado, não concentrado, não diluído, obtido pelo esmagamento de frutos polposos, através de processo tecnológico adequado, com um teor mínimo de sólidos totais provenientes da parte comestível do fruto, específico para cada polpa de fruta (BRASIL, 2001).

Com a finalidade de padronizar, controlar e fiscalizar as polpas de frutas comercializadas no Brasil, o MAPA fixou em 07 de janeiro de 2000 a Instrução Normativa número 1 (BRASIL, 2000), dentro da qual está o Regulamento Técnico Para

Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade Para Polpa de Açaí, que define uma classificação para o açaí:

- a. Polpa de açaí é a polpa extraída do açaí, sem adição de água, por meios mecânicos e sem filtração, podendo ser submetido a processo físico de conservação;
- b. Açaí grosso ou especial ou tipo A é a polpa extraída com adição de água e filtração, apresentando acima de 14% de sólidos totais e uma aparência muito densa;
- c. Açaí médio ou regular ou tipo B é a polpa extraída com adição de água e filtração, apresentando entre 11 e 14% de sólidos totais e uma aparência densa;
- d. Açaí fino ou popular ou tipo C é a polpa extraída com adição de água e filtração, apresentando entre 8 e 11% de sólidos totais e uma aparência pouco densa.

A Instrução Normativa acima citada preconiza que a classificação do açaí deverá ser declarada no rótulo principal da polpa de açaí integral e do açaí, de forma legível e visível, em dimensões gráficas não inferiores à denominação do produto. Também estabelece que a polpa de açaí e o açaí destinados ao consumo direto em embalagem de no máximo 1kg deverão ser conservados através de processo físico, sendo proibido o uso de conservantes ou de corantes, com exceção do corante obtido do próprio fruto do açaí.

Pereira et al. (2006) analisaram polpa de açaí descrita na embalagem como sendo do tipo C, comercializada congelada na cidade de Viçosa-MG e encontraram valores entre 1 e 2% de sólidos totais, demonstrando a excessiva diluição sofrida pelo fruto e a não adequação à legislação vigente.

Com relação aos atributos de higiene, a Instrução Normativa número 1 (BRASIL, 2000) fixa, ainda, os seguintes limites máximos microbiológicos:

- a. Soma de fungos filamentosos e leveduras: máximo de  $5 \times 10^3$  UFC/g para polpa in natura, congelada ou não, e  $2 \times 10^3$  para polpa conservada quimicamente<sup>3</sup> e/ou que sofreu tratamento térmico;
- b. Coliforme termotolerante<sup>4</sup>: máximo de 1 UFC/g;
- c. *Salmonella*: ausente em 25g.

A Instrução acima citada não distingue padrões microbiológicos para os diferentes tipos de açaí (polpa, A, B ou C).

### **Colheita, pós colheita e processamento**

Pessoa e Silva (2007) descrevem a importância da absorção de água pelos frutos de açaizeiro durante o transporte e o pré processamento dos mesmos, baseados nas seguintes etapas:

- a. Transporte: em barcos com grande capacidade, o açaí é resfriado por gelo picado, que, após sua fusão, confere absorção indesejada de água aos frutos;
- b. Processamento: uma etapa importante consiste em imergir os frutos em água para reduzir a aderência entre o pericarpo e caroço;
- c. Armazenamento: a alta razão entre superfície e volume do pericarpo torna o fruto muito sensível à água disponível (líquida ou vapor) na câmara de armazenamento.

Como resultados, os autores supracitados concluíram que a absorção de água é mínima na temperatura de 13°C e umidade relativa de 81 a 87%, sendo esses parâmetros ideais para o armazenamento, no que tange à absorção de água indesejada.

---

<sup>3</sup> Representada pela acidificação com ácido ascórbico ou ácido cítrico.

<sup>4</sup> O grupo dos coliformes termotolerantes, comumente chamados de coliformes fecais, é um subgrupo dos coliformes totais. Essa definição objetivou selecionar apenas as enterobactérias originárias do trato gastrointestinal, porém sabe-se que o grupo inclui membros de origem não fecal. Em função disso, o termo coliformes fecais tem sido, gradativamente, substituído por coliformes termotolerantes (Silva et al, 1997).

Em um estudo sobre a influência da refrigeração sobre a qualidade dos frutos de açaizeiro, Pompeu et al. (2009) concluíram que o resfriamento dos frutos a 15°C apenas provocou um decréscimo na perda de massa, uma menor multiplicação das bactérias mesófilas totais e dos fungos filamentosos e leveduras. Nesse mesmo estudo também foi observada a elevação de aproximadamente 4°C na temperatura dos frutos depois de colhidos, apesar de não se tratarem de frutos climatéricos. Esse fato possivelmente decorre de choques sofridos pelos frutos durante a colheita, seguidos da compressão dos mesmos durante o transporte e o armazenamento.

A cadeia produtiva industrial de açaí consiste de dezenove etapas:

- 1) Colheita: nessa etapa, deve ser respeitada a época correta de maturação dos frutos, além de serem obedecidos os padrões de higiene. O colhedor escala o estipe do açaizeiro com o auxílio de um trançado de folhas amarrado aos pés (conhecido como peconha) (Figura 6) e corta o cacho, depositando-o sobre uma lona ou toalha de plástico, para que seja evitada a contaminação do fruto através do contato com o solo. É realizada preferencialmente pela manhã, pois as chuvas e os ventos fortes do período vespertino dificultam a subida aos estipes (VASCONCELOS e ALVES, 2006);



**Figura 6:** Colheita do açaí.

**FONTE:** SCHMIDT, 2011.

- 2) Pré seleção: deve ser realizada logo após a colheita, removendo-se produtos indesejáveis ao processamento (folhas, galhos, insetos, etc.), que não devem ser mantidos sobre o solo por períodos longos, a fim de que não se tornem focos de contaminação aos frutos sadios (CUNHA, 2003);
- 3) Debulha e catação: consistem na liberação dos frutos dos cachos e da seleção dos mesmos com relação à coloração e ao estágio de maturação (Figura 7). Os frutos adequados são aqueles que apresentam a casca com tonalidade roxo-escura intensa, recoberta com uma camada de pó branco-acinzentado, que são conhecidos popularmente como “tuíras”. De forma semelhante à que acontece na colheita, deve ser evitado o contato direto dos frutos com o solo, sendo eles debulhados sobre lonas, toalhas de plásticos ou diretamente nas caixas de plástico. Seguem-se a seleção visual e eliminação de frutos atacados por insetos ou contaminados por material fecal de aves. Os frutos devem ser abrigados da radiação solar direta, sendo removidos do campo de colheita o mais rápido possível (VASCONCELOS e ALVES, 2006);



**Figura 7:** Debulha de frutos de açaizeiro em paneiros e amostra de frutos excluídos durante a seleção.

**FONTE:** VASCONCELOS e ALVES, 2006. Foto: Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos.

- 4) Acondicionamento: os frutos são acondicionados rusticamente em cestos de fibras vegetais (Figura 8) ou paneiros, feitos com fibras de jacitara (*Desmoncus*



*polyacanthus* Mart.) ou de guarumã (*Ischinasiphon obliquus* (Rud.) Koern.), ou ainda, em caixas de plástico (Figura 9). Deve ser evitado o contato desses recipientes com o solo, além de exposições à radiação solar direta, para diminuir a possibilidade de deterioração dos frutos. Os cestos possuem capacidade de 14 ou 28 kg de frutos e oferecem boa aeração, o que favorece a conservação do açaí. As caixas plásticas, apesar de possuírem um custo mais elevado (tornando sua popularização mais lenta), possuem muitas vantagens perante os cestos, podendo ser citadas (VASCONCELOS e ALVES, 2006):

- a. São mais fáceis de higienizar;
- b. São mais resistentes e duráveis;
- c. Protegem os frutos contra danos mecânicos causados no empilhamento das caixas durante o transporte aos centros consumidores ou aos centros de produção de polpa, pois possuem encaixe perfeito quando sobrepostas, oferecendo, assim, maior estabilidade à carga;
- d. Minimizam a contaminação dos frutos;
- e. Ocupam menos espaço.



**Figura 8:** Cestos usados para acondicionamento de frutos de açaizeiro.

**FONTE:** VASCONCELOS e ALVES, 2006. Foto: Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos.



**Figura 9:** Caixas de plástico usadas para acondicionamento de frutos de açazeiro.

**FONTE:** VASCONCELOS e ALVES, 2006. Foto: Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos.

- 5) Armazenamento: os frutos devem ser armazenados em um ambiente aonde não ocorram pragas que possam contaminá-los, além de estarem vetados nesse mesmo ambiente outros alimentos, material de limpeza, combustíveis, lubrificantes, peças de motores e defensivos agrícolas, também como forma de evitar a contaminação. A proteção contra a radiação solar direta nessa etapa é importantíssima, pois o processo de degradação dos frutos é acelerado pelas altas temperaturas nas áreas de produção, podendo o produto final apresentar cor inadequada e sofrer restrições na sua aceitabilidade. O tempo máximo de armazenamento dos frutos à temperatura ambiente deve ser de 12 horas, seguindo-se o despulpamento, para que seja evitada ao máximo a perda excessiva de água da polpa, e conseqüentemente, a diminuição do rendimento do açai. A preservação pós-colheita poderia ser prolongada caso a temperatura de armazenamento fosse mantida entre 4°C e 10°C, porém não existem relatos dessa prática e nem estudos sobre a conservação desses frutos em ambientes refrigerados. É recomendável que haja uma limpeza do local de armazenamento ao final de cada safra, sendo eliminados materiais estranhos e indesejáveis, além de insetos e sujidades (VASCONCELOS e ALVES, 2006).
- 6) Transporte: é feito preferencialmente no horário da manhã, pois os frutos apresentam uma temperatura mais baixa, reduzindo o processo de degradação. Caso o tempo entre a colheita e o despulpamento seja superior a 12 horas, a

prática que tem sido adotada é o transporte dos frutos em sacos de polipropileno (com capacidade de até 60kg) recobertos de gelo. O contato direto entre os frutos e o gelo deve ser evitado pois pode provocar queimaduras no epicarpo, comprometendo a qualidade do produto e aumentando a área exposta à contaminação por microrganismos. Em geral, o meio de transporte utilizado é o fluvial (Figura 10), facilitando o escoamento da produção de açaí advindo das áreas de várzeas. O transporte rodoviário também é utilizado para distribuir a produção originada nas áreas de terra firme. Semelhantemente ao armazenamento, o veículo utilizado no transporte dos frutos devem ser limpo após a descarga, evitando a propagação de microrganismos e/ou pragas que possam contribuir para a contaminação da próxima carga (VASCONCELOS e ALVES, 2006).



**Figura 10:** Embarcação de pequeno porte utilizada no transporte de frutos de açaí.  
**FONTE:** VASCONCELOS e ALVES, 2006. Foto: Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos.

- 7) Recepção: na área de recepção de matéria-prima da indústria produtora (Figura 11), os frutos são pesados e é medido seu volume (COHEN E ALVES, 2006);



**Figura 11:** Recepção e pesagem de frutos de açazeiro.

**FONTE:** COHEN E ALVES, 2006. Foto: Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos.

- 8) Seleção: são checadas características importantes para obtenção de um produto final de alta qualidade, tais como tamanho e maturidade. A seleção manual é feita em mesas de aço inoxidável (Figura 12) (COHEN E ALVES, 2006);



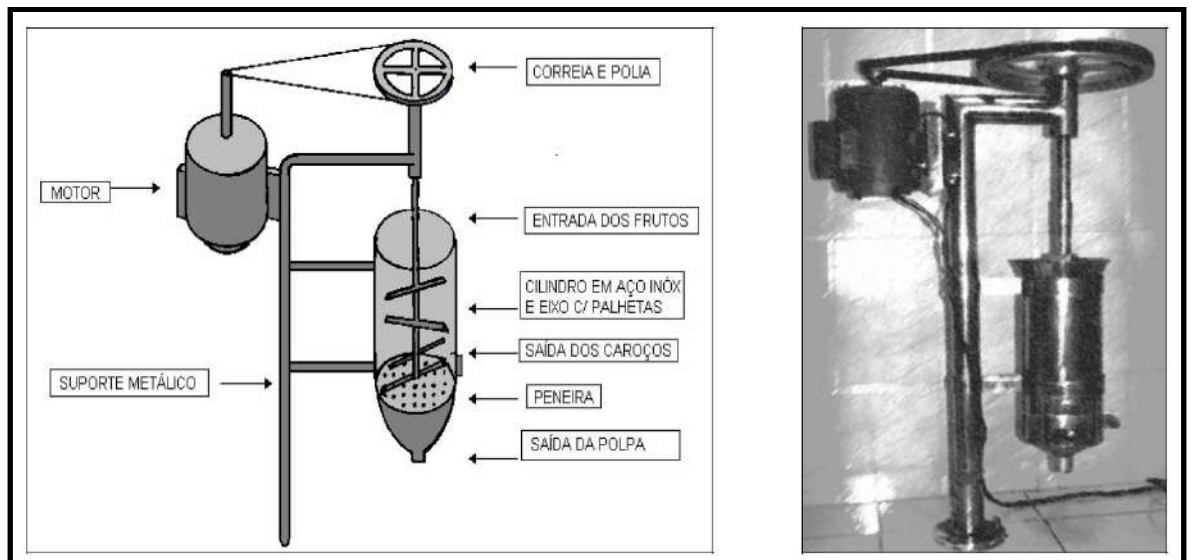
**Figura 12:** Mesa para a seleção manual de frutos de açazeiro.

**FONTE:** COHEN E ALVES, 2006. Foto: Marcus Arthur Marçal de Vasconcelos.

- 9) Limpeza: através de um sistema de ventilação, são retiradas as sujidades (principalmente pequenos restos de vegetais) advindas da coleta (COHEN E ALVES, 2006);

- 10) Pré lavagem: os frutos são imersos em tanque de alvenaria, contendo água potável, para retirada de sujidades que ainda possam estar aderidas à sua casca (COHEN E ALVES, 2006);
- 11) Amolecimento: o açaí é imerso em água potável para o amolecimento do epicarpo e do mesocarpo, a fim de facilitar o despulpamento, sem afetar as propriedades da matéria prima. De acordo com a procedência dos frutos e de amadurecimento, são ajustadas as duas variáveis desse processo, seguindo-se de seus valores empíricos (COHEN E ALVES, 2006):
  - f. Temperatura da água: pode ser ambiente, 40°C ou 60°C, não devendo exceder a este valor;
  - g. Tempo de imersão: de 10 a 60 minutos. Quanto maior for o grau de maturidade do fruto, menor o tempo de imersão.
- 12) Primeira lavagem: o fruto é imerso em água clorada (20 a 50 ppm de cloro ativo), de 20 a 40 minutos. Recomenda-se que a água seja trocada a cada batelada, pois a solução desinfetante perde seu poder devido à evaporação e oxidação do cloro (COHEN E ALVES, 2006);
- 13) Segunda lavagem: é retirado o excesso de cloro através de aspensão de água potável (COHEN E ALVES, 2006);
- 14) Despulpamento: é feita a adição de água aos frutos em uma despulpadeira (Figura 13), para obtenção de um produto final que respeite a legislação vigente com relação ao teor de sólidos solúveis (tipos A, B ou C). Os caroços saem pela rosca transportadora de resíduos e a polpa passa para o tanque de refino, que consiste de peneiras nas quais são retirados outros resíduos indesejáveis (COHEN E ALVES, 2006). O tempo de batida não deve ser superior a 5 minutos, pois favorece os processos oxidativos, como a rancificação de lipídeos e oxidação de antocianinas, bem como a liberação de taninos, modificando a cor e a qualidade sensorial do produto (OLIVEIRA et al., 2007);





**Figura 13:** Representação de uma despulpadeira tradicional para frutos de açaizeiro.

FONTE: OLIVEIRA et al., 2007.

- 15) Homogeneização: feita em tanques apropriados, confere à polpa uniformidade e padronização (COHEN E ALVES, 2006);
- 16) Tratamento térmico: o produto é pasteurizado em trocador de calor tipo tubular (Figura 14), operado na faixa de temperatura de 80°C a 85°C, durante 10 segundos e é resfriado rapidamente no próprio trocador, sendo a temperatura final do produto de 5°C (COHEN E ALVES, 2006);



**Figura 14:** Pasteurizador tipo tubular para tratamento microbiológico de açai.

FONTE: COHEN E ALVES, 2006. Foto: Poema/UFPA

- 17) Envase: o produto é acondicionado em sacos de polietileno de baixa densidade, com capacidade de 100, 500 ou 1000g, em geral (COHEN E ALVES, 2006);
- 18) Congelamento rápido: o produto embalado é dirigido a um túnel de congelamento rápido, com temperatura regulada em torno de  $-40^{\circ}\text{C}$ , que proporciona a diminuição de ocorrência de alterações químicas, bioquímicas e microbiológicas ao produto final (COHEN E ALVES, 2006);
- 19) Armazenamento: o produto congelado é armazenado em câmara fria (Figura 15), com a temperatura regulada entre  $-18^{\circ}\text{C}$  e  $-20^{\circ}\text{C}$ . Essa faixa de temperatura inibe significativamente a atividade enzimática natural do fruto, além de inibir o crescimento microbiano. Um ponto negativo do congelamento reside na perda considerável da coloração roxo-avermelhada característica do açaí, proporcionada pelas antocianinas. Esse método de conservação está inserido na chamada cadeia do frio, que consiste em manter baixa a temperatura do produto desde a produção até o consumo, sendo, portanto, uma cadeia onerosa (COHEN E ALVES, 2006).



**Figura 15:** Câmara fria para estocagem do açaí.

**FONTE:** COHEN E ALVES, 2006. Foto: Poema/UFPA

Além da produção industrial, o açaí também segue um processamento conhecido como tradicional ou semi-industrial, cuja principal diferença entre a cadeia produtiva industrial encontra-se no despulpamento e na homogeneização. Nestas etapas, são

utilizadas as popularmente denominadas bateadeiras (Figura 16), feitas em aço inoxidável, modelo vertical, cujo movimento circular de suas palhetas proporciona atrito com os frutos. A bateadeira é alimentada com os frutos e a água é progressivamente adicionada. O produto processado desce através da gravidade, passa por uma peneira de malha fina e o açaí é depositado em bacias de aço inoxidável (Figura 17). Seguem-se as etapas de tratamento térmico, envase, congelamento rápido e armazenamento (COHEN E ALVES, 2006).



**Figura 16:** Alimentação da bateadeira com frutos de açaizeiro.

FONTE: COHEN E ALVES, 2006. Foto: Virgínia Martins da Matta





**Figura 17:** Açaí recolhido da bateadeira.

**FONTE:** COHEN E ALVES, 2006. Foto: Virgínia Martins da Matta

Para resumir, segue um diagrama de blocos do processamento dos frutos de açaizeiro (Figura 18).



**Figura 18:** Diagrama de blocos do processamento dos frutos de açaizeiro.

Ressalta-se a importância da adoção de boas práticas agrícolas (BPA) e de fabricação (BPF) no intuito de minimizar a contaminação microbiológica do açaí durante o processamento. Já que há uma proliferação desordenada do processamento de açaí como fonte alternativa de renda familiar, Melo et al. (2008) desenvolveram um trabalho de conscientização com os batedores artesanais de açaí nas cidades de Belém e Abaetetuba, ambas no estado do Pará, abordando suas inclusões aos padrões sanitários estabelecidos. Nesse contexto, 20 batedores foram treinados de acordo com as BPF e Procedimentos Operacionais Padrão (POP) foram estabelecidos, criando-se uma cartilha de apoio ao manipulador, contendo as normas de produção de um alimento seguro à população.

Ademais, mostra-se interessante a realização de procedimentos tecnológicos que vislumbrem um produto seguro, tais como o branqueamento, a pasteurização, o congelamento, a desidratação e a liofilização. Estas etapas podem ser vistas como os obstáculos na denominada tecnologia de barreiras, que auxilia na conservação e na qualidade do produto final, já que o mesmo possui vida de prateleira de no máximo 12 horas, quando não submetido àqueles procedimentos, mesmo se armazenados sob temperatura de refrigeração (entre 4°C e 10°C) (ALEXANDRE et al., 2004). Já o prazo de validade do açaí congelado (ou seja, o produto comercial) é de 1 ano.

### **Contaminação microbiana**

Microrganismos indicadores podem ser utilizados para refletir a qualidade microbiológica dos alimentos em relação à vida de prateleira ou à segurança, neste último caso, devido à presença de patógenos alimentares (JAY, 2005).

Os fungos filamentosos e leveduras estão presentes naturalmente na superfície do fruto de açazeiro (Quadro 6), em quantidades superiores às permitidas pela legislação vigente (BRASIL, 2000), devendo ser essa quantidade ser reduzida com um tratamento sanitário adequado antes do despulpamento, evitando a proliferação desses microrganismos ao longo da cadeia produtiva.

Já as bactérias termotolerantes, salmonelas e outros microrganismos patogênicos não se encontram naturalmente na superfície dos frutos. Esse tipo de contaminação advém de manuseio inadequado do produto, ou seja, a não adoção das BPA e BPF durante o transporte, a fabricação e a comercialização dos frutos.

**Quadro 6:** Carga microbiana de açaí preparado com frutos recém colhidos e de açaí comercializado em Belém (PA).

	UFC/g de massa seca	
	Bactérias	Fungos filamentosos e Leveduras
Açaí fresco	$2,57 \times 10^5$	$2,09 \times 10^4$
Açaí comercializado	$1,12 \times 10^7$	$1,74 \times 10^5$

**FONTE:** OLIVEIRA et al., 2007. (adaptado)

O Quadro 6 evidencia que a contaminação original dos frutos já é superior aos limites máximos impostos pela Instrução Normativa nº1 (BRASIL, 2000), sendo recomendada a pasteurização ou outro tratamento térmico eficiente ao produto final de açaí (polpa ou suco), mesmo que ele seja submetido a outros processos de conservação (por exemplo, congelamento).

Oliveira et al. (2007) descrevem uma cinética de crescimento de microrganismos nos frutos de açaizeiro. Ocorre um aumento de 90% e 99% de bactérias após 12 e 30 horas pós-colheita, respectivamente. Em relação aos fungos filamentosos e leveduras, há um aumento de 90% e 99%, após 20 e 30 horas pós-colheita, respectivamente.

Oliveira et al. (2011) avaliaram as características microbiológicas da bebida de açaí in natura, processada e comercializada na cidade de Rio Branco, no estado do Acre. O produto apresentou alta contaminação por coliformes totais e termotolerantes (ambos apresentando NMP>1100/mL), além de fungos e leveduras acima do permitido pela legislação atual, sendo, assim, um alimento perigoso para consumo por não apresentar condições higiênicas sanitárias satisfatórias.

Sousa et al. (1999) investigaram a qualidade microbiológica da polpa de açaí e do fruto, ambos comercializados no estado do Amapá. Com relação ao *Staphylococcus aureus*, foi encontrada uma contagem máxima de  $8 \times 10^2$  UFC/g no fruto e  $2 \times 10^3$  UFC/g na polpa, sendo classificado impróprio para o consumo o produto que apresenta níveis de contagem acima de  $10^3$  UFC/g, pois trata-se de um microrganismo patogênico produtor de enterotoxina, sendo, portanto, capaz de provocar intoxicação alimentar. O principal

habitat de *S. aureus* encontra-se em mucosas, trato respiratório e pele do homem. Assim, a contaminação por esse microrganismo pode ocorrer devido à manipulação inadequada do produto. Além disso, todas as amostras apresentaram contagem de fungos filamentosos e leveduras acima de  $10^4$  UFC/g de produto, excedendo, conseqüentemente, a legislação vigente. Todas as amostras foram consideradas impróprias para o consumo. O Quadro 7 resume os seus resultados.

**Quadro 7:** Resultados percentuais das presenças dos microrganismos nas amostras do fruto de açazeiro e da polpa de açaí no estado do Amapá.

	Coliformes totais	Coliformes termotolerantes	<i>Staphylococcus aureus</i>	<i>Salmonella</i>	Fungos filamentosos e leveduras
Fruto	100%	50%	25%	0%	100%
Polpa	100%	77,8%	33,3%	0%	100%

**FONTE:** SOUSA et al., 1999.

Sousa et al. (2006) analisaram a contaminação microbiana de sucos de açaí procedentes da feira do Coroadó, na cidade de Manaus-AM, que apresentaram como resultados altas contaminações por coliformes totais e termotolerantes ( $>110$  NPM/mL em ambos) e fungos filamentosos e leveduras ( $>10^4$  UFC/mL). Esse mesmo grupo de pesquisa aplicou tratamentos térmicos (pasteurização e fervura) nesses produtos em diferentes tempos e temperaturas, além de avaliar a vida de prateleira do mesmo durante 120 dias, sob temperatura de congelamento ( $-18^{\circ}\text{C}$ ). De acordo com os autores, a pasteurização a  $90^{\circ}\text{C}$  durante 5 minutos demonstrou eficiência na erradicação dos microrganismos, além de preservar as características sensoriais dos sucos de açaí analisados.

Pereira et al. (2009) publicaram uma revisão ressaltando a importância da transmissão por alimentos da Doença de Chagas Aguda, citando como um dos agentes possíveis o suco de açaí. A provável maneira de aquisição dessa doença por via oral através da ingestão de suco de açaí é a contaminação desse produto com os triatomíneos, comumente conhecidos como barbeiros, infectados e/ou suas fezes. Esse fato decorre da

não observância desse inseto nos frutos colhidos e consequente presença do mesmo no momento do despulpamento. Nesse mesmo estudo, foi citada uma reportagem publicada no jornal “Folha de São Paulo”, em março de 2005, intitulada: “Males do Passado: açaí infectou 26 com mal de Chagas no Amapá” (REIS, 2005), que gera um apelo negativo ao consumo dos produtos advindos dos frutos de açaizeiro.

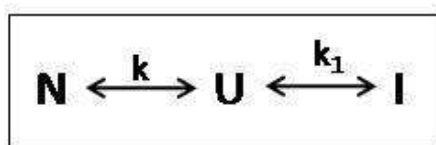
### **Atividade enzimática**

Já é fato estabelecido que a presença residual de enzimas endógenas nos produtos crus ou processados de frutas e vegetais pode causar a perda de qualidade durante a estocagem, devido a mudanças na textura, cor, sabor e valor nutricional dos alimentos. No caso do açaí, verifica-se a mudança da cor de roxo para marrom, muito provavelmente associada às atividades enzimáticas (ROGEZ, 2000). Para evitar essas alterações indesejadas durante o armazenamento, frutas e produtos hortícolas são geralmente sujeitos a algum tipo de tratamento durante o processamento, a fim de inativar estas enzimas (ANTHON e BARRETT, 2002).

Tratamentos térmicos, tais como o branqueamento, pasteurização, ou esterilização comercial, são comumente usados. No entanto, outros processos, tais como alta pressão hidrostática (APH) ou campos elétricos pulsados, também foram propostos. O tratamento térmico de vegetais e frutas também pode levar à perda de características desejáveis, tais como cor, textura, sabor e nutrientes, tal qual o ácido ascórbico. Por esta razão, é desejável manter o tratamento pelo calor a um mínimo, devendo também ser suficiente para inativar completamente as enzimas que causam alguma degradação. Na maioria dos casos, a inativação completa das enzimas é o principal objetivo. Já para sucos processados, alimentos enlatados e desidratados, o alvo principal é a inativação microbiana, assumindo-se que a inativação de enzimas acompanhe-na simultaneamente (ANTHON e BARRETT, 2002).

Quando uma enzima é aquecida em solução aquosa, o equilíbrio das interações dentro da molécula é desfeito e a configuração da enzima é alterada, podendo resultar em uma

inativação. A inativação térmica de enzimas pode ser reversível, sendo possível que elas recobrem sua atividade quando a solução esfriar. Uma vez que rompe-se a estrutura terciária da enzima, frequentemente esse processo leva a uma desnaturação irreversível. E se há o rompimento da estrutura secundária, certamente a enzima não mais apresentará atividade catalítica. O mecanismo de inativação enzimática pode ser descrito como na figura 19, onde N é a forma nativa da enzima, U é uma forma parcialmente inativada da enzima que pode reverter para N reversível, I é a forma desnaturada da enzima (portanto, sem atividade), k é a constante de equilíbrio e  $k_1$  é a constante da taxa de reação (RODRIGO *et al.*, 1997).

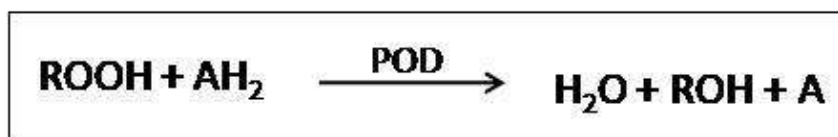


**Figura 19:** Mecanismo de inativação enzimática.

Juntamente aos microrganismos, as ações enzimáticas são responsáveis pelas mudanças nas propriedades nutricionais e organolépticas do açaí. No caso do açaí, são importantes as enzimas peroxidase (POD) e polifenoloxidase (PPO), presentes naturalmente nos frutos, que causam deteriorações oxidativas, tornando-o marrom e resultando em uma perda de valor comercial. As enzimas atuam na presença de oxigênio, tornando-se a deterioração dos frutos mais rápida na presença de luz e na faixa de temperatura de 30 a 35°C (OLIVEIRA *et al.*, 2007). Por ser mais tolerante ao calor, a inativação da POD é um indicativo da eficiência de algum tratamento térmico. Já a PPO deve ser inativada pois é responsável pelo processo de degradação dos frutos, principalmente a de cor. Assim, o decréscimo na quantidade de microrganismos e a inativação das enzimas supracitadas são as duas variáveis importantes na descrição, no detalhamento e no dimensionamento do tratamento térmico a ser adotado.

A peroxidase (POD) (EC 1.11.1.7) é uma enzima não específica pois pode catalisar a oxidação de um grande número de compostos com anéis aromáticos: fenóis, aminas aromáticas, antocianinas e clorofila. É uma enzima importante do ponto de vista nutricional e na alteração de cor de frutas e vegetais crus ou não branqueados porque catalisa a reação de oxidorredução entre receptores de hidrogênio (em geral, peróxido

de hidrogênio e peróxidos orgânicos) e doadores de hidrogênio, que são substâncias muito importantes na caracterização nutricional do alimento (por exemplo, antocianinas e vitamina C) (PAZ, 2010) (Figura 20). A POD também afeta a textura de alguns tipos de frutas devido à sua participação na síntese de lignina (ADAMS, 1997).



**Figura 20:** Reação geral da POD

**FONTE:** PAZ, 2010 (adaptado).

Nos vegetais, a POD encontra-se na forma solúvel no citoplasma celular, e na forma insolúvel, ligada ionicamente ou covalentemente à parede celular (MORALES-BLANCAS et al., 2002). Todas as frações da POD estão presentes nos tecidos vegetais como uma combinação de várias isoenzimas com diferentes estabilidades térmicas (ADAMS, 1997). Essa enzima tem sido relatada como umas das principais nos processos de deterioração de frutos congelados (CANO et al., 1995). Sua atividade é ótima na faixa de pH entre 5,0 e 6,0.

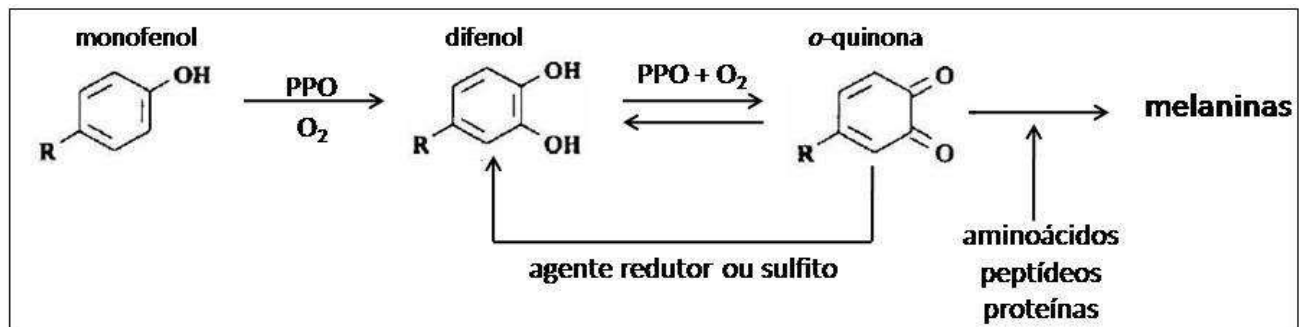
É reconhecida como a enzima mais termoestável dentre as presentes em frutas e vegetais, sendo largamente utilizada como indicadora de branqueamentos ou outros tratamentos térmicos (SOYSAL e SÖYLEMEZ, 2005), oferecendo uma margem de segurança aceitável em assumir que outras enzimas relacionadas à qualidade do produto também foram inativadas (ANTHON e BARRETT, 2002), além de ser facilmente detectada (ADAMS, 1997). Apresenta a propriedade de regeneração de sua atividade após tratamento térmico insuficiente para sua inativação. Os tratamentos térmicos mais longos e com temperaturas menores resultam em menores taxas de regeneração (RODRIGO et al., 1996). Portanto, os tratamentos térmicos comercialmente usados nos processos de extração de frutas e vegetais (como, por exemplo, HTST – *high temperature short time* – temperatura elevada por curto tempo) são pouco efetivos para uma inativação irreversível, principalmente da POD (VALDERRAMA et al., 2001).



O acompanhamento da atividade da POD é especialmente importante no processamento de sucos, dado que, na maioria das vezes, esse processo inclui a casca da fruta, contribuindo, portanto, para o aumento dessa atividade (BERBICZ e CLEMENTE, 2001).

A polifenoloxidase (PPO) (EC 1.10.3.1) é uma enzima que contém o íon  $\text{Cu}^{+2}$  em seu sítio ativo. Atua na presença de oxigênio, catalisando a hidroxilação de monofenóis e a oxidação de *o*-difenol em sua quinona correspondente. As alterações estruturais, funcionais e diminuição do valor nutricional dos alimentos decorre da rápida polimerização sofrida entre as *o*-quinonas formadas e aminoácidos, peptídeos e proteínas, dando origem aos pigmentos escuros denominados melaninas (Figura 21). Essa reação, denominada escurecimento enzimático, ocorre em frutas e vegetais crus, sendo importante na conservação e no processamento de alimentos. É geralmente considerada como uma reação indesejada devido ao desenvolvimento de aparência desagradável e concomitante *off flavour* (AYDIN e KADIOGLU, 2001).

A velocidade da reação esquematizada na Figura 21 está relacionada à concentração de PPO ativa, à presença de compostos fenólicos, ao pH, à temperatura e à disponibilidade de oxigênio nos tecidos. Nos tecidos vivos de frutas e vegetais, o substrato fenólico e a enzima estão separados dentro das células. Quando ocorre a extração ou outro tratamento que danifique a célula, a enzima e o substrato entram em contato, formando-se rapidamente a reação (PAZ, 2010). Assim, é importante que haja a prevenção de choques mecânicos durante o transporte de frutos frescos, diminuindo a compressão e a vibração dos mesmos, o que reduz o contato entre a PPO e  $\text{O}_2$ , já que este estará com sua acessibilidade dificultada (MARTINEZ e WHITAKER, 1995).



**Figura 21:** Escurecimento enzimático pela ação da PPO.

**FONTE:** PAZ, 2010 (adaptado).

PPO é geralmente utilizada como indicadora de um tratamento térmico adequado em purês de frutas (YEMENICIOGLU *et al.*, 1999). Aquecimentos entre 60°C, em geral, causam a inativação da PPO, podendo, porém, produzir alterações na cor e na textura, além de formação de *off flavors* (MARTINEZ e WHITAKER, 1995).

Tanto a POD como a PPO obedecem à equação de Michaelis-Menten (equação 1) em certos limites de concentração de substrato (ROGEZ, 2000).

$$V_0 = \frac{V_{m\acute{a}x} \times [S]}{K_m + [S]} \text{ (equação 1)}$$

Sendo:  $V_0$  = velocidade inicial da reação entre a enzima e o substrato;  $V_{m\acute{a}x}$  = velocidade inicial máxima da reação;  $[S]$  = concentração inicial de substrato;  $K_m$  = constante de Michaelis-Menten.

De acordo com Santos (2001), o açaí in natura apresentou 32 U/mL para PFO e 1538 U/mL para PDO.

## Tratamento térmico

Devido ao efeito de conservação dos alimentos por meio da desnaturação de enzimas e da eliminação de microrganismos, insetos e parasitas, o tratamento térmico configura-se como um dos métodos mais importantes no processamento de alimentos, sendo o controle de suas condições relativamente simples. A grande desvantagem associada a essa etapa consiste no fato de o calor também destruir os componentes dos alimentos responsáveis por seu sabor, cor, gosto ou textura (FELLOWS, 2006), e reduzir a quantidade e/ou a biodisponibilidade de alguns compostos bioativos (RAWSON et al., 2011), tornando os alimentos, assim, de menor valor e qualidade .

Para que ocorra uma maior manutenção das características sensoriais e do valor nutricional dos alimentos, tem sido utilizada a tecnologia HTST, que consiste em um processamento com altas temperaturas e tempos curtos, proporcionada pela diferença entre os valores D dos componentes dos alimentos e dos microrganismos e enzimas. O valor D ou tempo de redução decimal é o tempo necessário para destruir 90% dos microrganismos e/ou nutrientes (JAY, 2005). O valor D está relacionado com a constante de velocidade de destruição térmica (do microrganismo ou do nutriente)  $k$ , de acordo com a equação 2.

$$D = \frac{2,303}{k} \text{ (equação 2)}$$

A temperatura afeta o valor de  $k$  de acordo com a Equação de Arrhenius (equação 3):

$$k = A \times \exp\left(\frac{-\alpha}{RT}\right) \text{ (equação 3),}$$

Onde:  $A$  é uma constante empírica;  $R$  é a constante universal dos gases perfeitos,  $T$  é a temperatura absoluta e  $\alpha$  é a denominada energia de ativação de destruição (do microrganismo ou do nutriente).

Em geral, a energia de ativação de destruição térmica dos microrganismos (65 a 85 kcal/mol) é maior que a da destruição térmica dos nutrientes (20 a 30 kcal/mol) (BORZANI, 2001). Com isso, os valores D dos componentes nutricionais são mais altos

do que aqueles para enzimas e microrganismos. Assim, é possível selecionar combinações específicas de tempo e temperatura para otimizar o processo tanto em relação à retenção de nutrientes quanto à preservação de qualidades sensoriais desejadas (FELLOWS, 2006).

O branqueamento é uma opção de pré tratamento, realizado com o objetivo de inativação enzimática em frutas e hortaliças. Para que a inativação seja efetiva, o alimento é aquecido rapidamente a uma temperatura predeterminada, mantido durante um tempo estabelecido e rapidamente resfriado a temperaturas próximas à ambiente. Esse processamento reduz o número de microrganismos presentes na superfície dos alimentos, colaborando, assim, nas operações de conservação seguintes a este (FELLOWS, 2006), além de manter a cor e o aspecto nutricional dos produtos. Esse tratamento pode ser conduzido por diversos métodos, tais como água, vapor, vapor no vácuo e ar aquecido, sendo a água de 75-95°C durante 1 a 10 minutos o mais comumente empregado dado que seus custos são comparativamente menores (RAWSON et al., 2011).

O tratamento térmico no qual o alimento é aquecido a temperaturas menores que 100°C é conhecido como pasteurização (Quadro 8). Esse tratamento é utilizado com os seguintes objetivos:

- a. Alimentos de baixa acidez ( $\text{pH} > 4,5$ ): eliminar microrganismos patogênicos e aumentar a vida de prateleira do produto por alguns dias;
- b. Alimentos ácidos ( $\text{pH} < 4,5$ ): eliminação de microrganismos deteriorantes e inativação enzimática, com conseqüente aumento da vida de prateleira do produto em alguns meses.

**Quadro 8:** Condições mínimas de pasteurização (binômio tempo e temperatura).

Alimento	Condições mínimas de processamento	
	Temperatura	Tempo
Suco de fruta	65°C	30 min
	77°C	1 min
	88°C	15 s
Cerveja (em garrafas)	65-68°C	20 min
Leite	63°C	30 min
	71,5°C	15 s
Ovo líquido	64,4°C	2,5 min
	60°C	3,5 min
Sorvete	65°C	30 min
	71°C	10 min
	80°C	15 s

**FONTE:** FELLOWS, 2006 (adaptado).

Mesmo tratando-se de um processamento térmico relativamente brando, ocorrem pequenas mudanças nas características sensoriais e nutricionais dos alimentos pasteurizados. A vida de prateleira desses produtos é aumentada de alguns dias ou meses, sendo essencial evitar a contaminação após este tratamento (FELLOWS, 2006).

Pacheco-Palencia et al. (2009) testaram a estabilidade térmica de compostos polifenólicos não antociânicos e antocianinas em frutos de açaizeiro. Os resultados demonstraram que não houve perda significativa dos primeiros (<5%) e que 34% das antocianinas foram perdidas no tratamento térmico a 80°C durante 60 minutos, caracterizando-os como adequados para o preparo de bebidas e outras formulações pasteurizadas.

Oliveira et al. (2011) verificaram que a pasteurização a 80 e 90°C durante 2 minutos do suco de açaí *in natura* foi eficiente na diminuição da microbiota da bebida, reduzindo a contaminação a um nível aceitável de acordo com a legislação vigente, garantindo, assim, a qualidade e a segurança do alimento.

### **Alternativas ao tratamento térmico**

Os procedimentos tradicionais de conservação podem causar alterações indesejáveis nos produtos processados, pois afetam atributos nutricionais e sensoriais. As técnicas de preservação que não utilizam o calor têm crescido devido a demanda de alimentos seguros e, ao mesmo tempo, que retenham compostos nutritivos e/ou bioativos. Porém, apesar de as novas técnicas demonstrarem um bom potencial para manutenção da qualidade nutricional das frutas processadas, não se tem observado a ampliação a nível industrial dessas aplicações (RAWSON et al., 2011).

Tecnologias de conservação não convencionais, tal como a alta pressão hidrostática (APH), estão sendo estudadas como processos alternativos ou complementares aos métodos tradicionais, pois há uma crescente demanda de consumidores por alimentos frescos, seguros, com o mínimo de perda nutricional e sensorial e maior estabilidade na sua vida de prateleira. Pode-se citar como vantagem da APH o fato desse procedimento não afetar ou afetar minimamente as características de qualidade dos alimentos, tais como sabor e conteúdo vitamínico, além de poder ser conduzida à temperatura ambiente (HENDRICKX et al., 1998).

Menezes et al. (2008), concluíram que não foi possível chegar a uma condição ótima única onde se pudesse obter a máxima inativação de POD e PPO no processamento de APH, já que POD teve sua inativação máxima de 32,98%, quando tratada a 500MPa, 25°C, por 5 minutos, enquanto PPO teve sua atividade reduzida em até 53,25%, quando submetida a 500MPa, 35°C, por 15 minutos.

Concernente ao aspecto microbiológico, Hendrickx et al. (1998) relataram que células vegetativas, incluindo fungos filamentosos e leveduras, são bastante sensíveis à pressão,

sendo inativadas com tratamento a 300-600MPa, enquanto esporos bacterianos são altamente resistentes a esse tipo de procedimento, sendo necessárias pressões superiores a 1200MPa para sua inativação.

Oliveira et al. (2011) estudaram a eficiência da acidificação perante as características microbiológicas do suco de açaí, adicionando 1 e 2% de suco de limão (utilizado como fonte de ácido cítrico) ao mesmo. Os resultados demonstraram que a microbiota presente no suco foi reduzida apenas parcialmente, não atingindo os níveis aceitáveis de acordo com a legislação atual.

Outras tecnologias alternativas têm sido estudadas para o processamento de sucos, tais como campos elétricos pulsados de alta intensidade, dióxido de carbono em fase densa, processamento com ozônio e ultrassom (RAWSON et al., 2011), porém não há relatos de estudos e/ou aplicações para o suco de açaí.

## **OBJETIVO GERAL**

Analisar a qualidade microbiológica e a atividade enzimática residual de polpa de açaí tipo fino comercializada na cidade do Rio de Janeiro-RJ.

## **OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- a. Quantificação de fungos filamentosos e leveduras;
- b. Quantificação de *Escherichia coli*;
- c. Detecção de *Salmonella* spp.;
- d. Análise da atividade residual de peroxidase;
- e. Análise da atividade residual de polifenoloxidase;



## **MATERIAIS E MÉTODOS**

As polpas de açaí tipo fino foram adquiridas em um grande centro comercial da cidade do Rio de Janeiro. Todas as amostras possuíam registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e estavam dentro do prazo de validade.

As amostras de açaí foram representadas como  $X_{yz}$ , sendo:

- $X \rightarrow$  a marca (A, B, C, D, E e F);
- $y \rightarrow$  o lote da marca (1, 2 ou 3);
- $z \rightarrow$  a amostra do lote (1, 2 ou 3).

### **Análises do pH**

As medidas de pH do açaí foram realizadas a temperatura ambiente em pHmetro Analyser. O pH de cada amostra foi medido uma vez, representando o valor de cada amostra de uma triplicata, que, por sua vez, é representativa de um lote.

### **Análises microbiológicas**

Foram analisadas 54 amostras de açaí (fino, congelado e sem adição de ingredientes), de 6 diferentes marcas (A, B, C, D, E e F), todas dentro do prazo de validade e com registro no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA). Para realização das análises, as amostras foram retiradas do freezer ( $-20^{\circ}\text{C}$ ) e acondicionadas sob temperatura de refrigeração ( $7^{\circ}\text{C}$ ) por até 12h.

Para a quantificação de fungos filamentosos e leveduras e detecção de *E. coli*, 25g de cada amostra (não filtrada para análise de fungos filamentosos e leveduras e filtrada<sup>5</sup> para análise de *E. coli*) eram diluídos em 225mL (diluição 1:10) de água peptonada 0,1%, seguindo-se de mais 2 diluições seriadas (diluições 1:100 e 1:1000). Cada diluição foi analisada em duplicata. Já para a detecção de *Salmonella*, 25g de cada amostra eram diluídos em 225mL de caldo lactosado, seguindo-se o que estabelece o método (ANDREW e HAMMACK, 2006). Assim como nas análises de fungos filamentosos e leveduras e *E. coli*, cada diluição foi analisada em duplicata.

A quantificação de fungos filamentosos e leveduras foi realizada de acordo com a metodologia preconizada pela *American Public Health Association* (APHA) do *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (BEUCHAT e COUSIN, 2001).

As análises de *Salmonella* foram feitas de acordo com a metodologia descrita por Andrew e Hammack (2006) no *Bacteriological Analytical Manual*.

Já a análise para detecção de *E. coli* nas amostras foi realizada pelo uso do *kit* Petrifilm<sup>TM</sup> EC da 3M®.

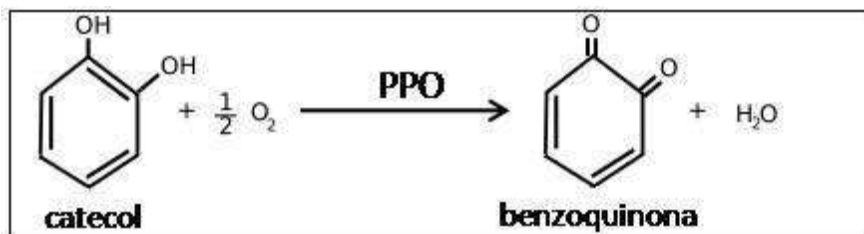
### **Análise Enzimática**

A análise da atividade residual das enzimas POD e PPO foi realizada de acordo com o método de Albarici et al. (2009). O extrato bruto enzimático foi preparado com adição de aproximadamente 2g de polpa de açaí à 100mL de tampão fosfato 0,1M (pH=7,0). Esse sistema foi mantido sob agitação e em banho de gelo, durante 20 minutos. O material foi filtrado em papel qualitativo de filtração lenta, obtendo-se, assim, o extrato enzimático.

---

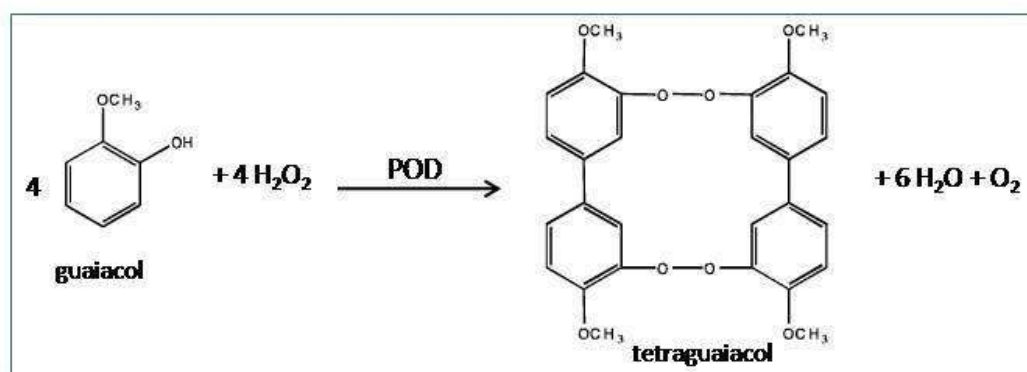
<sup>5</sup> A amostra para detecção de *E.coli* foi filtrada para facilitar a visualização das colônias na placa de Petrifilm<sup>TM</sup>EC da 3M®, já que o material particulado do açaí prejudicava a mesma e poderia ser confundido com uma colônia típica.

Para a atividade da PPO foram utilizados 200µL do extrato enzimático e 2,8mL de solução de catecol 60mM (obtida através da diluição de 0,330g de catecol em 50mL de tampão fosfato 0,1M, pH 7,0) (Figura 22).



**Figura 22:** Reação de oxidação do catecol a benzoquinona, catalisada pela enzima polifenoloxidase.

Para a atividade da POD foram utilizados 200µL do extrato enzimático e uma mistura reacional composta de 300 µL de peróxido de hidrogênio 4mM (obtida através da diluição de 31,2mL de solução de peróxido de hidrogênio a 30%p/v com tampão fosfato 0,1M, pH 7,0, até completar 100mL) e 2,5mL de guaiacol 40mM (obtida através da diluição de 230 µL de guaiacol com tampão fosfato 0,1M, pH 7,0, até completar 50mL) (Figura 23).



**Figura 23:** Reação do guaiacol na presença de peróxido de hidrogênio, catalisada pela enzima peroxidase, formando tetraguaiacol.

As atividades das enzimas PPO e POD foram determinadas em espectrofotômetro Shimadzu UV 1800, com leituras nos comprimentos de onda de 410nm e 470nm,

respectivamente, a 25°C, durante 100 segundos. Essas determinações foram calculadas através da variação de absorvância versus tempo.

A unidade de atividade das enzimas (PPO ou POD) por mL de polpa é calculada pela equação 4:

$$U/mL = \frac{\Delta abs \times FD \times 1000}{\Delta t \times \varepsilon \times V} \text{ (equação 4),}$$

Sendo: U/mL = unidade de atividade da enzima por mL;  $\Delta abs$  = variação de absorvância; FD = fator de diluição (diluição do extrato bruto enzimático),  $\Delta t$  = tempo de reação em minutos;  $\varepsilon$  = coeficiente de extinção molar do produto da reação (benzoquinona ou tetraguaiacol); V = volume do extrato bruto utilizado no ensaio (mL).

Uma unidade da atividade da PPO representa a quantidade da enzima que catalisa a oxidação de 1  $\mu$ mol de catecol em 1 minuto, enquanto uma unidade da atividade da POD representa a quantidade da enzima que catalisa a oxidação de 1  $\mu$ mol de guaiacol em 1 minuto.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Análise do pH

Os resultados das medidas de pH estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1:** pH médio dos açaís tipo fino das 6 marcas (A, B, C, D, E e F).

MARCA	pH MÉDIO
A	4,68
B	4,82
C	4,58
D	4,92
E	4,81
F	*

\* dado não disponível.

A maioria das bactérias cresce bem a pH próximo da neutralidade, porém não enfrentam grandes dificuldades perante valores de pH entre 5,0 e 8,0. Já os fungos filamentosos e leveduras podem multiplicar-se em meios cujos valores de pH são mais baixos (ORDÓÑEZ, 2005).

Os alimentos podem ser classificados de acordo com o pH que apresentam, sendo:

- Pouco ácidos →  $\text{pH} > 4,5$ . Existe a possibilidade de germinação de qualquer tipo de esporo;
- Ácidos →  $4,0 < \text{pH} < 4,5$ . Impossibilita a germinação de *Clostridium botulinum*;
- Muito ácidos →  $\text{pH} < 4,0$ . Impossibilita a germinação de qualquer esporo.

Assim sendo, todos os açaís analisados são classificados como alimentos pouco ácidos. O pH desses produtos possibilita o crescimento de uma diversidade de microrganismos (tanto deterioradores, como patogênicos), não oferecendo, portanto, nenhum obstáculo aos mesmos nesse requisito. Outros fatores (ou uma combinação deles) devem ser adotados para garantir a segurança microbiológica e a estabilidade do produto, tais como tratamentos térmicos e cadeia do frio.

### Análises Microbiológicas

Os resultados das contagens de fungos filamentosos e leveduras (UFC/g) estão apresentados na Tabela 1 (e nas Tabelas de 6 a 11 apresentadas no Apêndice).

**Tabela 2:** Contagens de fungos filamentosos e leveduras (UFC/g) nos açaís tipo fino de 6 marcas (A, B, C, D, E e F).

MARCA E LOTE <sup>a</sup>	CONTAGEM (UFC/g)	MÉDIA DA CONTAGEM (UFC/g)	MEDIANA DA CONTAGEM (UFC/g)
A <sub>1</sub>	7,17 x 10 <sup>2</sup>		
A <sub>2</sub>	7,33 x 10 <sup>2</sup>	1,32 x 10 <sup>3</sup>	1,00 x 10 <sup>3</sup>
A <sub>3</sub>	2,50 x 10 <sup>3</sup>		
B <sub>1</sub>	1,40 x 10 <sup>4</sup>		
B <sub>2</sub>	5,62 x 10 <sup>3</sup>	1,33 x 10 <sup>4</sup>	1,55 x 10 <sup>4</sup>
B <sub>3</sub>	2,03 x 10 <sup>4</sup>		
C <sub>1</sub>	7,50 x 10 <sup>2</sup>		
C <sub>2</sub>	6,75 x 10 <sup>4</sup>	2,29 x 10 <sup>4</sup>	6,50 x 10 <sup>2</sup>
C <sub>3</sub>	4,83 x 10 <sup>2</sup>		
D <sub>1</sub>	1,30 x 10 <sup>3</sup>		
D <sub>2</sub>	7,68 x 10 <sup>3</sup>	3,07 x 10 <sup>3</sup>	1,55 x 10 <sup>3</sup>
D <sub>3</sub>	2,33 x 10 <sup>2</sup>		
E <sub>1</sub>	2,03 x 10 <sup>3</sup>		
E <sub>2</sub>	1,07 x 10 <sup>5</sup>	3,83 x 10 <sup>4</sup>	3,60 x 10 <sup>3</sup>
E <sub>3</sub>	6,40 x 10 <sup>3</sup>		
F <sub>1</sub>	3,21 x 10 <sup>4</sup>		
F <sub>2</sub>	2,08 x 10 <sup>3</sup>	1,34 x 10 <sup>4</sup>	1,45 x 10 <sup>3</sup>
F <sub>3</sub>	6,03 x 10 <sup>3</sup>		

<sup>a</sup> o número que segue a letra representa o lote da marca

Através dos dados apresentados na Tabela 2, percebe-se que a média pode não ser um bom parâmetro para descrição dos resultados, observando-se os valores das medianas apresentados.

Tentou-se obter a informação perante os manipuladores e/ou produtores, tanto através de telefonemas quanto via *e-mails*, sobre a adoção de tratamentos térmicos nos açaís, porém somente os produtores de duas marcas (A e D) responderam ao questionamento, informando que não ocorre a pasteurização dos açaís. Além disso, integrantes do grupo de pesquisa (parceria UFRJ-Unicamp) visitaram algumas indústrias processadoras de açaí em fevereiro de 2009, observando as condições de processamento do mesmo e constatando a inexistência da etapa de pasteurização do produto (informação pessoal).

A legislação vigente (BRASIL, 2000) estabelece contagens máximas para fungos filamentosos e leveduras de  $5 \times 10^3$  UFC/g para açaí in natura (congelado ou não) e  $2 \times 10^3$  UFC/g para açaí conservado quimicamente e/ou que sofreu tratamento térmico. Portanto, para a análise da conformidade perante a legislação, é necessário que se estabeleçam dois pressupostos, sendo os seguintes:

1. A polpa de açaí apresenta-se in natura;
2. A polpa de açaí sofreu tratamento térmico.

O resultado dessa análise é apresentado na tabela 3.

**Tabela 3:** Porcentagem de conformidade com relação à contagem de fungos filamentosos e leveduras entre os lotes e marcas de açaí tipo fino.

<b>Pressuposto</b>	<b>Lotes conformes</b>	<b>Marcas conformes</b>
<b>Açaí in natura</b>	50%	33,3%
<b>Açaí tratado termicamente</b>	33,3%	16,7%

Corroborando com os resultados acima descritos, Sousa et al. (1999) investigaram a qualidade microbiológica do açaí vendido no estado do Amapá, Oliveira et al. (2007) analisaram o açaí comercializado na cidade de Belém-PA e Oliveira et al. (2011) analisaram as características microbiológicas do açaí comercializado na cidade de Rio Branco-AC, ambos encontrando contagens de leveduras e fungos filamentosos acima do

permitido pela legislação vigente, caracterizando esses alimentos como perigosos para consumo por não apresentarem condições higiênico sanitárias satisfatórias.

Apenas duas amostras apresentaram contagens com relação à *Escherichia coli*, ambas representativas de um mesmo lote da marca F. A amostra F<sub>11</sub><sup>6</sup> apresentou 140 UFC/g, enquanto a amostra F<sub>12</sub><sup>6</sup> apresentou 2500 UFC/g. Esse resultado suplanta o máximo estabelecido pela legislação vigente (BRASIL, 2000) para coliformes termotolerantes, que corresponde a 1 UFC/g. Sendo a bactéria *E. coli* somente uma espécie da classe de coliformes termotolerantes, o resultado torna-se ainda mais crítico e meticuloso no tocante à conformidade com a legislação. Com relação à análise de coliformes totais e termotolerantes, Sousa et al. (2006) encontraram elevados níveis de contaminação por esses microrganismos (>110 NPM/mL em ambos) nos açaís procedentes de Manaus-AM, assim como Sousa et al. (2009), no qual 100% dos açaís estavam contaminados com coliformes totais, assim como 77,8% deles estavam contaminados por coliformes termotolentes.

A presença de *E. coli*, que é indicador de contaminação fecal em alimentos in natura, corrobora a falta de condições de higiene dos processos de fabricação e/ou seus manipuladores, como, por exemplo, a falha na higienização das mãos, possibilitando a transferência dessas bactérias ao produto durante a sua cadeia de produção.

Constatou-se ausência de *Salmonella* spp. em todas as amostras analisadas.

A presença de fungos filamentosos, leveduras e *E. coli* pode ser um indicativo de práticas inadequadas durante a fabricação do açaí. Assim, é importante ressaltar a necessidade de um controle rigoroso da cadeia do frio, além da adoção das boas práticas de fabricação, uma vez que esses microrganismos podem ser responsáveis pela deterioração do produto.

---

<sup>6</sup> os números que seguem a letra representam o lote da marca e a amostra do lote, respectivamente.



Ademais, a bactéria *E. coli* está associada aos principais surtos de toxinfecção alimentar, sendo, assim, além de deterioradora, patogênica.

As etapas de debulha e catação e de seleção podem estar associadas à contaminação por *E. coli*, já que são nelas em que há o contato direto entre o fruto e o manipulador. Já a contaminação por fungos filamentosos e leveduras pode estar acontecendo em todas as outras etapas do processamento do fruto do açazeiro, já que esses microrganismos podem estar presentes nos equipamentos utilizados, no local de transporte do fruto, nos cestos de armazenamento, além de já serem inerentes aos frutos desde a colheita.

Pode-se afirmar que não foram observadas as boas práticas durante o armazenamento do produto, permitindo a proliferação de microrganismos, visto que as embalagens, em sua maioria, apresentam rasgos e/ou furos durante o armazenamento na câmara fria do estabelecimento vendedor na cidade do Rio de Janeiro e, posteriormente, no *freezer* do comprador final.

### **Análise Enzimática**

Os resultados das atividades residuais de PPO e POD estão apresentados nas tabelas 3 e 4, respectivamente.

**Tabela 4:** Médias das atividades residuais de PPO ( $\times 10^4$  U/g) de açaí tipo fino, dos lotes e das marcas.

<b>MARCA E LOTE<sup>a</sup></b>	<b>MÉDIA DA ATIVIDADE DE PPO (<math>\times 10^4</math> U/g)</b>	<b>MÉDIA DA ATIVIDADE DE PPO (<math>\times 10^4</math> U/g) DA MARCA</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	8,08	
<b>A<sub>2</sub></b>	4,17	5,22
<b>A<sub>3</sub></b>	3,42	
<b>B<sub>1</sub></b>	7,44	
<b>B<sub>2</sub></b>	3,90	5,60
<b>B<sub>3</sub></b>	5,45	
<b>C<sub>1</sub></b>	7,98	
<b>C<sub>2</sub></b>	5,40	5,49
<b>C<sub>3</sub></b>	3,08	
<b>D<sub>1</sub></b>	2,15	4,07

<b>D<sub>2</sub></b>	6,08	
<b>D<sub>3</sub></b>	3,98	
<b>E<sub>1</sub></b>	3,28	
<b>E<sub>2</sub></b>	3,00	3,29
<b>E<sub>3</sub></b>	3,58	
<b>F<sub>1</sub></b>	2,84	
<b>F<sub>2</sub></b>	2,90	2,87
<b>F<sub>3</sub></b>	2,85	

<sup>a</sup> o número que segue a letra representa o lote da marca

**Tabela 5:** Médias das atividades residuais de POD ( $\times 10^4$  U/g) de açaí tipo fino, dos lotes e das marcas.

<b>MARCA E LOTE<sup>a</sup></b>	<b>MÉDIA DA ATIVIDADE DE POD (<math>\times 10^4</math> U/g)</b>	<b>MÉDIA DA ATIVIDADE DE POD (<math>\times 10^4</math> U/g) DA MARCA</b>
<b>A<sub>1</sub></b>	9,70	
<b>A<sub>2</sub></b>	2,71	5,11
<b>A<sub>3</sub></b>	2,91	
<b>B<sub>1</sub></b>	0,73	
<b>B<sub>2</sub></b>	0,25	0,43
<b>B<sub>3</sub></b>	0,31	
<b>C<sub>1</sub></b>	0,90	
<b>C<sub>2</sub></b>	0,25	1,20
<b>C<sub>3</sub></b>	2,47	
<b>D<sub>1</sub></b>	1,74	
<b>D<sub>2</sub></b>	3,72	2,60
<b>D<sub>3</sub></b>	2,33	

---

<b>E<sub>1</sub></b>	2,28	
<b>E<sub>2</sub></b>	2,59	4,83
<b>E<sub>3</sub></b>	9,61	
<b>F<sub>1</sub></b>	0,77	
<b>F<sub>2</sub></b>	0,12	0,34
<b>F<sub>3</sub></b>	0,13	

---

<sup>a</sup> o número que segue a letra representa o lote da marca

Assim, as amostras de açaí analisadas apresentaram baixa atividade enzimática, indicando uma possível fragilidade do método utilizado, já que os produtores de duas marcas (A e D) afirmaram não pasteurizar seus produtos e as atividades enzimáticas de todos as açaís possuem valores de mesma ordem de grandeza (em torno de  $10^{-4}$ U/g)

Um questionamento importante diz respeito às metodologias empregadas para análise da atividade enzimática. Na literatura não há uniformidade de métodos e nem de unidades para a apresentação dos dados de atividade enzimática, incompatibilizando, assim, as comparações de dados. Tampouco há repetibilidade de resultados dos métodos em geral utilizados na literatura, demonstrando a fragilidade dos mesmos para essas análises.

## CONCLUSÕES

- ✓ Quantificação de fungos filamentosos e leveduras
  - Considerando o açaí como in natura, 50% dos lotes estavam de acordo com a legislação vigente, enquanto somente 33,3% das marcas estavam em conformidade;
  - Considerando o açaí como tratado termicamente, 33,3% dos lotes estavam de acordo com a legislação vigente, enquanto somente 16,7% das marcas estavam em conformidade;
- ✓ Quantificação de *Escherichia coli*
  - Duas amostras de uma mesma marca e um mesmo lote (F<sub>11</sub> e F<sub>12</sub>) apresentaram contagens em relação a esse microrganismos, ambas suplantando o máximo estabelecido pela legislação vigente;
- ✓ Detecção de *Salmonella* spp
  - Constatou-se ausência de *Salmonella* spp em todas as amostras analisadas;
- ✓ Análise da atividade residual de peroxidase e polifenoloxidase
  - Ambas as enzimas apresentaram baixa atividade, possivelmente relacionada à fragilidade do método utilizado.

## **REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

ADAMS, J. B.. Regeneration and the kinetics of peroxidase inactivation. **Food Chemistry**, v. 60, n.2, p. 201-206, 1997.

ALBARICI, T. R.; FREITAS, D. M.; PESSOA, J. D. C.. Protocolos de análises para polpa de açaí: um guia de consulta prático. **Embrapa Instrumentação Agropecuária**, 48 p., 2009.

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D.. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.24, n.1, p. 114-119, 2004.

ANDREWS, W. H.; HAMMACK, T. S.. *Salmonella*. In: Food and Drug Administration, Bacteriological Analytical Manual Online. Chapter 5, updated june 2006.

ANTHON, G. E.; BARRETT, D. M.. Kinetic Parameters for the Thermal Inactivation of Quality-Related Enzymes in Carrots and Potatoes. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.50, p. 4119-4125, 2002.

AYDIN, N.; KADIOGLU, A.. Changes in the Chemical Composition Polyphenol Oxidase and Peroxidase Activities During Development and Ripening of Medlar Fruits (*Mespilus germanica* L.). **Bulgarian Journal of Plant Physiology**, v. 27, n. 3 e 4, p. 85-92, 2001.

BERBICZ, F.; CLEMENTE, E.. Avaliação da termoestabilidade e da regeneração da atividade da peroxidase extraída de laranja (*Citrus* spp.). **Acta Scientiarum**, v.23, n.5, p. 1239-1242, 2001.

BEUCHAT, L. R.; COUSIN, M. A.. Yeasts and molds. In: DOWNES, F. P.; ITO, K. (Ed.). **Compendium of methods for the microbiological examination of foods**, 4th edition, American Public Health Association, p.209-215, 2001.

BORZANI, W.. Esterilização de meios de fermentação por aquecimento com vapor. In: Biotecnologia Industrial: Engenharia Bioquímica. **Edgard Blücher LTDA**, v.2, 2001.

BRASIL, Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa, número 1 de 7 de janeiro de 2000. **Diário Oficial da União**, 10 de janeiro de 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 07 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan.2000. Seção 1, p. 54-58.

BRASIL. Resolução RDC n.12, de 02 de janeiro de 2001, da Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 10 jan. 2001. Seção 1, p.45-53.

CANO, M. P.; ANCOS, B.; LOBO, G. Peroxidase and polyphenoloxidase activities in papaya during postharvest ripening and after freezing/thawing. **Journal of Food Science**, v. 60, p. 815-820, 1995.

COHEN, K. O.; ALVES, S. M.. Processamento, Embalagem e Conservação. In: Sistema de Produção de Açaí, 2ª ed., versão eletrônica. Embrapa Amazônia Oriental, 2006. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai\\_2ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm), acesso em 10 set. 2011.

CONSTANT, P. B. L.. **Extração, caracterização e aplicação de antocianinas de açaí (*Euterpe oleracea Mart.*)**. Viçosa, 2003. 183p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Alimentos), Universidade Federal de Viçosa.

CUNHA, G. **Informações de Mercado sobre Frutas Tropicais – Açaí**. SEBRAE, 2003. Disponível em: [http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/21CAF243EF2503FD8325754C0063B27C/\\$File/NT0003DC2E.pdf](http://201.2.114.147/bds/BDS.nsf/21CAF243EF2503FD8325754C0063B27C/$File/NT0003DC2E.pdf). Acesso em 15 set. 2011.

DARNET, S.; SERRA, J. L.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M.. A High-Performance Liquid Chromatography Method to Measure Tocopherols in Assai Pulp (*Euterpe oleracea*). **Food Research International**, v.44, p.2107-2111, 2011.

DUAILIBI, J.. A açaí na trilha do kiwi. **Veja**, ed. 2003, 11 de abril de 2007.

EMBRAPA. Glossário de Recursos Genéticos Vegetais. **Ed. Embrapa**. 1996. Disponível em: <http://www.cenargen.embrapa.br/recgen/glossario/e.html#ec%C3%B3tipo>. Acesso em 19/10/2011.

FELLOWS, P.J.. Tecnologia do Processamento de Alimentos: Princípios e Práticas. **Artmed**, 2ªed., 2006.

FUNDAÇÃO BANCO DO BRASIL (FBB). **Desenvolvimento Regional Sustentável: série cadernos de Propostas para atuação em cadeias produtivas. Fruticultura Açaí**. Brasília, v.2. 2010.

GUIMARÃES, L. A. C.. O Açaí já “parou” o carioca? Estudo qualitativo do consumo da polpa de açaí na cidade do Rio de Janeiro. **Paper do NAEA 90**, 1998.

HENDERSON, A.; GALEANO, G.; BERNAL, R.. Field Guide to the Palms of the Americas. **Princeton University Press**, p.124, 1995. Disponível em: [http://books.google.com.br/books?id=zZ2flHoGLtcC&printsec=frontcover&source=gbs\\_ge\\_summary\\_r&cad=0#v=onepage&q&f=false](http://books.google.com.br/books?id=zZ2flHoGLtcC&printsec=frontcover&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false). Acesso em 10/10/2011.

HENDRICKX, M.; LUDIKHUYZE, L.; VAN DEN BROECK, I.; WEEMAES, C. Effects of high pressure on enzymes related to food quality. **Trends in Food Science and Technology**, v.9, p. 197-203, 1998.

HOMMA, A. K. O.. Mercado e Comercialização. In: Sistema de Produção de Açaí, 2ª ed., versão eletrônica. Embrapa Amazônia Oriental, 2006. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai\\_2ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm), acesso em 10 set. 2011.



HOUAISS, A.; VILLAR, M.S.; FRANCO, F.M.M.. Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa. **Objetiva**, 2922p., 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Banco de Dados Agregados. Sistema IBGE de Recuperação Automática (SIDRA). In: **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**, 2011. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=289&z=p&o=19>. Acesso em 07 out. 2011.

JAY, J. M.. Microbiologia de Alimentos. **Artmed**, 6ªed., 2005.

MARTINEZ, M. V.; WHITAKER, J. R.. Review: The Biochemistry and Control of Enzymatic Browning. **Trends in Food Science and Technology**, v.6, p.195-200, 1995.

MELO, L. A. R.; PERNA, S. J. Q.; CUNHA, M. A. E.; BARROS, B. C. V.. Inclusão dos batedores de açaí dentro dos padrões sanitários. **Anais do 35º Congresso Brasileiro de Medicina Veterinária**, 2008.

MENEZES, E. M. S; ROSENTHAL, A.; SRUR, A.U.S.; CAMARGO, L.; CALADO, V.; SANTOS, A.. Efeito da alta pressão hidrostática na atividade de enzimas da polpa de açaí. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.28, supl., p. 14-19, 2008.

MENEZES, E. M. S; TORRES, A. T.; SRUR, A. U. S.. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea Mart*) liofilizada. **Acta Amazonica**, v. 38, n.2, p. 311-316, 2008.

MORALES-BLANCAS, E. F.; CHANDIA, V. E.; CISNEROS-ZEVALLOS, L.. Thermal Inactivation Kinetics of Peroxidase and Lipoxigenase from Broccoli, Green Asparagus and Carrots. **Journal of Food Science: Food Chemistry and Toxicology**, v.67, n.1, p.146-154, 2002.

NEIDA, S.; ELBA, S. Caracterización del acai o manaca (*Euterpe oleracea Mart.*): un fruto del Amazonas. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 57, n. 1, p. 94-98, 2007.

NOGUEIRA, O. L.. Introdução e Importância Econômica. In: Sistema de Produção de Açaí, 2ª ed., versão eletrônica. Embrapa Amazônia Oriental, 2006. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai\\_2ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm). Acesso em 10 set. 2011.

NÚCLEO DE ESTUDOS E PESQUISAS EM ALIMENTAÇÃO – UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS (NEPA/UNICAMP). **Tabela Brasileira de Composição de Alimentos**, versão II, 2ª edição, Campinas – SP, 2006. Disponível em: [http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco\\_versao2.pdf](http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_versao2.pdf). Acesso em 05 out. 2011.

OLIVEIRA, M.S.P.; NETO, J.T.F.; PENA, R.S.; Açaí: técnicas de cultivo e processamento. **Fortaleza: Instituto Frutal**, 2007. Disponível em: [http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cursoacai\\_Frutal\\_2007\\_000gbz4ubex02wx5ok01dx9lc36pq0js.pdf](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/Repositorio/Cursoacai_Frutal_2007_000gbz4ubex02wx5ok01dx9lc36pq0js.pdf) - acessado em 09/10/2011. Acesso em 21 set. 2011.

OLIVEIRA, P. A. A. C.; SILVA, I. G.; SOUZA, M. L.; FURTADO, C. M.; SILVA, R. F.. In natura açaí beverage: quality, pasteurization and acidification. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v.31, n.2, p.502-507, 2011.

ORDÓÑEZ, J. A.. Tecnologia de Alimentos – Componentes dos Alimentos e Processos. **Artmed**, v.1, 2005.

PACHECO-PALENCIA, L. A.; DUNCAN, C. E.; TALCOTT, S. T.. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açaí species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatória*. **Food Chemistry**, v. 115, p.1199-1205, 2009.

PACHECO-PALENCIA, L. A.; HAWKEN, P.; TALCOTT, S. T.. Phytochemical, antioxidant and pigment stability of açaí (*Euterpe oleracea* Mart) as affected by clarification, ascorbic acid fortification and storage. **Food Research International**, v.40, p. 620-628, 2007.

PAZ, J. C. S. N. **Caracterização Bioquímica da Polifenoloxidação e da Peroxidase da Ameixa Rubimel, Polpa de Cacau e Estudo do Efeito de Agentes Anti**

**Escurecimento.** Campinas, 2010. 85p. Tese (Doutorado em Ciências de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas.

PEREIRA, J. M. A. T. K.; OLIVEIRA, K. A. M.; SOARES, N. F. F.; GONÇALVES, M. P. J. C.; PINTO, C. L. O.; FONTES, E. A. F.. Avaliação da qualidade físico-química, microbiológica e microscópica de polpas de frutas congeladas comercializadas na cidade de viçosa-MG. **Alimentos e Nutrição**, v. 17, n. 4, p. 437-442, 2006.

PEREIRA, K. S.; SCHMIDT, F. L.; GUARALDO, A. M. A.; FRANCO, R. M. B.; DIAS, V. L.; PASSOS, L. A. C.. Review: Chagas' Disease as a Foodborne Illness. **Journal of Food Protection**, v.72, n.2, p.441-446, 2009.

PESSOA, J. D. C.; SILVA, P. V. S.. Effect of temperatura and storage on açai (*Euterpe oleracea*) fruit water uptake: simulation of fruit transportation and pre-processing. **Fruits**, v. 62, p. 295-302, 2007.

POMPEU, D. R.; BARATA, V. C. P.; ROGEZ, H.. Impacto da refrigeração sobre variáveis de qualidade dos frutos do açazeiro (*Euterpe oleracea* Mart). **Alim. Nutr.**, Araraquara, v.20, n.1, p. 141-148, 2009.

RAWSON, A.; PATRAS, A.; TIWARI, B. K.; NOCI, F.; KOUTCHMA, T.; BRUNTON, N.. Effect of Thermal and Non Thermal Processing Technologies on the Bioactive Content of Exotic Fruits and their Products: Review of Recent Advances, **Food Research International**, v.44, p.1875-1887, 2011.

REIS, T.. Males do Passado: açai infectou 26 com mal de Chagas no AP. Folha de São Paulo, São Paulo, 31 de março de 2005. Disponível em: <http://www1.folha.uol.com.br/fsp/cotidian/ff3103200510.htm>. In.: PEREIRA, K.S.; SCHMIDT, F.L.; GUARALDO, A.M.A.; FRANCO, R.M.B.; DIAS, V.L.; PASSOS, L.A.C.. Review: Chagas' Disease as a Foodborne Illness. **Journal of Food Protection**, v.72, n.2, p.441-446, 2009.

RODRIGO, C.; RODRIGO, M.; ALVARRUIZ, A.; FRÍCGOLA, A., Thermal Inactivation at High Temperatures and Regeneration of Green Asparagus Peroxidases. **Journal of Food Protection**, v.59, n.10, p.1065-1071, 1996.

RODRIGO, C.; RODRIGO, M.; ALVARRUIZ, A.; FRÍGOLA, A.. Inactivation and Regeneration Kinetics of Horseradish Peroxidase Heated at High Temperatures. **Journal of Food Protection**, v.60, n.8, p. 961-966, 1997.

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. 1ed. Elemm, PA: Ed. Universidade do Pará, EDUFA, 313p., 2000.

RUFINO, M. S. M.; PÉREZ-GIMENEZ, J.; ARRANZ, S.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; OLIVEIRA, M. S. P.; SAURA-CALIXTO, F.. Açaí (*Euterpe oleracea*) “BRS-Pará”: A Tropical Fruit Source of Antioxidant Dietary Fiber and High Antioxidant Capacity Oil. **Food Research International**, v. 44, p.2100-2106, 2011.

SANTOS, E. R.. **Caracterização Bioquímica da Peroxidase e Polifenoloxidase de Açaí (*Euterpe oleracea*)**. Dissertação – (Mestrado em Ciência de Alimentos), 104p., Faculdade de Engenharia de Alimentos, UNICAMP, 2001.

SCHMIDT, F. L.. [Sem título]. Foto de arquivo pessoal. 2011.

SILVA, N.; JUNQUEIRA, V. C. A.; SILVEIRA, N. F. A.. Contagem de Coliformes Totais, Coliformes Termotolerantes e *Escherichia coli*. In: **Manual de Métodos de Análise Microbiológica de Alimentos**, ed. Varela, São Paulo, 1997.

SOUSA, C. L.; MELO, G. M. C.; ALMEIDA, S. C. S.. Avaliação da Qualidade do Açaí (*Euterpe oleracea* Mart) Comercializado na Cidade de Macapá – AP. **B-CEPPA**, Curitiba, v.17, n.2, p.127-136, 1999.

SPONCHIATO, D. Roxos de saúde. Revista Saúde, n. 297, abril de 2008.

SOYSAL, C.; SÖYLEMEZ, Z.. Kinetics and inactivation of carrot peroxidase by heat treatment. **Journal of Food Engineering**, v. 68, p. 349-356, 2005.

VALDERRAMA, P.; MARANGONI, F.; CLEMENTE, E.. Efeito do Tratamento Térmico Sobre a Atividade da Peroxidase (POD) e Polifenoloxidase (PPO) em maçã (*Mallus comunis*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, vol.21, n.3, p.321-325, 2001.

VASCONCELOS, M. A. M.; ALVES, S. A.. Colheita e Pós Colheita. In: Sistema de Produção de Açaí, 2ª ed., versão eletrônica. Embrapa Amazônia Oriental, 2006. Disponível em: [http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai\\_2ed/index.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Acai/SistemaProducaoAcai_2ed/index.htm), acesso em 10 set. 2011.

WIKIPEDIA. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Ficheiro:Acapalms.jpg>. Acesso em 18 out. 2011.

YEMENICIOGLU, A.; ÖZKAN, M.; CEMEROGLU, B.. Some Characteristics of Polyphenol Oxidase and Peroxidase from Taro (*Colocasia antiquorum*). **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, v. 23, p.425-430, 1999.

## APÊNDICE

**Tabela 6:** Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açáís tipo fino da marca A.

<b>MARCA, LOTE E AMOSTRA<sup>a</sup></b>	<b>CONTAGEM (UFC/g)</b>
A <sub>11</sub>	1,50 x 10 <sup>2</sup>
A <sub>12</sub>	1,00 x 10 <sup>3</sup>
A <sub>13</sub>	1,00 x 10 <sup>3</sup>
A <sub>21</sub>	5,00 x 10 <sup>2</sup>
A <sub>22</sub>	7,00 x 10 <sup>2</sup>
A <sub>23</sub>	1,00 x 10 <sup>3</sup>
A <sub>31</sub>	2,00 x 10 <sup>3</sup>
A <sub>32</sub>	5,00 x 10 <sup>2</sup>
A <sub>33</sub>	5,00 x 10 <sup>3</sup>

<sup>a</sup> os números que seguem a letra representam o lote da marca e a amostra do lote, respectivamente.

**Tabela 7:** Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açáís tipo fino da marca B.

<b>MARCA, LOTE E AMOSTRA<sup>a</sup></b>	<b>CONTAGEM (UFC/g)</b>
B <sub>11</sub>	2,00 x 10 <sup>3</sup>
B <sub>12</sub>	1,80 x 10 <sup>4</sup>
B <sub>13</sub>	2,20 x 10 <sup>4</sup>

<b>B<sub>21</sub></b>	1,50 x 10 <sup>4</sup>
<b>B<sub>22</sub></b>	8,50 x 10 <sup>2</sup>
<b>B<sub>23</sub></b>	1,00 x 10 <sup>3</sup>
<b>B<sub>31</sub></b>	2,40 x 10 <sup>4</sup>
<b>B<sub>32</sub></b>	1,55 x 10 <sup>4</sup>
<b>B<sub>33</sub></b>	2,15 x 10 <sup>4</sup>

<sup>a</sup> os números que seguem a letra representam o lote da marca e a amostra do lote, respectivamente.

**Tabela 8:** Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca C.

<b>MARCA, LOTE E AMOSTRA<sup>a</sup></b>	<b>CONTAGEM (UFC/g)</b>
<b>C<sub>11</sub></b>	6,00 x 10 <sup>2</sup>
<b>C<sub>12</sub></b>	6,50 x 10 <sup>2</sup>
<b>C<sub>13</sub></b>	1,00 x 10 <sup>3</sup>
<b>C<sub>21</sub></b>	1,95 x 10 <sup>5</sup>
<b>C<sub>22</sub></b>	3,20 x 10 <sup>3</sup>
<b>C<sub>23</sub></b>	4,25 x 10 <sup>3</sup>
<b>C<sub>31</sub></b>	6,00 x 10 <sup>2</sup>
<b>C<sub>32</sub></b>	2,00 x 10 <sup>2</sup>
<b>C<sub>33</sub></b>	6,50 x 10 <sup>2</sup>

<sup>a</sup> os números que seguem a letra representam o lote da marca e a amostra do lote, respectivamente.

**Tabela 9:** Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca D.

<b>MARCA, LOTE E AMOSTRA<sup>a</sup></b>	<b>CONTAGEM (UFC/g)</b>
<b>D<sub>11</sub></b>	1,55 x 10 <sup>3</sup>
<b>D<sub>12</sub></b>	1,00 x 10 <sup>2</sup>
<b>D<sub>13</sub></b>	2,25 x 10 <sup>3</sup>
<b>D<sub>21</sub></b>	5,40 x 10 <sup>3</sup>
<b>D<sub>22</sub></b>	3,15 x 10 <sup>3</sup>

<b>D<sub>23</sub></b>	1,45 x 10 <sup>4</sup>
<b>D<sub>31</sub></b>	1,00 x 10 <sup>2</sup>
<b>D<sub>32</sub></b>	1,00 x 10 <sup>2</sup>
<b>D<sub>33</sub></b>	5,00 x 10 <sup>2</sup>

<sup>a</sup> os números que seguem a letra representam o lote da marca e a amostra do lote, respectivamente.

**Tabela 10:** Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca E.

<b>MARCA, LOTE E AMOSTRA<sup>a</sup></b>	<b>CONTAGEM (UFC/g)</b>
<b>E<sub>11</sub></b>	3,50 x 10 <sup>3</sup>
<b>E<sub>12</sub></b>	1,15 x 10 <sup>3</sup>
<b>E<sub>13</sub></b>	1,45 x 10 <sup>3</sup>
<b>E<sub>21</sub></b>	4,50 x 10 <sup>2</sup>
<b>E<sub>22</sub></b>	4,25 x 10 <sup>3</sup>
<b>E<sub>23</sub></b>	3,15 x 10 <sup>5</sup>
<b>E<sub>31</sub></b>	1,10 x 10 <sup>4</sup>
<b>E<sub>32</sub></b>	3,60 x 10 <sup>3</sup>
<b>E<sub>33</sub></b>	4,60x 10 <sup>3</sup>

<sup>a</sup> os números que seguem a letra representam o lote da marca e a amostra do lote, respectivamente.

**Tabela 11:** Contagens de fungos filamentosos e leveduras nos açaís tipo fino da marca E.

<b>MARCA, LOTE E AMOSTRA<sup>a</sup></b>	<b>CONTAGEM (UFC/g)</b>
<b>F<sub>11</sub></b>	8,00 x 10 <sup>2</sup>
<b>F<sub>12</sub></b>	9,50 x 10 <sup>4</sup>



---

<b>F<sub>13</sub></b>	$4,50 \times 10^2$
<b>F<sub>21</sub></b>	$1,50 \times 10^2$
<b>F<sub>22</sub></b>	$1,45 \times 10^3$
<b>F<sub>23</sub></b>	$4,65 \times 10^3$
<b>F<sub>31</sub></b>	$7,00 \times 10^3$
<b>F<sub>32</sub></b>	$1,00 \times 10^2$
<b>F<sub>33</sub></b>	$1,10 \times 10^4$

---

<sup>a</sup> os números que seguem a letra representam o lote da marca e a amostra do lote, respectivamente.