

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE AGRONOMIA

Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de
açais de *Euterpe edulis* Martius e *Euterpe oleracea* Martius
submetidos a tratamentos para sua conservação

JULIANO SCHULTZ

Florianópolis, junho de 2008.

JULIANO SCHULTZ

Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de
açais de *Euterpe edulis* Martius e *Euterpe oleracea* Martius
submetidos a tratamentos para sua conservação

Trabalho de Conclusão de Curso

Orientador: Paul Richard Momsen Miller

Florianópolis, junho de 2008.

Agradecimentos

Aos meus pais Rolando e Hilda que sempre se empenharam para que seus filhos pudessem estudar. Muito obrigado!

À Marcela pelo amor, carinho e companheirismo nesta etapa de minha vida.

Ao professor Rick Miller pela troca de idéias e por ter aberto várias portas para que este trabalho pudesse ser realizado.

Ao Andrey Pabst e ao Waldemar Arndt da Alicon Ind. de Alimentos Ltda, pela recepção em Garuva e por possibilitarem a realização deste estágio. Em mim permanece uma grande admiração por ambos, devido ao espírito empreendedor e pelo pioneirismo na produção comercial de açaí de *Euterpe edulis*.

À Dona Maria pela recepção e atenção para comigo durante minha estada em Garuva.

Ao Michael pela valiosa ajuda na execução deste trabalho e pela nossa grande amizade.

Ao pessoal do Laboratório de Química de Alimentos pela parceria na realização deste trabalho. À professora Roseane Fett por ter aberto as portas do laboratório e em especial ao Eliseu e ao Ismael pela ajuda nas análises.

Índice

Lista de Figuras	6
Lista de Tabelas	7
1. Introdução	8
2. Objetivos	9
2.1. Objetivo geral	9
2.2. Objetivos específicos	9
3. Justificativa	9
4. Revisão Bibliográfica	11
4.1. As palmeiras do gênero <i>Euterpe Martius</i>	11
4.2. A produção, o consumo e o mercado de açaí	12
4.3. A elaboração do açaí	14
4.4. A composição do açaí	16
4.5. Os compostos fenólicos e as antocianinas	17
4.5.1. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos e antocianinas	19
4.5.2. Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante do açaí	20
4.6. A deterioração do açaí e a melhoria da sua conservação	22
5. Formulação do problema	25
6. Hipótese	25
7. Metodologia	26
7.1. Os locais e épocas de amostragem de açaí	26
7.2. Amostragem de açaí em agroindústria de produção de açaí	27
7.2.1. Pasteurização industrial de açaí de <i>Euterpe edulis</i> em pH 4,0	28
7.2.2. Amostragem de açaí de <i>Euterpe oleracea</i>	31
7.3. Pasteurização caseira de açaí de <i>Euterpe edulis</i>	32
7.4. Análises laboratoriais	34
7.4.1. Determinação da matéria seca	34
7.4.2. Preparação dos extratos	34
7.4.3. Determinação de fenólicos totais	34
7.4.4. Determinação do conteúdo total de antocianinas	34
7.4.5. Determinação da capacidade antioxidante – método DPPH	35
7.5. Delineamentos experimentais e análise estatística	35
8. Resultados e discussão	37
8.1. Resultados completos	37
8.2. Matéria seca (%)	38
8.3. Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açaí de <i>Euterpe edulis</i> e de <i>E. oleracea</i>	39
8.4. Influência da pasteurização industrial de açaí de <i>E. edulis</i> , em pH 4,0, sobre os compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante	42
8.5. Influência da pasteurização caseira de açaí de <i>E. edulis</i> , sobre os compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante	44
9. Considerações finais	46
10. Referências bibliográficas	47

Anexos	50
Anexo 1: resultados completos de laboratório.....	50
Anexo 2: análises de variância para dados de pasteurização industrial de açaí de <i>E. edulis</i>	51
Anexo 3: análises de variância para dados de pasteurização caseira de açaí de <i>E. edulis</i>	52

Lista de Figuras

Figura 1: produção de açaí em despoldadeira vertical	16
Figura 2: estrutura química das antocianinas	18
Figura 3: pasteurizador multitubular e tanque pulmão.....	29
Figura 4: fluxograma de coleta de amostras de açaí de <i>Euterpe edulis</i> em linha de produção industrial.	30
Figura 5: fluxograma simplificado do caminho percorrido pelo açaí de <i>Euterpe oleracea</i> amostrado neste trabalho.	31
Figura 6: envase de açaí em embalagens plásticas e congelamento.....	32
Figura 7: pasteurização caseira de açaí.....	33
Figura 8: amostragem de açaí em processo de pasteurização caseira	33
Figura 9: resultados de compostos fenólicos em função da matéria seca das amostras. 37	
Figura 10: resultados de antocianinas em função da matéria seca das amostras.....	37
Figura 11: resultados de atividade antioxidante (TEAC) em função da matéria seca das amostras.....	38
Figura 12: teor de matéria seca (%) de amostras de açaí.....	38
Figura 13: antocianinas na matéria fresca de açaí de <i>E. edulis</i> e <i>E. oleracea</i> em função do teor de matéria seca das amostras.....	41
Figura 14: compostos fenólicos na matéria fresca de açaí de <i>E. edulis</i> e <i>E. oleracea</i> em função do teor de matéria seca das amostras.....	41
Figura 15: antocianinas na matéria seca de açaí de <i>E. edulis</i> e <i>E. oleracea</i> em função do teor de matéria seca das amostras.....	42

Lista de Tabelas

Tabela 1: amostras de açaí de em processo industrial de pasteurização, e respectivos pHs.....	31
Tabela 2: valores médios de matéria seca, compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açaí de <i>Euterpe edulis</i> e <i>E. oleracea</i> (amostras in natura).....	39
Tabela 3: compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante (TEAC) de açaí de <i>Euterpe edulis</i> em diferentes tratamentos industriais.....	43
Tabela 4: compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante (TEAC) de açaí de <i>Euterpe edulis</i> em diferentes tratamentos caseiros.....	45
Tabela 5: resultados completos de laboratório.	50
Tabela 6: ANOVA para valores de compostos fenólicos em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ obtidos em experimento de pasteurização industrial.	51
Tabela 7: ANOVA para valores de compostos fenólicos em $\text{mg}\cdot \text{g}^{-1}$ de MS obtidos em experimento de pasteurização industrial..	51
Tabela 8: ANOVA para valores de antocianinas em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ obtidos em experimento de pasteurização industrial..	51
Tabela 9: ANOVA para valores de antocianinas em $\text{mg}\cdot \text{g}^{-1}$ de MS obtidos em experimento de pasteurização industrial..	51
Tabela 10: ANOVA para valores de atividade antioxidante (TEAC) em $\mu\text{mol}\cdot \text{g}^{-1}$ obtidos em experimento de pasteurização industrial.....	51
Tabela 11: ANOVA para valores de compostos fenólicos em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ obtidos em experimento de pasteurização caseira.....	52
Tabela 12: ANOVA para valores de compostos fenólicos em $\text{mg}\cdot \text{g}^{-1}$ de MS obtidos em experimento de pasteurização caseira.....	52
Tabela 13: ANOVA para valores de antocianinas em $\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ obtidos em experimento de pasteurização caseira.....	52
Tabela 14: ANOVA para valores de antocianinas em $\text{mg}\cdot \text{g}^{-1}$ de MS obtidos em experimento de pasteurização caseira.....	52
Tabela 15: ANOVA para valores de atividade antioxidante (TEAC) em $\mu\text{mol}\cdot \text{g}^{-1}$ obtidos em experimento de pasteurização caseira.....	52

1. Introdução

O açaí é uma bebida obtida a partir da polpa dos frutos de palmeiras do gênero *Euterpe Martius* (MAC FADDEN, 2005). É um produto muito consumido na região Amazônica, onde ele é obtido a partir dos frutos do açazeiro (*Euterpe oleracea Martius*) e do açazeiro de terra firme (*Euterpe precatoria Martius*), ambos nativos da Amazônia (ROGEZ, 2000; MAC FADDEN, 2005).

O consumo do açaí na região norte do Brasil atravessa vários séculos (ROGEZ, 2000) e ele constituía parte importante da alimentação indígena antes da chegada dos europeus (CANTO, 2001). No Estado do Pará, o açaí é consumido principalmente pelas populações rurais e pela população urbana de baixa renda. O açaí é o segundo produto mais consumido nos Estados do estuário Amazônico (Pará e Amapá) depois da farinha de mandioca (ALVES et al, 1992 apud ROGEZ, 2000).

Fora da Amazônia, principalmente nos Estados da região sul e sudeste do Brasil, o consumo do açaí foi incrementado a partir dos anos 90, principalmente devido à demanda do público jovem de classe média a alta (ROGEZ, 2000).

Nos Estados do Sul e Sudeste o açaí pode ser obtido a partir dos frutos do palmitero (*Euterpe edulis Martius*), uma palmeira nativa do bioma Mata Atlântica (MAC FADDEN, 2005). Até os anos de 2003/2004, o mercado do sul e sudeste do Brasil era abastecido unicamente pelo açaí proveniente da Amazônia. Em 2004, no município de Garuva/SC, foi implantada a primeira unidade de fabricação de açaí do Sul do Brasil, utilizando como matéria-prima os frutos de *Euterpe edulis*.

A produção de açaí a partir dos frutos do palmitero tem atraído a atenção de pesquisadores, extensionistas e produtores rurais do Estado de Santa Catarina, como uma alternativa de renda para as pequenas propriedades rurais familiares. Silva (2005) analisou a viabilidade econômica da produção e processamento de frutos de *E. edulis* para produção de açaí e verificou ser esta uma atividade rentável para pequenos produtores e Agroindústrias Rurais de Pequeno Porte.

Atualmente o açaí vem ganhando espaço no mercado internacional, por ser um alimento exótico e rico em compostos fenólicos e antocianinas, substâncias com elevada capacidade antioxidante e de comprovados efeitos benéficos à saúde, quando presentes na dieta humana (ROGEZ, 2000; DEL POZO-INSFRAN, 2004; KUSKOSKI et. al., 2006; DUAILIBI, 2007). O presente trabalho se insere neste contexto, buscando valorizar o açaí de *E. edulis*, ainda pouco conhecido no mercado nacional, através da

quantificação dos compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante deste alimento.

2. Objetivos

2.1. Objetivo geral

Quantificar os compostos fenólicos, as antocianinas e a atividade antioxidante dos açáis obtidos a partir dos frutos de *Euterpe edulis* Mart e de *E. oleracea* Mart, submetidos a tratamentos para sua conservação.

2.2. Objetivos específicos

- Determinar o conteúdo de compostos fenólicos, antocianinas e a atividade antioxidante do açáí de *E. edulis* e de *E. oleracea* para comparar os açáis das duas espécies.
- Avaliar a influência de métodos de pasteurização sobre a quantidade de compostos fenólicos, antocianinas e a atividade antioxidante do açáí de *E. edulis*.
- Determinar a porcentagem de matéria seca das diferentes amostras de açáí obtidas neste trabalho.

3. Justificativa

O açáí tem sido reputado como um alimento que traz benefícios à saúde, principalmente devido à presença de polifenóis e de antocianinas na sua composição (ROGEZ, 2000; DEL POZO-INSFRAN et al, 2004; KUSKOSKI, et al, 2006). O açáí também tem sido valorizado no mercado exterior, principalmente no mercado norte americano, como fruta exótica e alimento funcional (DUAILIBI, 2007).

As antocianinas (das palavras gregas *anthos*, flor e *kianos*, azul) são pigmentos vegetais responsáveis pela maioria das cores azul, roxa e todas as tonalidades de vermelho encontradas em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas (MARKAKIS, 1982). Estes compostos têm atividade antioxidante e estudos *in vitro* têm demonstrado seu efeito antioxidante sobre o LDL humano, indicando um potencial protetor sobre doenças como a arteriosclerose (SATUÉ-GRACIA et al, 1997; GHISELLI et al, 1998).

Segundo Iaderoza et al (1992) o conteúdo de antocianinas dos frutos do palmitero (*Euterpe edulis*) é quatro vezes superior ao dos frutos do açai zero (*E. oleracea*). Este estudo indica o potencial dos frutos do palmitero como fonte destes compostos. Entretanto, poucos são os estudos que quantificam o teor de antocianinas em *E. edulis* e que possam reforçar os dados obtidos por estes autores.

Entretanto, o açai é um produto altamente perecível, alterando rapidamente a cor e o sabor após 12 horas, mesmo quando conservado em geladeira. Além da oxidação enzimática das antocianinas e dos lipídeos, a alta carga microbiana dos frutos está associada à perecibilidade do açai. Nas agroindústrias, os frutos passam por um processo de sanitização, sendo lavados com água e produtos sanitários como o hipoclorito de sódio, porém esta lavagem não é considerada uma solução para o problema da contaminação dos frutos. Após o despulpamento dos frutos, o método de conservação mais utilizado para o açai é o congelamento (ROGEZ, 2000).

Tratamentos térmicos como o branqueamento dos frutos e a pasteurização do açai após o despulpamento foram testados por Rogez (2000) visando melhorar a conservação do produto e sua segurança microbiológica. Segundo este autor, estes tratamentos térmicos, em algumas combinações de temperatura, tempo de tratamento e pH, foram eficientes na redução da carga microbiana, inativação enzimática e preservação das antocianinas, podendo ser aplicados nas agroindústrias. O mesmo autor, porém, recomenda mais estudos sobre estes tratamentos, em escala piloto nas unidades de processamento do açai.

4. Revisão Bibliográfica

4.1. As palmeiras do gênero *Euterpe* Martius

O açaí é uma bebida obtida a partir da polpa dos frutos de palmeiras do gênero *Euterpe* Martius (MAC FADDEN, 2005). Na região amazônica o açaí é obtido a partir da polpa dos frutos do açazeiro (*Euterpe oleracea* Martius) e do açazeiro da terra firme (*Euterpe precatoria* Martius) (ROGEZ, 2000). Na região da Mata Atlântica, pode-se obter o açaí a partir dos frutos do palmitheiro ou juçara (*Euterpe edulis* Martius) (MAC FADDEN, 2005).

As palmeiras do gênero *Euterpe* formam inflorescências interfolias solitárias chamadas de espádices. No momento da antese, a espádice encontra-se envolvida por duas espatas deiscantes. Depois da deiscência das espatas expõe-se a inflorescência formada por um pedúnculo e uma ráquis floral com muitas ráquias simples. Nas ráquias as flores estão dispostas em tríades, com uma flor feminina central e duas flores masculinas laterais. As flores são unissexuadas (REITZ, 1974).

As três espécies citadas formam cachos de frutos sésseis, arredondados, drupáceos, de cor violáceo-púrpura, quase negra. Cada fruto, portanto, possui um caroço e uma fina camada de polpa constituída pelo epicarpo e a parte externa do mesocarpo. A parte interna do mesocarpo é fibrosa e está soldada ao endocarpo lenhoso (REITZ et al., 1978; ROGEZ, 2000). É a partir da fina camada de polpa que se obtém o açaí.

E. oleracea é uma palmeira cespitosa, com mais de 25 estipes por touceira, de 3 a 20 m de altura e de 7 a 18 cm de diâmetro. Esta espécie ocorre no Panamá, na costa do pacífico do norte do Equador e Colômbia, Trinidad, Venezuela, Guianas e Brasil (Amapá, Maranhão, Pará e Tocantins) (HENDERSON, 2000). O açazeiro é particularmente freqüente na região do estuário amazônico, nos Estados do Pará e Amapá, em ecossistemas de várzea, sob influência das marés e inundações, ou seja, em solos bastante úmidos (ROGEZ, 2000).

O açazeiro forma novos estipes na base da touceira a cada ano, sendo a sua regeneração teoricamente infinita. Contudo, no cultivo do açazeiro, procura-se limitar o número de estipes adultos por touceira a três, quatro ou, raramente cinco (ROGEZ, 2000). Cada estipe pode produzir de 3 a 8 cachos por ano dependendo da fertilidade e umidade do solo e da intensidade luminosa (CALZAVARA, 1972 apud ROGEZ, 2000).

Segundo Henderson (2000), *E. precatória* é uma palmeira monocaule, ou seja, de estipe único, de 3 a 20 m de altura e de 4 a 23 cm de diâmetro. *E. precatória* ocorre com maior frequência na Amazônia oriental (Acre, Amazonas, Pará e Rondônia) (HENDERSON, 2000), onde é a principal espécie produtora de açaí (ROGEZ, 2000). Esta espécie ocorre nas florestas tropicais de terras baixas em habitats semelhantes aos de *E. oleracea*, mas também em florestas de terra firme, chegando até 600 m de altitude nos Andes (HENDERSON, 2000).

E. edulis, conhecido popularmente como palmitero, juçara, içara, ensarova, ripeira, ripa, entre outros nomes, é uma palmeira monocaule, de estipe reto e fino, chegando até 20 ou 25 metros de altura (REITZ, 1974). Sua área de ocorrência se estende desde o Sul da Bahia (15°S) até o Norte do Rio Grande do Sul (30°S), na Floresta Ombrófila Densa. No Sul sua área de ocorrência se expande até o Leste do Paraguai e Norte da Argentina (57°W), na Floresta Estacional Semidecidual, na Bacia do Rio Paraná (NODARI et al., 2000). O palmitero é uma planta esciófita, mesófito ou levemente higrófito e é uma das espécies mais abundantes e comuns de toda a Floresta Ombrófila Densa do Estado de Santa Catarina, sendo, não raro, a espécie dominante e mais abundante do segundo extrato arbóreo desta floresta (REITZ, 1974).

Para condições de floresta secundária do Estado de Santa Catarina, em uma população natural de *E. edulis*, Mantovani & Morellato (2000) encontraram de 1 a 5 inflorescências formadas por planta. A porcentagem de formação de cachos nesta mesma população variou de 55,7 a 59,2 % nos 2 anos de estudo. Em plantas a céu aberto, em quintais, jardins e borda de mata, ou seja, em condições de maior luminosidade, pode-se encontrar até seis inflorescências emitidas por plantas (REIS, 1995). Mac Fadden (2005) encontrou uma média de 2,8 cachos por planta em um quintal agroflorestral do Estado de Santa Catarina e uma média de 2,49 cachos/planta para um consórcio bananeiras/palmiteros.

4.2. A produção, o consumo e o mercado de açaí

O açaí é um produto muito consumido na região do estuário amazônico (Estados do Pará e Amapá). O Pará é o maior produtor nacional com uma colheita de 92 mil toneladas de frutos em 2005, o que representa 88% da produção brasileira. O único Estado fora da região Norte que figura nas estatísticas oficiais é o Maranhão (IBGE, 2005). A maior parte da produção de açaí do Pará provém do extrativismo, porém um

aumento da demanda tem provocado a passagem progressiva do extrativismo para a produção manejada em áreas enriquecidas com açazeiros (ROGEZ, 2000).

Segundo Rogez (2000) os números oficiais devem ser vistos com ressalvas, pois a maior parte da produção do Pará não é fiscalizada e é absorvida pelo mercado informal ou então se destina ao autoconsumo da população rural. Portanto, a produção real pode ser muito maior. Este mesmo autor, com base em várias referências de consumo de açaí na cidade de Belém e no Estado do Pará, estima que sejam consumidas naquele Estado entre 150 e 300 mil toneladas de açaí por ano, sendo que a quase totalidade deste açaí é comercializado como produto fresco e consumido nas horas que seguem ao despulpamento.

A demanda de açaí em nível nacional cresceu muito a partir dos anos 90. Este mercado cresceu devido à descoberta do açaí pelo público jovem de classe média a alta do Brasil extra-amazônico, na busca de um alimento exótico, altamente energético, consumido geralmente junto com outras frutas, guaraná e granola (ROGEZ, 2000). Segundo Mourão (1998) apud Rogez (2000), o Rio de Janeiro importava do Pará, em 1992, apenas 5 toneladas de açaí por ano, mas em 1996 essa quantidade já passava a 180 toneladas ao mês e neste mesmo ano os Estados de Goiás, Minas Gerais, São Paulo e Rio Grande do Sul importavam no total 300 toneladas ao mês. Segundo Rogez (2000), com base nos volumes de produção de alguns empresários entrevistados no Pará, a quantidade de açaí exportada daquele Estado para o Sul do Brasil girou em torno de 8000 toneladas no ano de 1998. A totalidade deste açaí é comercializada sob forma congelada e a maior parte dos empresários exporta um açaí muito diluído para o Sul.

A produção de açaí de *Euterpe edulis* em Estados extra-amazônicos não figura nas estatísticas do IBGE. Entretanto esta produção existe, com experiências formais e informais de fabricação e comercialização de açaí nos Estados de Santa Catarina, Rio Grande do Sul e São Paulo (MAC FADDEN, 2005; SILVA, 2005). Apesar do mercado de açaí ter se incrementado a partir dos anos 90 nos Estados do Sudeste e Sul do Brasil e ser abastecido principalmente com a bebida proveniente do Norte do País, já havia consumo de suco preparado a partir dos frutos de palmitero em Santa Catarina, desde meados do século XIX. Em relatos da colonização do Sul deste Estado, descreve-se um refresco preparado com a casca do coco do palmito doce (*E. edulis*) a partir da experiência de uma mulher maranhense. “Era uma emulsão que se tomava como refresco, diluída convenientemente, e não como o assai(sic) paraense, que engrossam à maneira de um chocolate oleoso” (...) (VIEIRA FERREIRA, 2001).

Atualmente o açaí tem sido muito valorizado no mercado Norte-Americano, concomitantemente ao crescimento das importações de frutas exóticas pelos EUA. As propriedades antioxidantes do açaí estão sendo exploradas por campanhas de marketing das bebidas e cosméticos feitos a partir do açaí. Empresas norte-americanas estão instalando indústrias de processamento de açaí de grande porte na região do delta amazônico para atender o mercado dos EUA (DUAILIBI, 2007). Essa grande demanda de açaí tem o potencial de modificar o mercado de açaí na Amazônia, com conseqüências também para o mercado de açaí no Brasil extra-amazônico.

A população da cidade de Belém, maior centro consumidor de açaí do Brasil, enfrenta uma alta recorde nos preços do açaí nos pontos de venda da cidade. Este é um assunto da maior importância naquela cidade, pois o açaí é um alimento imprescindível na dieta dos paraenses. Nos quatro primeiros meses de 2008, o aumento nos preços chegou a 144,64%. Apesar do primeiro semestre do ano ser período de entressafra, com menor oferta de frutos, este é um aumento recorde. A tendência de alta nos preços é constante, pois ano a ano os preços sobem na entressafra e não retornam aos antigos patamares no período de safra. Desde 1994, o açaí acumula uma alta de 600% nos preços na cidade de Belém. Esta alta nos preços deve-se às crescentes exportações do açaí amazônico, que levam a um desabastecimento no mercado local (O LIBERAL, 2008).

4.3. A elaboração do açaí

Os frutos das palmeiras do gênero *Euterpe* nunca são consumidos *in natura*, pois eles têm apenas uma pequena proporção de polpa, a qual está em torno de 12% do peso dos frutos de *E. oleracea* (7,5% de polpa realmente aproveitada e 4,5% de borra) (ROGEZ, 2000).

Os frutos têm que passar por um processamento para a obtenção da bebida açaí, a qual não é a polpa integral dos frutos. A bebida açaí é uma emulsão obtida por atrito dos frutos, adição de água e filtração em peneiras adequadas para a retenção da borra. Em função da quantidade de água adicionada no processo, o açaí é comercializado sob diferentes denominações. Segundo a Instrução Normativa 01/2000 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento o açaí é classificado em:

- Açaí fino ou popular (tipo C) – entre 8 e 11 % de sólidos totais;
- Açaí médio ou regular (tipo B) – entre 11,1 e 14 % de sólidos totais;

- Açaí grosso ou especial (tipo A) – acima de 14 % de sólidos totais (BRASIL, 2000).

Quando o despulpamento é feito sem adição de água e sem filtração, o produto obtido é classificado como “polpa de açaí”, o qual deve ter no mínimo 40% de sólidos totais (BRASIL, 2000). No entanto, nenhuma despulpadeira disponível no mercado processa os frutos com eficiência sem a adição de água, sendo que a polpa integral não é um produto encontrado no mercado (OLIVEIRA, 2000).

Após a colheita dos cachos, os frutos são derriçados. Com os frutos separados do cacho são realizadas as duas principais operações para a obtenção do açaí: o amolecimento da polpa dos frutos e o despulpamento.

O amolecimento da polpa é uma etapa que consiste em deixar os frutos em água morna a fim de amolecer o mesocarpo antes do despulpamento propriamente dito. O tempo de imersão dos frutos e a temperatura da água variam segundo os fabricantes de açaí entrevistados por Rogez (2000) na cidade de Belém/PA. O tempo varia mais freqüentemente entre 10 e 60 minutos e a temperatura da água entre 25 e 60°C.

O despulpamento pode ser feito manualmente ou então através de uma despulpadeira mecânica. Quando o despulpamento é manual os frutos são amassados com a adição de água sobre uma primeira peneira de furos grossos para separar a polpa dos caroços. A mistura de polpa e água é novamente amassada para formar uma emulsão que é filtrada por uma peneira de fibras naturais de furos finos, sendo que o açaí é recuperado numa bacia (ROGEZ, 2000).

As despulpadeiras de açaí (figura 1) são máquinas compostas por um cilindro de aço inoxidável com uma peneira de furos menores do que 0,6mm. Dentro do cilindro existe um eixo com batedores, que através do movimento circular provoca o atrito entre os frutos e os batedores e entre os próprios frutos. Esse eixo é ligado por polias e uma correia a um motor elétrico que movimentam a despulpadeira. Os frutos são batidos primeiro sozinhos e depois se adiciona água progressivamente. Uma emulsão se forma e o açaí desce por gravidade através da peneira e pode então ser coletado (ROGEZ, 2000).



Figura 1: produção de açai em despolpadeira vertical; frutos dentro do cilindro de aço inoxidável (A); adição de água durante o despolpamento (B); saída do açai por orifício no fundo da despolpadeira (C).

4.4. A composição do açai

Os dados sobre a composição química do açai aqui apresentados, referem-se quase todos ao açai obtido a partir dos frutos de *Euterpe oleracea*. Poucos trabalhos trazem dados sobre a composição química do açai de *Euterpe edulis*. Portanto, esta revisão sobre os aspectos nutricionais da bebida se refere ao açai de *Euterpe oleracea*, exceto quando mencionado o contrário.

O açai é uma bebida pouco ácida, com pH médio de 5,23. É um alimento com alto percentual de lipídeos, os quais representam em média 52,64% da matéria seca da bebida. Os lipídeos fornecem cerca de 90% das calorias contidas nesta bebida. O açai médio, com 12,5% de matéria seca, tem um valor energético de 65,7kcal para cada 100g do produto (ROGEZ, 2000). Considerando os dados acima, os lipídeos representam 6,58% do peso fresco de um açai médio (12,5% M.S.), apresentando um percentual de gordura superior ao encontrado no leite integral de vaca, o qual é comercializado entre 3 a 4% de lipídeos.

O perfil de ácidos graxos dos lipídeos do açai é composto por 59,8% de ácidos graxos moninsaturados, 27,5% de saturados e 12,6% de poliinsaturados, sendo este um perfil particularmente interessante do ponto de vista nutricional. Além disso, o açai possui quantidades elevadas (45 mg/ 100 g M. S.) de vitamina E, na forma de α -tocoferol. Contudo, as altas quantidades de ácidos graxos mono e poliinsaturados contribuem para uma rápida oxidação e rancificação da bebida (ROGEZ, 2000).

O teor em açúcares assimiláveis (glicose, frutose e sacarose) é relativamente baixo, com um valor médio de 2,96% da matéria seca (ROGEZ, 2000). Outro trabalho encontrou um valor de 3,55g de açúcares para 100g de matéria seca de açai, com um valor em °Brix de 3,2 (ALEXANDRE, et. al, 2004). Assim o açai puro não é uma bebida que disponibiliza energia rapidamente ao consumidor, ou seja, é uma bebida de baixo valor glicêmico, pois sua ingestão eleva pouco o nível de açúcar no sangue.

O teor de proteínas do açaí está em torno de 10% da matéria seca. O teor médio de fibras alimentares totais é de 25,22% da matéria seca, sendo este o segundo composto em maior quantidade no açaí após os lipídeos (ROGEZ, 2000).

O açaí é um alimento rico em compostos fenólicos e antocianinas. Devido à importância destes compostos para a saúde humana e devido ao açaí ser considerado uma importante fonte dos mesmos, este assunto será revisado em maiores detalhes.

4.5. Os compostos fenólicos e as antocianinas

Os compostos fenólicos pertencem a uma classe de compostos que inclui uma grande diversidade de estruturas, simples e complexas, que possuem pelo menos um grupo fenol – um grupo hidroxila funcional em um anel aromático. Este é um grupo quimicamente heterogêneo de metabólitos vegetais secundários com aproximadamente 10.000 compostos. Apesar dos metabólitos secundários não serem imprescindíveis ao desenvolvimento das plantas, muitas vezes contribuem para o valor adaptativo das mesmas, nas relações planta-planta, planta-animal, planta-microrganismo. Isto acontece porque geralmente os metabólitos secundários são bioativos, inibindo herbivoria, atraindo animais dispersores de sementes, protegendo contra a radiação ultravioleta, entre outras funções (TAIZ & ZEIGER, 2004).

Por ser uma classe muito grande e diversificada de compostos químicos, os fenólicos vegetais são divididos em outras classes menores. Entre elas pode-se citar os ácidos fenólicos, os flavonóides, os taninos, entre outros.

As antocianinas (das palavras gregas *anthos*, flor e *kianos*, azul) são pigmentos vegetais responsáveis pela maioria das cores azul, roxa e todas as tonalidades de vermelho encontradas em flores, frutos, algumas folhas, caules e raízes de plantas (MARKAKIS, 1982). Por colorir flores e frutos, as antocianinas são de importância vital como atrativo para animais polinizadores e dispersores de frutos (TAIZ & ZEIGER, 2004).

As antocianinas fazem parte do grupo dos flavonóides, compostos fenólicos caracterizados pelo núcleo básico flavílio (cátion 2-fenilbenzopirílio) que consiste de dois anéis aromáticos unidos por uma unidade de três carbonos e condensados por um oxigênio. A molécula de antocianina (figura 2) é constituída por duas ou três porções: uma aglicona (antocianidina), um grupo de açúcares e, freqüentemente, um grupo de ácidos orgânicos (FRANCIS, 1989). Aproximadamente 22 agliconas são conhecidas, das quais 18 ocorrem naturalmente e apenas seis (pelargonidina, cianidina, delfinidina,

peonidina, petunidina e malvidina) são importantes em alimentos (FRANCIS, 2000). Sem seus açúcares, as antocianinas são conhecidas como antocianidinas (aglicona) (TAIZ & ZEIGER, 2004).

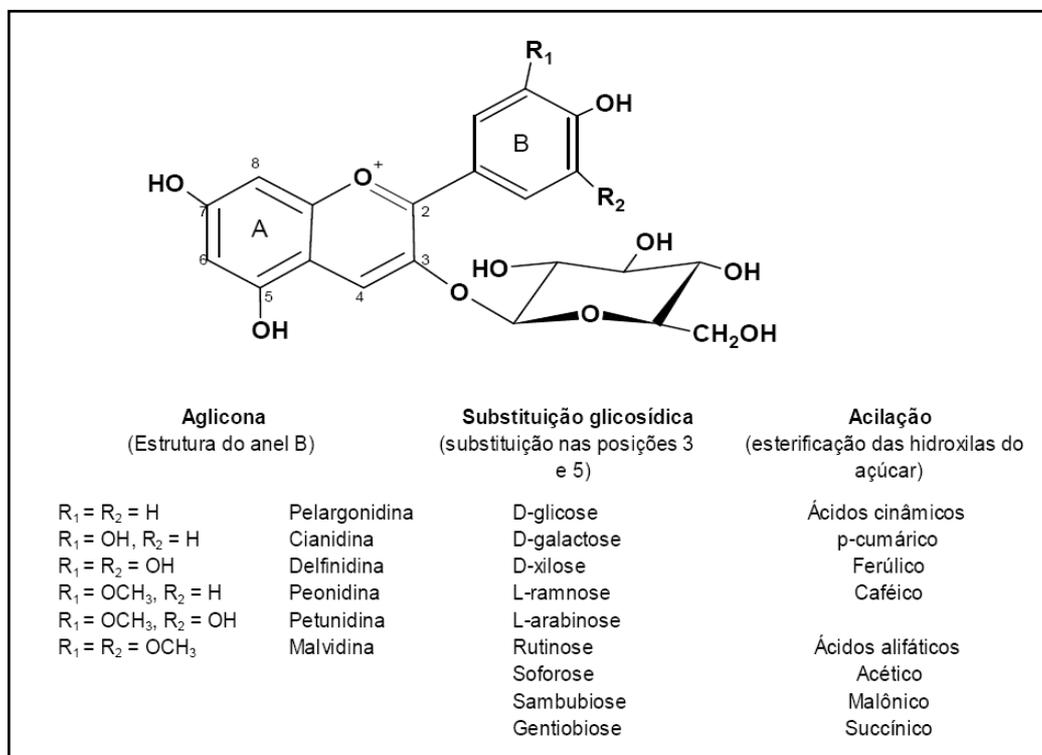


Figura 2: estrutura química das antocianinas (MALACRIDA & DA MOTA, 2006)

Mais de 100 antocianinas já foram identificadas e descritas na literatura, sendo que várias frutas, legumes e seus derivados são fontes destes compostos na dieta humana. Antocianinas encontradas com frequência nos alimentos são: cianidina-3-glucosídeo, encontrada em cerejas, jambolão, uvas, vinho, morangos e amoras vermelhas; peonidina-3-glucosídeo, encontrada em cerejas, jabuticabas, uvas e vinho; malvidina-3-glucosídeo, encontrada em uvas e vinho; e pelargonidina-3-glucosídeo encontrada em morangos (BOBBIO & BOBBIO, 1995).

Apesar de seu valor como corantes naturais de alimentos, as antocianinas são pouco estáveis. Vários fatores do processamento, dos tratamentos para a conservação e do armazenamento de alimentos podem levar à degradação das antocianinas. Os principais fatores que influenciam a estabilidade das antocianinas são: a própria estrutura química, o pH, a temperatura, a luz, a presença de oxigênio, a degradação enzimática e as interações entre os componentes dos alimentos, tais como ácido ascórbico, íons metálicos, açúcares e copigmentos (FRANCIS, 1989).

As antocianinas são mais estáveis em soluções ácidas do que em neutras e alcalinas (MARKAKIS, 1982). O aquecimento durante o processamento de alimentos

provoca a rápida destruição das antocianinas. Processos utilizando baixo tempo em alta temperatura têm sido recomendados para melhor retenção dos pigmentos (MALACRIDA & DA MOTTA, 2006). O oxigênio pode causar degradação das antocianinas por mecanismos de oxidação direta ou indireta, quando constituintes oxidados do meio reagem com as antocianinas (JACKMAN & SMITH, 1996). As antocianinas também podem ser degradadas por enzimas endógenas presentes nos tecidos das plantas, tais como glicosidases, polifenol oxidases e peroxidases (MALACRIDA & DA MOTTA, 2006). Conhecendo-se adequadamente estes fatores, pode-se projetar tratamentos que evitem a deterioração das antocianinas e que auxiliem na conservação das mesmas durante o armazenamento dos alimentos.

4.5.1. Propriedades antioxidantes de compostos fenólicos e antocianinas

Uma ampla definição de antioxidante é “qualquer substância que, presente em baixas concentrações quando comparada a do substrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz” (SIES & STAHL, 1995). Biologicamente, os antioxidantes são agentes responsáveis pela inibição e redução das lesões causadas pelos radicais livres nas células. As moléculas orgânicas e inorgânicas e os átomos que contêm um ou mais elétrons não pareados, com existência independente, podem ser classificados como radicais livres (HALLIWELL, 1994). Essa configuração faz dos radicais livres moléculas altamente instáveis, com meia-vida curtíssima e quimicamente muito reativas. Os danos oxidativos induzidos nas células e tecidos pelos radicais livres têm sido relacionados com a etiologia de várias doenças, incluindo doenças degenerativas tais como as cardiopatias, aterosclerose e problemas pulmonares (BIANCHI & ANTUNES, 1999).

Vários trabalhos têm demonstrado as propriedades antioxidantes dos compostos fenólicos e das antocianinas, sendo que os alimentos ricos nestes compostos podem trazer benefícios à saúde. Kuskoski et. al. (2006), trabalhando com polpas de frutas congeladas e frutos tropicais *in natura*, verificou que a atividade antioxidante dos mesmos é positivamente correlacionada com o conteúdo de antocianinas e polifenóis totais. Ghiselli et. al. (1998) isolou três diferentes frações de compostos fenólicos contidas em vinho tinto e analisou a atividade antioxidante na inativação de radicais livres e sobre o LDL humano *in vitro*. Segundo estes autores, as antocianinas tiveram o maior poder antioxidante, porém não descartam uma ação sinérgica entre os compostos fenólicos, pois os extratos isolados tiveram menor poder antioxidante do que o vinho.

4.5.2. Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante do açaí

Atualmente, o açaí está sendo valorizado como um alimento funcional devido a suas propriedades antioxidantes. Esta característica se deve ao fato do açaí ser um alimento rico em compostos fenólicos e antocianinas.

Muitos trabalhos quantificam e identificam os compostos fenólicos e as antocianinas em açaí ou em frutos de *Euterpe oleracea*. Até o presente momento, poucos estudos quantificaram e identificaram as antocianinas de *E. edulis*.

As quantidades de compostos fenólicos e antocianinas encontradas na literatura são muito variáveis, em função da variância intrínseca entre as amostras, das metodologias empregadas e das análises serem feitas a partir dos frutos ou a partir do açaí. No processamento dos frutos para a obtenção de açaí, muitas variáveis podem modificar a concentração de compostos fenólicos. Para a conversão de dados de concentração de fenólicos nos frutos e na bebida açaí resultante, seria necessário conhecer exatamente o rendimento de açaí por quilograma de frutos, a quantidade de água adicionada no processo, a proporção de resíduos por quilograma de frutos, a quantidade de fenólicos retida nos resíduos do despulpamento, entre outras variáveis. Para a comparação entre diferentes lotes de açaí também seria muito importante saber a quantidade de matéria seca de cada açaí, pois este fator pode ser determinante na concentração de fenólicos no açaí fresco.

Iaderoza et al. (1992) fez a extração de antocianinas a partir dos frutos de *E. oleracea* e *E. edulis*. Trabalhando com cromatografia em papel identificou a cianidina-3-glucosídeo e cianidina-3-rutinosídeo como as principais antocianinas em ambas as espécies. Neste estudo, a quantidade de antocianinas encontradas em *E. oleracea* foi de 336mg/100g de frutos e em *E. edulis* foi de 1.347mg/100g de frutos. Portanto, segundo este estudo, o palmitero (*E. edulis*) tem quatro vezes mais antocianinas do que o açaizeiro (*E. oleracea*). O trabalho de Harborne et al. (1994) também identifica as antocianinas de frutos de *E. edulis* como cianidina-3-glucosídeo e cianidina-3-rutinosídeo, corroborando o estudo de Iaderoza et al. (1992), porém não quantifica estes compostos.

Del Pozo-Insfran et al. (2004) quantificaram e identificaram as antocianinas e outros compostos fenólicos do açaí de *E. oleracea*. As antocianinas identificadas em cromatografia líquida foram cianidina-3-glucosídeo e pelargonidina-3-glucosídeo, com concentrações de 1.040mg/L e 74,4mg/L de açaí respectivamente. O total de outros

compostos fenólicos encontrados no açaí de *E. oleracea* foi de 836,6mg/L. Entre os compostos fenólicos encontrados estão os ácidos ferúlico, p-hidroxi-benzóico, gálico, protocatecúico, eleágico, vanílico e p-cumárico. Também foi encontrada a (-)-epicatequina, a (+)-catequina e derivados do ácido gálico, possivelmente galotaninos. Estes mesmos autores avaliaram a capacidade antioxidante do açaí pelo método ORAC (oxygen radical absorbance capacity). Expresso em equivalentes em Trolox (TE), um antioxidante de referência, obtiveram valores de 48.6 μ mol TE/mL de açaí.

Kuskoski et al. (2006) quantificaram as antocianinas e os compostos fenólicos de polpas de frutas congeladas e também de açaí de *E. oleracea* (congelado) disponíveis no mercado da cidade de Florianópolis, Estado de Santa Catarina. As antocianinas do açaí totalizaram 22,8mg/100g de açaí e os polifenóis totalizaram 136,8mg/100g. Estes mesmos autores quantificaram a atividade antioxidante do açaí pelo método do radical DPPH \bullet e obtiveram um valor de 6,9 μ mol TE/g de açaí em 30 min de reação.

Gallori et al. (2004) identificaram e quantificaram as antocianinas e outros flavonóides de polpa liofilizada de frutos de *E. oleracea*. Este estudo confirmou que as principais antocianinas presentes no açaí são cianidina-3-glucosídeo e cianidina-3-rutinosídeo. Traços de outras antocianinas derivadas das agliconas cianidina, pelargonidina e peonidina também foram encontrados. A quantidade total de antocianinas foi de 0,5mg/g de M.S.. A quantidade de outros flavonóides encontrada foi de 3,5mg/g de M.S..

Rogez (2000) quantificou as antocianinas de 60 amostras de açaí (*E. oleracea*) recém preparado e encontrou um valor médio de 44mg/100g de frutos. Essas amostras foram todas coletadas naquele que é considerado o período de alta produção de açaí no Pará e que vai de julho a dezembro. Considerando um rendimento médio de despulpamento de 474,5g de açaí por kg de frutos e um teor médio de matéria seca de 15,26% (ROGEZ, 2000), o teor de antocianinas encontrado por este autor é de 92,7mg/100g de açaí. Expresso em gramas de matéria seca de açaí o conteúdo de antocianinas encontrado por Rogez (2000) foi de 6,1mg/g de MS.

A amplitude de variação dos dados de Rogez (2000) foi de 7,1 a 102,2mg de antocianinas/100g de frutos. Essa grande variação motivou Rogez (2000) a realizar um estudo da concentração de antocianinas mais detalhado, no qual se procurou identificar a cinética de acúmulo de antocianinas em frutos de *E. oleracea* durante a maturação dos cachos. A partir do conhecimento da população local definiram-se cinco estádios de maturidade para os cachos do açaizeiro, em ordem crescente de maturidade: verde;

vitrin; preto; tuíra; e bem maduros. Segundo a população local o estágio “tuíra” seria o ponto ideal de colheita. Verificou-se que os frutos têm três fases de maturação em relação ao acúmulo de antocianinas: uma fase linear inicial, no decorrer da qual cerca de 90% dos pigmentos são acumulados; uma fase de desaceleração do acúmulo até um valor máximo; e uma fase de decréscimo da concentração de antocianinas ao final da maturação. Os valores médios obtidos para as concentrações máximas de antocianinas variaram entre 75,5 e 140,6mg/100g de frutos segundo as diferentes procedências. Três plantas produziram frutos com concentrações superiores a 180mg de antocianinas/100g. Rogez (2000) considera que os caboclos não colhem os cachos necessariamente no seu ponto ideal de maturidade, sendo que a colheita é motivada mais pelo preço dos frutos do que pela maturação. Além disso, não se consegue distinguir diferenças externas entre os frutos entre os 35 e 60 dias de maturação (correspondendo ao estágio de maturidade “preto”), quando se acumula quase 90% das antocianinas. Isto justificaria a amplitude da variação entre as amostras de açaí citada no início deste parágrafo.

Não existem trabalhos que quantificam os compostos fenólicos e antocianinas a partir do açaí de *E. edulis*. Mais estudos com o açaí desta espécie e comparações com o açaí de *E. oleracea* são necessários para se estabelecer melhor as diferenças entre os dois açaís, já que o interesse pelo açaí de *E. edulis* tem aumentado entre agricultores, extensionistas rurais, pesquisadores e consumidores do Sul do Brasil. É importante que estes estudos sejam feitos com metodologias comparáveis e que busquem homogeneizar os fatores que podem afetar a quantidade de compostos fenólicos e antocianinas. Entre estes fatores pode-se citar a procedência dos frutos, as plantas que os produzem, a época de produção, o estágio de maturidade, o tempo entre a colheita e o processamento e os tratamentos visando à conservação do açaí.

4.6. A deterioração do açaí e a melhoria da sua conservação

O açaí é um produto altamente perecível, alterando rapidamente a cor e o sabor após 12 horas, mesmo quando conservado em geladeira. Além da oxidação enzimática das antocianinas e dos lipídeos, a alta carga microbiana dos frutos está associada à perecibilidade do açaí (ROGEZ, 2000).

Estudos de vários autores indicam uma alta carga microbiana para o açaí comercializado na cidade de Belém (OLIVEIRA et al., 1988; VELOSO & SANTOS, 1994; ROGEZ, 2000). Nestes estudos, as contagens de bactérias variaram em magnitude entre 10^5 e 10^9 UFC/g de açaí; bolores e leveduras entre 10^4 e 10^8 UFC/g de

açai; coliformes totais entre 1.100 e 2.400 NMP/g de açai. Foram encontradas amostras positivas para *Escherichia coli*, *Staphylococcus aureus* e *Salmonella* spp., agregando ao problema da deterioração do produto, o risco à saúde pública.

Recentemente, foi noticiado na imprensa nacional o caso de pessoas que contraíram a doença de Chagas ao ingerirem açai contaminado com o protozoário *Trypanosoma cruzi*, em áreas rurais do Estado do Pará. Os casos registrados estão associados ao processamento artesanal dos frutos, onde, num procedimento inadvertido, o barbeiro, inseto vetor do *T. cruzi*, seria esmagado junto com os frutos no despulpamento ou então contaminaria os frutos com suas fezes. O açai industrializado estaria livre desta contaminação devido aos procedimentos mais rigorosos na fabricação e aos tratamentos para sua conservação, como a pasteurização e o congelamento (REIS, 2007).

Em açais preparados a partir de frutos frescos, colhidos com o máximo de cuidados para evitar contaminações, transportados em sacos estéreis e despulpados em despulpadeira desinfetada e pasteurizada, as bactérias foram em média 44 vezes menos numerosas do que nos açais coletados no mercado de Belém. Os bolores e leveduras foram, em média, 8 vezes menos concentrados e os coliformes fecais nunca puderam ser evidenciados nos açais frescos (ROGEZ, 2000).

Estes dados demonstram que a maior parte da contaminação dos frutos de açai ocorre no pós-colheita. A contaminação com coliformes fecais e outras bactérias com risco para a saúde de fato só ocorre depois da colheita, devido ao contato dos frutos com recipientes e superfícies contaminadas e também devido a falta de higiene das pessoas que manuseiam os frutos. Isto evidencia que bons procedimentos de higiene na colheita, transporte e processamento dos frutos podem reduzir muito a contaminação no produto final. Ainda assim a contaminação natural dos cachos com bactérias, fungos e leveduras não permite a obtenção de açai dentro dos padrões sanitários, sendo indispensável um tratamento sanitário para a comercialização do açai (ROGEZ, 2000).

Os tratamentos visando à melhoria da conservação do açai, mais comumente utilizados são a lavagem dos frutos e o congelamento do açai. Segundo Rogez (2000) a lavagem dos frutos não é um procedimento eficiente na diminuição da carga microbiana, mesmo com a adição de agente sanitizante à água. Em estudo da Universidade Federal do Pará, o congelamento do açai a -20°C provocou uma queda do número de bactérias, bolores e leveduras de uma e meia a duas ordens logarítmicas. Há também uma redução da atividade das enzimas peroxidase e polifenoloxidase,

mantendo, porém, atividades residuais. E há uma perda do conteúdo de antocianinas entre 5 e 60% dependendo do açaí. Apesar do impacto sobre os microorganismos, o congelamento não garante o respeito aos padrões sanitários, nem a boa conservação do produto (ROGEZ, 2000).

Rogez (2000) testou o branqueamento dos frutos do açaizeiro e a pasteurização do açaí com e sem acidificação da bebida como opções de tratamentos térmicos para os fabricantes de açaí. O branqueamento apresentou os melhores resultados em temperaturas da água de 80°C por 10s de imersão dos frutos. Este tratamento pode ser suficiente para que o açaí atenda os padrões sanitários, desde que aliado a bons procedimentos pós-colheita que evitem contaminações maiores nos frutos. Entretanto, o branqueamento não é suficiente para permitir uma conservação prolongada do produto. Segundo este autor, o branqueamento é uma boa opção de tratamento térmico para pontos de venda que despam o açaí no momento do consumo.

A pasteurização do tipo HTST (alta temperatura por curto tempo) foi testada em açaí. Na pasteurização com acidificação, em temperatura de 82,5°C, pH de 3,75 e tempo de tratamento de 1 min, obteve-se a eliminação dos bolores e leveduras, redução da contaminação bacteriana de 10^8 para $10^{2,6}$ UFC/ml, inativação enzimática e preservação das antocianinas. Na pasteurização sem acidificação, a redução da contaminação microbiana é igualmente significativa, porém a inativação enzimática e a preservação das antocianinas não são tão eficientes (ROGEZ, 2000).

Devido ao exposto acima, percebe-se a importância dos cuidados pós-colheita, da rapidez e higiene no processamento e dos tratamentos para a conservação do açaí. O conhecimento científico e tecnológico acumulado sobre o açaí de *Euterpe oleracea* na região amazônica pode servir de referencial teórico e ser adaptado para a produção de açaí de *E. edulis* no Sul do Brasil. É preciso, porém, desvendar as especificidades do açaí de *E. edulis* e de sua produção. Aspectos nutricionais como a quantidades de antocianinas e outros compostos fenólicos podem valorizar o produto da Mata Atlântica sobre o da Amazônia. E o que se conhece de tecnologia de produção não pode ser adaptado sem acompanhamento técnico e científico. Estudos em escala piloto nas pequenas agroindústrias de fabricação de açaí são essenciais para a evolução da qualidade do açaí de *E. edulis* e a conquista do mercado de açaí, onde o açaí desta espécie é pouco conhecido.

5. Formulação do problema

O açaí de *Euterpe edulis* ainda é pouco conhecido quanto a sua composição. Os compostos fenólicos e as antocianinas presentes no açaí de *Euterpe edulis* o tornam um candidato a alimento funcional. Entretanto, qual é a real quantidade destes compostos no açaí de *Euterpe edulis*? E em que magnitude os processos de fabricação e os tratamentos térmicos dados ao açaí de *E. edulis* afetam a quantidade de antocianinas no produto final?

6. Hipótese

O açaí de *Euterpe edulis* é rico em compostos fenólicos e antocianinas, superior ao açaí de *E. oleracea*, sendo, portanto um alimento com elevado poder antioxidante. Entretanto, o processo de fabricação e os tratamentos térmicos, se mal conduzidos, podem afetar negativamente a quantidade de compostos fenólicos e antocianinas no produto final.

7. Metodologia

7.1. Os locais e épocas de amostragem de açaí

Foram realizadas amostragens de açaí em dois locais do Estado de Santa Catarina: no município de Garuva e no município de Schroeder.

O município de Garuva está situado no extremo norte do Estado de Santa Catarina. O município ocupa uma área de 499,7 km². Limita-se com os seguintes municípios: Norte – Guaratuba (PR), Sul – Joinville e São Francisco do Sul, Leste – Itapoá e Oeste – Campo Alegre. Suas coordenadas são: 26°01'00'' (latitude sul), 48°50'00'' (longitude oeste) e apresenta altitude mínima de 6 metros acima do nível do mar, com média de 25 metros e máxima de 1.500 metros (EPAGRI/CIRAM, 1999).

O município de Schroeder está situado na região Norte de Santa Catarina e limita-se com os seguintes municípios: Joinville a Leste e ao Norte; Jaraguá do Sul a Oeste e a Sudoeste e; Guaramirim a Sudeste. O município ocupa uma área de 143,8 km² e apresenta uma altitude de 38 m acima do nível do mar na sua sede e ponto culminante com 780 m de altitude. Suas coordenadas são: 26°24'46'' (latitude sul), 49°04'22'' (longitude oeste).

Segundo o Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado, Garuva e Schroeder estão situados na Zona Ecológica 1A - Litoral Norte, e Vales do Rios Itajaí e Tijucas. Segundo a classificação climática de Koeppen, esta região é classificada como clima Cfa, clima subtropical constantemente úmido, sem estação seca, com verão quente (temperatura média do mês mais quente > 22°C). A temperatura média anual da Zona Agroecológica 1A varia de 19,1 a 20°C. A temperatura média das máximas varia de 26 a 27,6°C e a média das mínimas de 15,4 a 16,8°C. É a região que apresenta as mais altas temperaturas médias do Estado (EPAGRI/CIRAM, 1999).

A precipitação pluviométrica total anual pode variar de 1.430 a 1.908 milímetros, enquanto os totais anuais de dias com chuva, de 156 a 185 dias. A umidade relativa do ar pode variar de 84,2 a 87,2%, sendo este último valor o mais alto dentre as zonas agroecológicas catarinenses (EPAGRI/CIRAM, 1999).

Predomina nesta zona agroecológica, a Floresta Ombrófila Densa. Atualmente a predominância é de vegetação secundária e agricultura com culturas cíclicas. Esta região da Floresta Ombrófila Densa (Mata Atlântica) compreende as planícies e serras

da costa catarinense, com ambientes marcados pela influência oceânica, traduzida em elevado índice de umidade e baixa amplitude térmica.

Nesta região é comum encontrar palmiteiros, cultivados ou espontâneos, crescendo nos quintais e jardins das residências, tanto nas áreas rurais quanto nas urbanas. Também é comum encontrá-los crescendo espontaneamente dentro de bananais e até mesmo em lavouras anuais. Agricultores também plantam o palmiteiro deliberadamente dentro dos bananais para a produção de frutos, pois as bananeiras propiciam sombra para o desenvolvimento inicial das mudas do palmiteiro e depois estes lançam suas copas acima das bananeiras. Este tipo de interação do palmiteiro com bananais permite a consorciação das duas culturas. Em geral estes ambientes apresentam maior luminosidade, comparados aos ambientes florestais.

A amostragem de açaí foi realizada nos meses de abril e maio de 2008. O período de estudo coincidiu com a safra de frutos de *Euterpe edulis* na região de Garuva e Schroeder, a qual começa em março e se estende até agosto.

7.2. Amostragem de açaí em agroindústria de produção de açaí

A Alicon Ind. de Alimentos Ltda, agroindústria de Garuva possui uma linha de produção de açaí de *Euterpe edulis* desde 2004. A linha de produção conta com área para recebimento e seleção dos frutos, tanques para a lavagem dos mesmos, área para processamento dos frutos com despoldadeira em aço inoxidável, homogeneizador, pasteurizador, área de envase do produto final, túneis de congelamento e câmaras frias para congelar e armazenar o produto (SILVA, 2005).

Os frutos de *E. edulis* que abastecem a agroindústria em Garuva são predominantemente de ambientes de maior luminosidade (jardins, quintais, consórcios de palmiteiros e bananeiras). Isto ocorre devido a maior facilidade de coleta e maior produtividade em relação aos palmiteiros que crescem em matas abaixo das copas das árvores (MAC FADDEN, 2005). Além de Garuva, frutos de cidades próximas abastecem a agroindústria, como: Joinville e Corupá, na região norte de SC e Guaratuba e Guaraqueçaba no litoral do Estado do Paraná.

Além de processar frutos de *E. edulis* para a produção de açaí, a Alicon compra açaí de *E. oleracea* de um grande fabricante de açaí da cidade de Castanhal no Estado do Pará. A Alicon compra açaí não pasteurizado do Pará, pois este açaí entra na formulação de novos produtos, sendo então pasteurizado.

Na agroindústria foram obtidas de amostras de açais de *E. edulis* e *E. oleracea* para quantificação dos compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante para a comparação entre as duas espécies e também verificar o efeito da pasteurização sobre o conteúdo de compostos fenólicos e antocianinas.

7.2.1. Pasteurização industrial de açaí de *Euterpe edulis* em pH 4,0

A produção de açaí de *Euterpe edulis* na Alicon Ind. de Alimentos Ltda passa pelas seguintes etapas: recepção e seleção dos frutos na agroindústria, armazenamento dos frutos sob refrigeração (6°C) até o seu processamento, lavagem e sanitização dos frutos, amolecimento da polpa em água (40°C/20min), despulpamento, acidificação do açaí para pH em torno de 4,00, pasteurização, envase, congelamento e armazenagem.

As amostras do produto não pasteurizado e não acidificado (açaí *in natura*) foram coletadas nos tanques pulmões do pasteurizador após o despulpamento de todo o lote de frutos. Os lotes de açaí amostrados tinham volumes entre 500 e 850L. Para a coleta de açaí *in natura* desligou-se o sistema de agitação dos tanques pulmões e o açaí foi coletado com uma jarra plástica de 1L, devidamente higienizada. Então esta amostra foi distribuída em 5 potes plásticos com capacidade para 100g de produto, os quais foram tampados e identificados por etiquetas adesivas.

Após esta coleta de açaí *in natura*, foram coletadas amostras de 1L de açaí para a determinação do pH e teste de acidificação. A medição do pH foi realizada em pHmetro microprocessado de bancada, marca Quimis, modelo Q400A. Para a acidificação do açaí foi utilizado suco de limão concentrado. Os lotes de açaí foram acidificados até atingirem pH 4,0.

Após a determinação da concentração de suco de limão necessária para acidificação do açaí, adicionava-se o suco de limão ao tanque pulmão onde estava o lote de açaí. Primeiramente, era realizada uma pré-diluição do suco de limão concentrado em uma quantidade de 5L de açaí. Depois esta quantidade era diluída no lote inteiro, diretamente no tanque pulmão sob agitação constante.

Após cinco minutos de agitação, realizava-se nova coleta de 1L açaí do tanque pulmão para medição do pH do lote. O valor final de pH era então anotado e cinco amostras de 100g eram separadas em potes plásticos identificados por etiquetas. Essas amostras, juntamente com as de açaí *in natura* eram levadas ao túnel de congelamento para serem rapidamente congeladas.

Depois da acidificação iniciava-se o processo de pasteurização do açaí. O equipamento utilizado pela Alicon Ind. de Alimentos Ltda é um pasteurizador multitubular em aço inoxidável (figura 4) que possibilita uma pasteurização HTST (High Temperature and Short Time). A seqüência de trocas térmicas efetuadas pelo açaí dentro do pasteurizador pode ser assim resumida:

1. o açaí não pasteurizado entra no equipamento e é aquecido pelo açaí recém-pasteurizado, num sistema chamado de regeneração;
2. o açaí pré-aquecido passa pelo sistema de aquecimento propriamente dito, onde o açaí é aquecido por água quente até atingir a temperatura de pasteurização;
3. após a pasteurização o açaí volta ao sistema de regeneração, agora para trocar calor com o açaí que entra no equipamento;
4. por fim, o açaí pré-resfriado passa pelo sistema de resfriamento propriamente dito, onde ele perde novamente calor, agora para água gelada a -3°C .



Figura 3: pasteurizador multitubular (centro) e tanque pulmão (à esquerda).

A temperatura de pasteurização utilizada na agroindústria é de 85°C com um tempo de retenção nesta temperatura de 21 segundos. A temperatura do produto é monitorada constantemente em dois pontos do pasteurizador: no ponto de maior temperatura, correspondente à temperatura efetiva de pasteurização e no ponto de menor temperatura, na saída do pasteurizador. O açaí sai do pasteurizador com uma temperatura em torno de 10°C . O tempo de pasteurização pode ser regulado através da vazão da bomba que alimenta o equipamento.

Além do tempo de pasteurização propriamente dito, os tempos de aquecimento e de resfriamento também são parâmetros importantes para a eficiência do processo de pasteurização, principalmente para a conservação da qualidade nutricional do açaí. Para a vazão de 300L/h utilizada no processo tem-se os seguintes valores de tempo:

1. aquecimento = 2 minutos e 4 segundos;
2. pasteurização = 21 segundos;
3. resfriamento = 5 minutos e 15 segundos.

Após o início da pasteurização esperavam-se no mínimo 30 minutos para retirar as amostras de açaí pasteurizado. Essas amostras eram retiradas na saída do pasteurizador. Para estas coletas, utilizou-se uma jarra de plástico higienizada e devidamente sanitizada com solução de ácido peracético a 100 ppm. Durante a coleta procurou-se manter todos os cuidados para evitar recontaminações do açaí pasteurizado, como higiene correta das mãos, evitar falar sobre o açaí e uma rápida transferência da amostra para 5 potes plásticos com capacidade para 100g de produto. Os potes foram imediatamente fechados, identificados e levados para o túnel de congelamento. Foram coletadas amostras de 4 lotes diferentes. A figura 3 representa a coleta das amostras no fluxograma de produção e a tabela 1 sintetiza a amostragem de açaí de *Euterpe edulis* na agroindústria no município de Garuva/SC.

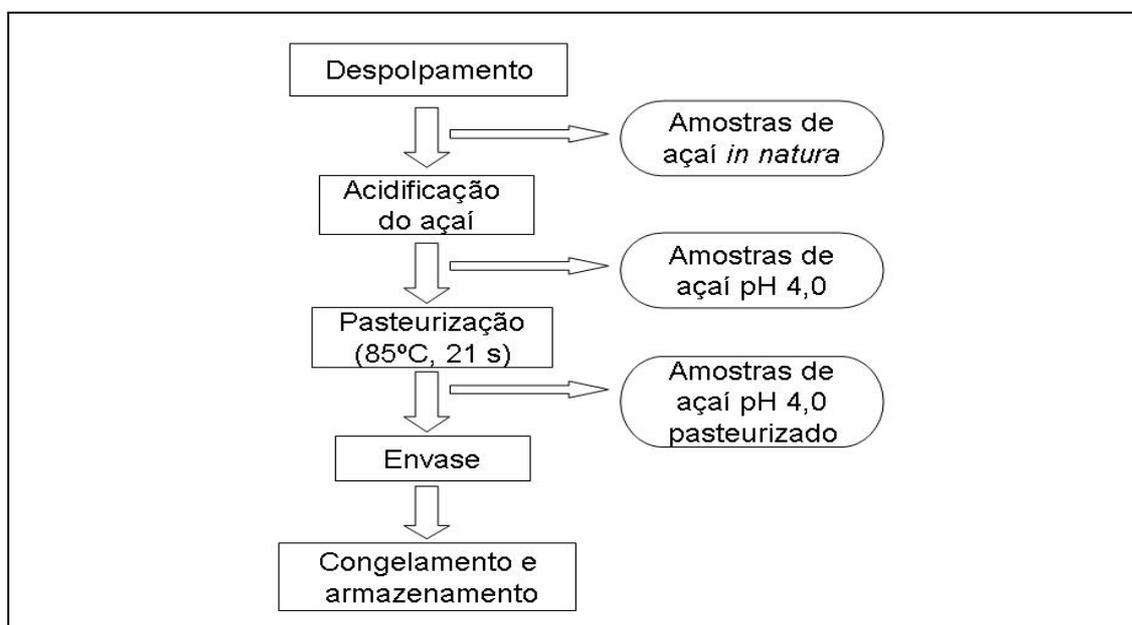


Figura 4: fluxograma de coleta de amostras de açaí de *Euterpe edulis* em linha de produção industrial.

Tabela 1: amostras de açaí de processo industrial de pasteurização, e respectivos pHs.

	Data de fabricação	Açaí in natura	Açaí acidificado	Açaí pasteurizado	Tratamentos/lote
Lote 1	10/4/2008	pH 5,10	pH 4,07	pH 4,07	3
Lote 2	11/4/2008	pH 5,24	pH 4,05	pH 4,05	3
Lote 3	15/4/2008	pH 5,27	pH 3,99	pH 3,99	3
Lote 4	16/4/2008	pH 5,27	pH 3,95	pH 3,95	3
Total de amostras					12

7.2.2. Amostragem de açaí de *Euterpe oleracea*

Foram coletadas 3 amostras de açaí de *E. oleracea* do estoque da Alicon Ind. de Alimentos Ltda. Os lotes de fabricação de cada amostra eram diferentes, sendo uma amostra de açaí fino, outra de açaí médio e a terceira de açaí grosso, segundo indicação do fabricante. Estas amostras não foram pasteurizadas na origem e desde o despulpamento no Pará estavam sendo conservadas sob congelamento a -18°C , seja na origem, no transporte ou no estoque da agroindústria em Garuva. Estas eram, portanto, amostras de açaí que ainda não haviam sofrido nenhum tipo de reprocessamento, o que é algo comum para o açaí de *Euterpe oleracea* disponível no mercado varejista do Sul e Sudeste do Brasil. Estas amostras foram fabricadas nos meses de dezembro de 2007 e janeiro de 2008.

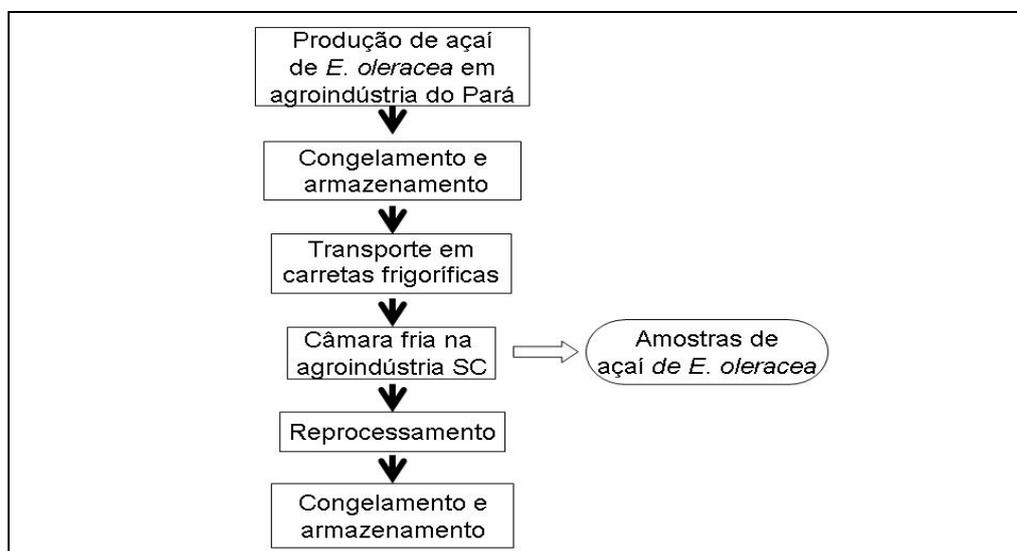


Figura 5: fluxograma simplificado do caminho percorrido pelo açaí de *Euterpe oleracea* amostrado neste trabalho.

7.3. Pasteurização caseira de açaí de *Euterpe edulis*.

Nos meses de abril e maio de 2008 foi realizada a colheita de frutos de *Euterpe edulis* e a produção e pasteurização de açaí no município de Schroeder. Este experimento foi realizado em cozinha doméstica, com o objetivo de testar uma forma de pasteurização acessível a uma pequena produção de açaí. Dos lotes de açaí produzidos foram retiradas amostras açaí in natura e de açaí pasteurizado.

O despulpamento dos frutos foi realizado em despulpadeira vertical. Foram produzidos 4 lotes de açaí de 6 a 8 L cada. Para cada lote foram utilizadas proporções diferentes de água, obtendo-se assim, açaís com diferentes teores de matéria seca.

De cada lote, imediatamente após o despulpamento, foram retiradas amostras de um litro de açaí in natura, as quais foram envasadas em embalagens plásticas (freezer/microondas), identificadas e levadas ao congelador (figura 6). O tempo médio transcorrido entre o despulpamento e o completo congelamento das amostras in natura foi de 2 horas e 30 minutos. Depois de congeladas as amostras foram armazenadas em freezer a -18°C .

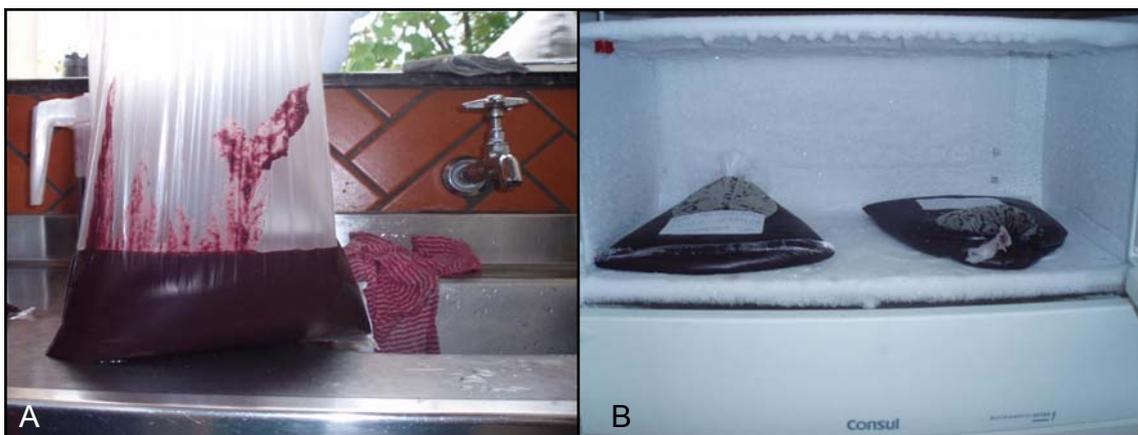


Figura 6: envase de açaí em embalagens plásticas (A) e congelamento (B).

De cada lote foram retiradas mais duas porções de um litro de açaí para o processo de pasteurização. Estas porções foram colocadas em embalagens plásticas termorresistentes (freezer/microondas). Uma porção teve sua embalagem fechada. A outra porção permaneceu com a embalagem aberta para o controle de temperatura do produto durante a pasteurização.

O processo de pasteurização foi iniciado em torno de 20 minutos após o despulpamento. Para a pasteurização, as duas porções de um litro de açaí foram mergulhadas em água a 93°C . A porção que permaneceu dentro da embalagem fechada foi considerada a amostra válida. O açaí que permaneceu dentro da embalagem aberta

teve a temperatura monitorada com um termômetro durante todo o processo, o qual foi cronometrado. Quando a temperatura do açaí chegava a 80°C aguardava-se um minuto, quando então as duas porções eram retiradas da água quente e transferidas para água com gelo para interromper o processo de pasteurização. Durante todo o processo, tanto de aquecimento quanto de resfriamento, o açaí era agitado para maximizar as trocas térmicas (figura 7).

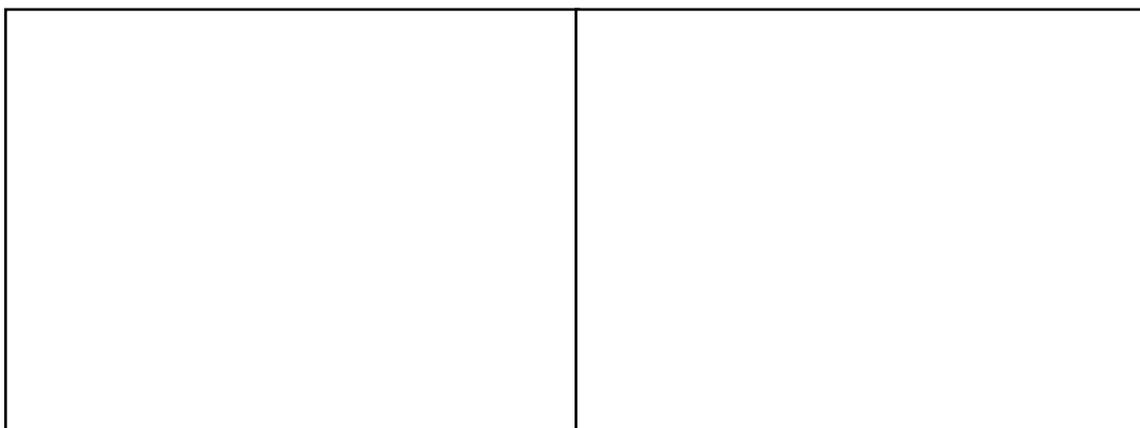


Figura 7: pasteurização caseira de açaí em pH natural – uma embalagem aberta para controle de temperatura e outra fechada (amostra válida) (A); agitação das embalagens (B).

Portanto, o binômio temperatura/tempo efetivo de pasteurização foi de 80°C/1min. O tempo médio para que os lotes de açaí atingissem 80°C foi de 8 minutos e o tempo médio para o resfriamento até 20°C após a pasteurização foi de 26 minutos. Após o resfriamento, as amostras de açaí pasteurizado foram identificadas e levadas ao congelador (figura 6A). Em média, três horas após o despulpamento as amostras de açaí pasteurizado já estavam congeladas. Depois de congeladas, as amostras foram armazenadas em freezer a -18°C. Foram obtidas 8 amostras de açaí neste experimento de pasteurização: 4 amostras *in natura* e 4 amostras pasteurizadas (figura 8).

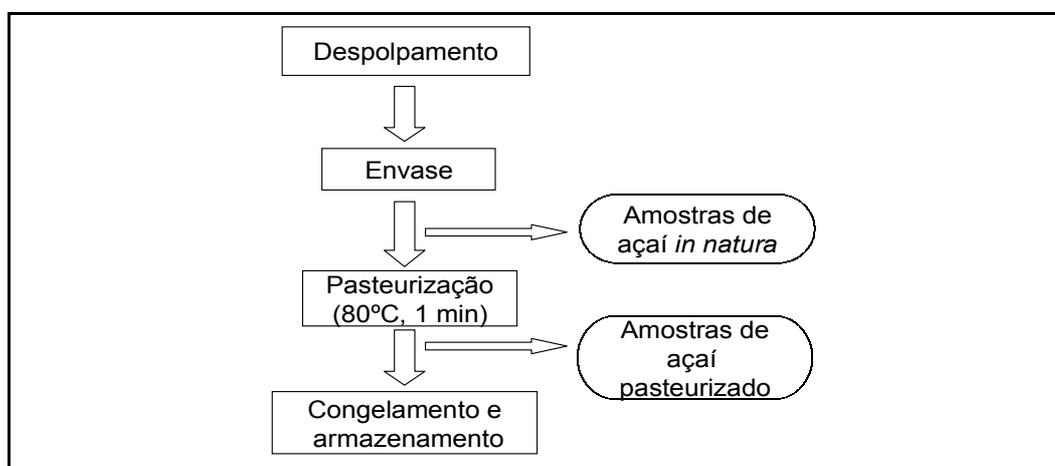


Figura 8: amostragem de açaí em processo de pasteurização caseira.

7.4 Análises laboratoriais

Todas as amostras de açaí obtidas foram encaminhadas ao Laboratório de Química de Alimentos do Departamento de Ciência dos Alimentos (CAL) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), onde foram determinados os seguintes parâmetros: matéria seca, conteúdo de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante. Todas as análises laboratoriais foram realizadas em duplicata ou triplicata.

7.4.1 Determinação da matéria seca

Pesou-se 10 g de amostra de açaí, sendo a mesma evaporada em banho-maria (± 80 °C) por 1 hora. Em seguida a mesma foi conduzida à estufa com circulação de ar a 105 °C até peso constante.

7.4.2 Preparação dos extratos

Para análise das amostras de açaí (*Euterpe edulis* e *E. oleracea.*), as mesmas foram misturadas com água deionizada na proporção açaí/água (2:5). Esta mistura foi submetida a centrifugação a 4000 rpm por 10 min e posteriormente filtrada em funil de Buchner usando papel filtro Whatman nº 1. O filtrado obtido foi usado na avaliação do teor de fenólicos totais, antocianinas totais e a atividade antioxidante.

7.4.3 Determinação de fenólicos totais

O conteúdo total de compostos fenólicos em cada extrato foi determinado espectrofotometricamente de acordo com o método de Folin-Ciocalteu (ROSSI e SINGLETON, 1965) com a leitura da absorbância em 764 nm, e os resultados expressos em miligramas de equivalentes a ácido gálico (GAE) por 100 gramas de peso fresco de açaí e também expresso em gramas de matéria seca. Uma alíquota de 0,1 mL da amostra diluída foi misturada com 0,5 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e 1,5 mL de carbonato de sódio 20 % em balão volumétrico de 10 mL, completando o volume com água deionizada. A concentração do conteúdo de fenólicos totais foi medida após 2 horas de repouso da mistura e seu valor comparado com o do padrão de ácido gálico.

7.4.4 Determinação do conteúdo total de antocianinas

A análise do conteúdo total de antocianinas foi realizada seguindo-se o método de diferença de pH (GIUSTI e WROLSTAD, 2001). Os extratos foram diluídos para que a amostra atingisse uma absorbância entre 0,100 e 1,200 no comprimento de onda

de 520 nanômetros. Para uma alíquota de 0,2 mL de amostra diluída foram adicionados 1,8 mL da solução de cloreto de potássio (pH 1) em tubos de ensaio, homogeneizado e armazenado por 10 minutos em ausência de luz, sendo realizado procedimento equivalente com solução de acetato de sódio (pH 4,5). A absorvância foi medida no comprimento de onda máxima absorção (520 nm) e em 700 nm, e o branco feito com água deionizada. Os resultados foram expressos como concentração de pigmentos monoméricos ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) e expressos em equivalente a cianidina-3-glicosídeo.

7.4.5 Determinação da capacidade antioxidante – método DPPH.

Desenvolvido por Brand-Willams et al. (1995), o método DPPH tem como base a redução da absorvância na região visível de comprimento de onda de 515 nm do radical DPPH[•] (2,2-difenil-1-picrilhidrazil) por antioxidantes. Com modificações de Kim et al. (2002), que aplicam o método com base na absorvância do radical de DPPH[•] 100 μM (3,9 mL) dissolvido em metanol a 80 % no comprimento de onda de 515 nm. Ao adicionar 0,1 mL da amostra ou padrão, se homogeniza cuidadosamente e se mantém em local escuro, a temperatura ambiente, por 30 minutos. A medida de absorvância é realizada no comprimento de onda de 515 nm, do radical antes de adicionar a amostra (A_0) e depois de adicionar amostra, a 30 minutos de reação (A_f). A concentração de DPPH[•] no meio de reação se calcula conforme a curva de calibração obtida por regressão linear. Os resultados também são expressos em TEAC (atividade antioxidante equivalente ao Trolox), ($\mu\text{Mol} \cdot \text{g}^{-1}$ de amostra).

7.5 Delineamentos experimentais e análise estatística

A pasteurização industrial de açaí de *Euterpe edulis*, realizada em Garuva, teve seus resultados analisados segundo o delineamento em blocos completamente casualizados (BCC), considerando os diferentes lotes de açaí como o fator bloco. O delineamento teve, portanto, 4 blocos e 3 tratamentos (in natura, acidificado pH 4,0 e pasteurizado pH 4,0).

A pasteurização caseira de açaí de *Euterpe edulis*, realizada em Schroeder, teve seus resultados analisados segundo o delineamento em blocos completamente casualizados (BCC), considerando os diferentes lotes de açaí como o fator bloco. O delineamento teve, portanto, 4 blocos e 2 tratamentos (in natura e pasteurizado).

A análise dos dados foi realizada pela aplicação da ANOVA e o teste Tukey visando identificar diferenças significativas entre as médias, usando o software BioEstat[®] 5.0. O nível de significância considerado para a diferença entre as médias foi de 5 % ($P < 0,05$).

Para a comparação entre *E. edulis* e *E. oleracea* foram utilizadas 8 amostras in natura de açaí de *E. edulis* (4 amostras de processamento industrial e 4 amostras de processamento caseiro) e 3 amostras in natura de açaí de *E. oleracea* (fino, médio e grosso). Para análise estatística foi realizado o teste-t para duas amostras independentes, a 5% de nível de significância.

8. Resultados e discussão

8.1. Resultados completos

Os resultados completos obtidos em laboratório encontram-se em anexo (pág. 43). As figuras 9, 10 e 11 mostram a dispersão dos dados obtidos para o conteúdo de compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante (TEAC) em relação à matéria seca das amostras.

Os maiores valores em compostos fenólicos ($653,3\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$), antocianinas ($231,6\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$) e TEAC ($14,92\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$) são de amostras de açaí de *Euterpe edulis*. Os menores valores, respectivamente, são de açaí de *E. oleracea* fino (8 a 11% de MS): $233,9\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$, $11,8\text{mg}\cdot 100\text{g}^{-1}$ e $7,9\mu\text{mol}\cdot\text{g}^{-1}$.

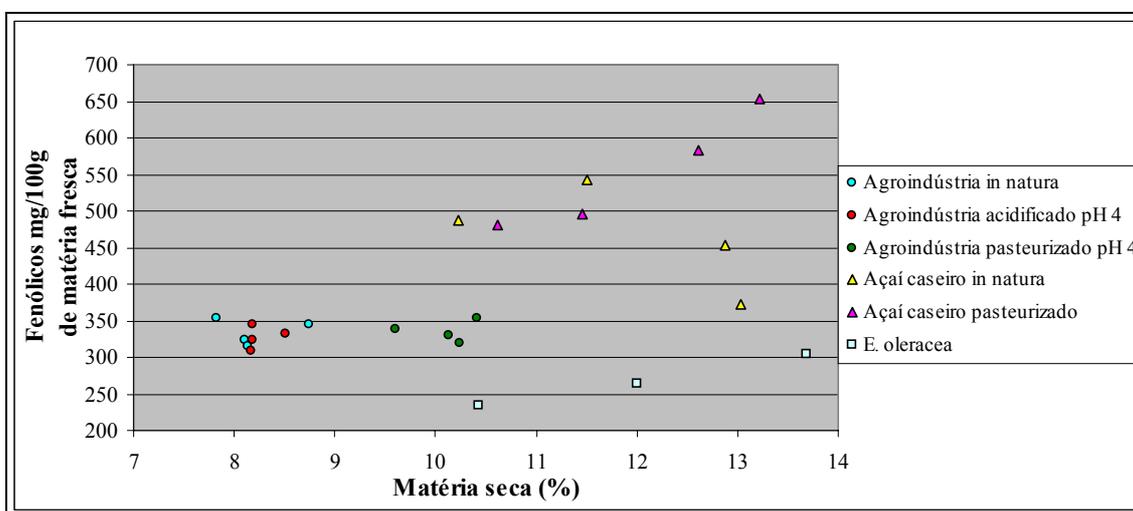


Figura 9: resultados de compostos fenólicos em função da matéria seca das amostras.

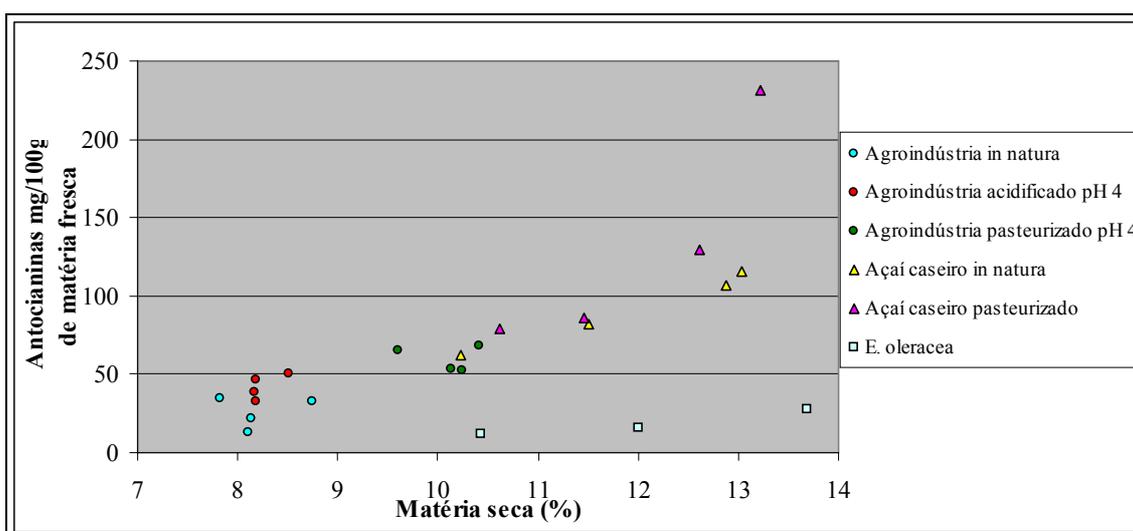


Figura 10: resultados de antocianinas em função da matéria seca das amostras.

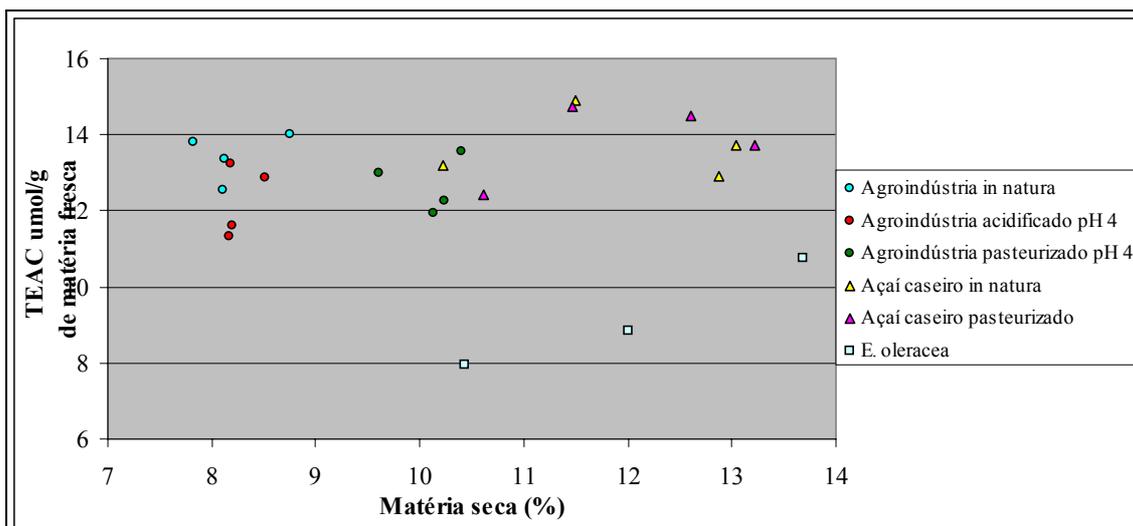


Figura 11: resultados de atividade antioxidante (TEAC) em função da matéria seca das amostras.

8.2. Matéria seca (%)

Na figura 12 pode-se visualizar a variação do teor de matéria seca entre as amostras. As amostras obtidas na agroindústria apresentaram pequena variação entre lotes diferentes. Entre os diferentes tratamentos amostrados na agroindústria, obteve-se um valor maior de matéria seca para as amostras pasteurizadas. Isto se deve ao método de amostragem e não ao tratamento de pasteurização. As amostras in natura e acidificadas foram coletadas na parte superior do tanque pulmão do pasteurizador. Como o açaí contém fibras em suspensão, elas concentram-se mais no fundo do tanque, mesmo com sistema de agitação ligado. Como as amostras de açaí pasteurizado foram retiradas no primeiro terço do processo e o açaí sai pelo fundo do tanque, isto explica um maior teor de matéria seca para o açaí pasteurizado.

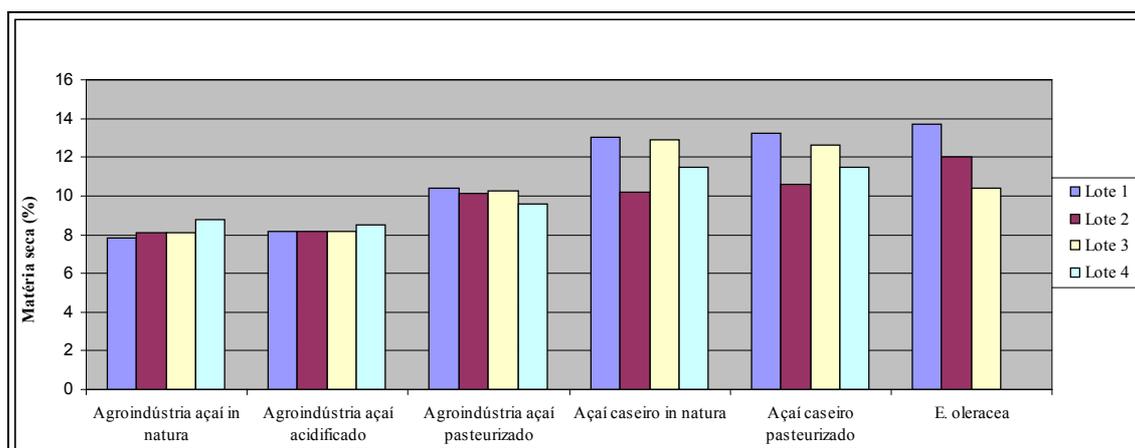


Figura 12: teor de matéria seca (%) de amostras de açaí.

A amostra de açaí in natura do lote 1 produzido na agroindústria apresentou valor de matéria seca abaixo do padrão de 8%, limite mínimo para o açaí (BRASIL,

2000). Entretanto, esta foi uma amostra pontual e o lote como um todo tem valor médio que o classifica como açaí fino (entre 8 e 11% de MS). Todas as outras amostras de açaí da agroindústria são classificadas como açaí fino.

As amostras de açaí caseiro não apresentam variações entre os tratamentos, o que era esperado, visto que os tratamentos foram aplicados em blocos formados por lotes diferentes. Entre os lotes, o teor de matéria seca teve uma maior variação, pois a quantidade de água adicionada no despulpamento não foi padronizada. Obteve-se, assim um lote de açaí fino e três lotes de açaí médio (entre 11,1 e 14% de MS).

O teor de matéria seca também variou entre as amostras de açaí de *E. oleracea* – uma amostra de açaí fino, uma de açaí médio e outra de açaí grosso segundo o fabricante. Entretanto, a amostra de açaí grosso não apresentou o teor de matéria seca exigido pela legislação – acima de 14% de matéria seca (BRASIL, 2000) – e está fora do padrão.

8.3. Compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açaí de *Euterpe edulis* e de *E. oleracea*.

As amostras de açaí in natura de *Euterpe edulis* (n=8), foram comparadas com as amostras de açaí de *Euterpe oleracea* (n=3) (tabela 2). Para a comparação entre as duas espécies não foram utilizadas as amostras pasteurizadas ou acidificadas de *E. edulis*, já que ao açaí de *E. oleracea* não foram aplicados tais tratamentos.

Tabela 2: valores médios de matéria seca, compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açaí de *Euterpe edulis* e *E. oleracea* (amostras in natura).

Espécie	MS (%)	Compostos fenólicos (mg.100g ⁻¹)	Compostos fenólicos (mg.g ⁻¹ de MS)	Antocianinas (mg.100g ⁻¹)	Antocianinas (mg.g ⁻¹ de MS)	TEAC μmol.g ⁻¹
<i>E. edulis</i> (n=8)	10,1	398,6 a	40,2 a	58,5 a	5,3 a	13,6 a
<i>E. oleracea</i> (n=3)	12,0	267,3 b	22,2 b	18,4 a	1,5 b	9,2 b

*médias seguidas da mesma letra não diferem pelo teste-t a 5% de significância.

O açaí de *Euterpe edulis* apresentou maior teor de compostos fenólicos, antocianinas e maior atividade antioxidante (TEAC) do que o açaí de *Euterpe oleracea*. Em termos de mg.g⁻¹ de MS, o açaí de *E. edulis* apresentou 81% mais compostos fenólicos e 353% mais antocianinas do que o açaí de *E. oleracea*. Estes dados confirmam os resultados de Iaderoza (1992) que encontrou maiores quantidades de antocianinas em frutos de *E. edulis* do que em *E. oleracea*.

Os valores de compostos fenólicos, antocianinas e TEAC do açaí de *E. edulis* (em matéria fresca) são duas a três vezes maiores do que os encontrados por Kuskoski et al. (2006) para o açaí de *E. oleracea* comercializado em Florianópolis/SC. O açaí de *E. edulis* apresentou maiores quantidades de antocianinas do que todas as polpas de frutas estudadas por estes autores. Entre as polpas estudadas por Kuskoski et al. (2006), as que apresentaram maiores quantidades de antocianinas foram: amora (41,8mg.100g⁻¹) e uva (30,9mg.100g⁻¹).

O açaí de *Euterpe oleracea* apresentou, neste trabalho, valores maiores de compostos fenólicos do que os encontrados por Kuskoski et al. (2006). Entretanto, foram encontrados valores menores de antocianinas neste trabalho em comparação com os resultados destes autores. Os valores encontrados por Kuskoski et al. (2006) para o açaí de *E. oleracea* foram: compostos fenólicos – 136,8mg.100g⁻¹; antocianinas – 22,8mg.100g⁻¹; e TEAC – 6,9µmol.g⁻¹.

Os valores médios de antocianinas encontrados, de 58,5 e de 18,4mg.100g⁻¹ em açaí de *E. edulis* e *E. oleracea*, respectivamente, são inferiores aos valores médios encontrados por Rogez (2000) para açaí de *E. oleracea* (92,7mg.100g⁻¹ de açaí). Este autor, porém, trabalhou com amostras frescas de açaí, despulpadas momentos antes das análises. As amostras utilizadas no presente trabalho foram congeladas para posterior análise, quando então foram descongeladas para preparar os extratos e execução das análises. Durante todo o tempo decorrido entre o despulpamento e as análises, as amostras estiveram sujeitas a degradação enzimática e microbiana. Se as análises fossem realizadas em açaís frescos os valores seriam, provavelmente, maiores do que os encontrados. Entretanto, mesmo estando sujeitas a degradação, amostras de *E. edulis* atingiram valores de antocianinas de 115,5 e 106,4mg.100g⁻¹.

O teor de antocianinas na matéria fresca está correlacionado com o teor de matéria seca das amostras, em açaí de *E. edulis* bem como em açaí de *E. oleracea*. Equações de regressão linear apresentaram coeficientes de determinação (r^2) de 0,96 para *E. edulis* e 0,94 para *E. oleracea* (figura 13). Ou seja, a diluição do açaí é um fator que influi na concentração de antocianinas no produto fresco.

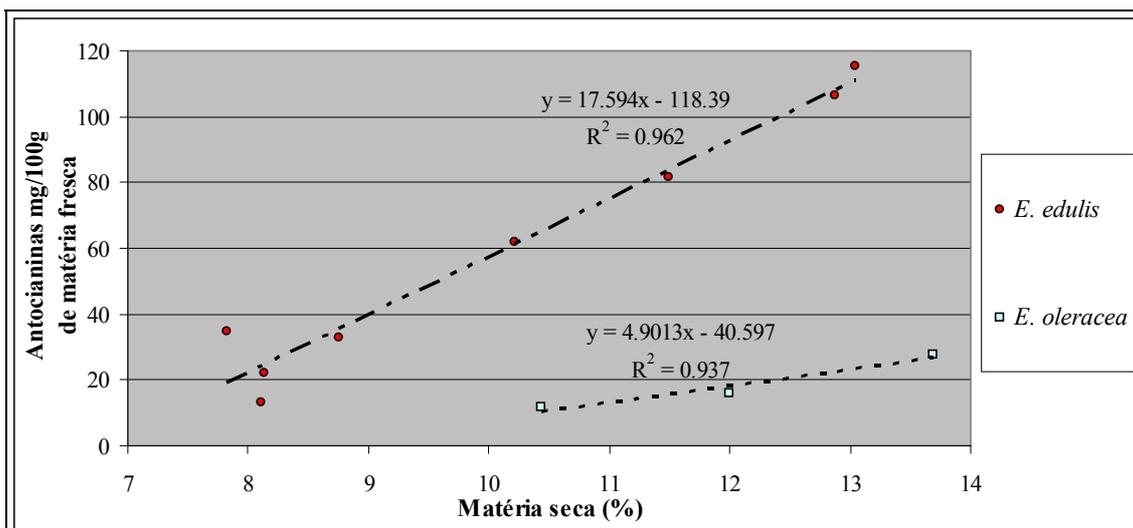


Figura 13: antocianinas na matéria fresca de açaí de *E. edulis* e *E. oleracea* em função do teor de matéria seca das amostras.

O teor de compostos fenólicos na matéria fresca está correlacionado com o teor de matéria seca das amostras de açaí de *E. oleracea*, com coeficiente de determinação (r^2) de 0,99 (figura 14). Para o açaí de *Euterpe edulis* não foram encontradas boas correlações entre as duas variáveis.

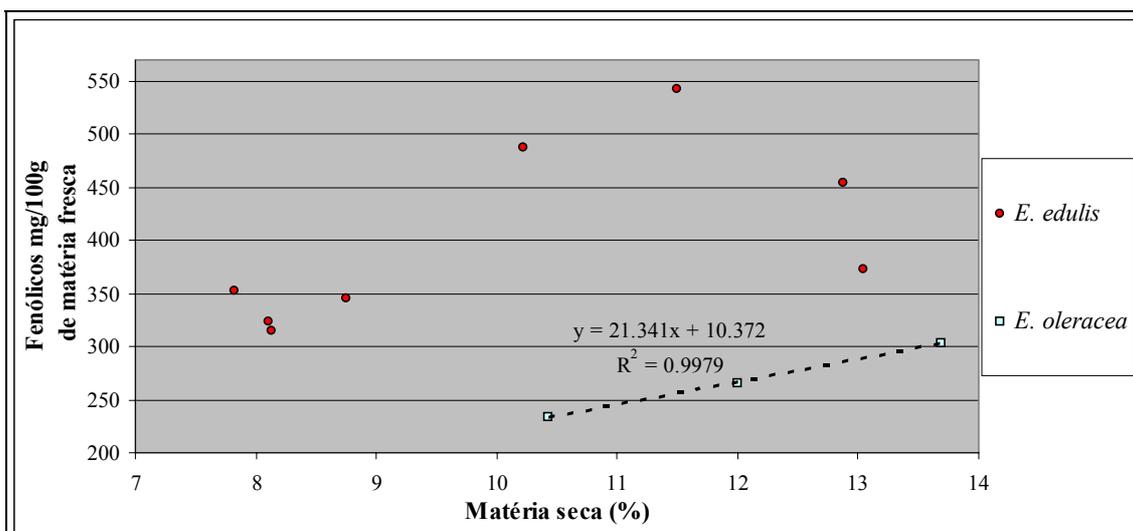


Figura 14: compostos fenólicos na matéria fresca de açaí de *E. edulis* e *E. oleracea* em função do teor de matéria seca das amostras.

Poucos são os trabalhos que quantificam os compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante de açaí que descrevem o percentual de matéria seca de suas amostras. Tendo em vista a influência da matéria seca, optou-se por expressar os resultados da concentração de compostos fenólicos e antocianinas tanto em razão do peso fresco ($\text{mg} \cdot 100\text{g}^{-1}$) quanto em razão do peso seco das amostras ($\text{mg} \cdot \text{g}^{-1}$ de MS). Os valores de TEAC foram expressos somente em razão da matéria fresca.

Além da influência da diluição dos açais na concentração de antocianinas no peso fresco da bebida, também se verificou uma maior quantidade de antocianinas na matéria seca das amostras menos diluídas (figura 15). Os coeficientes de determinação (r^2) encontrados foram 0,89 para *E. edulis* e 0,91 para *E. oleracea*.

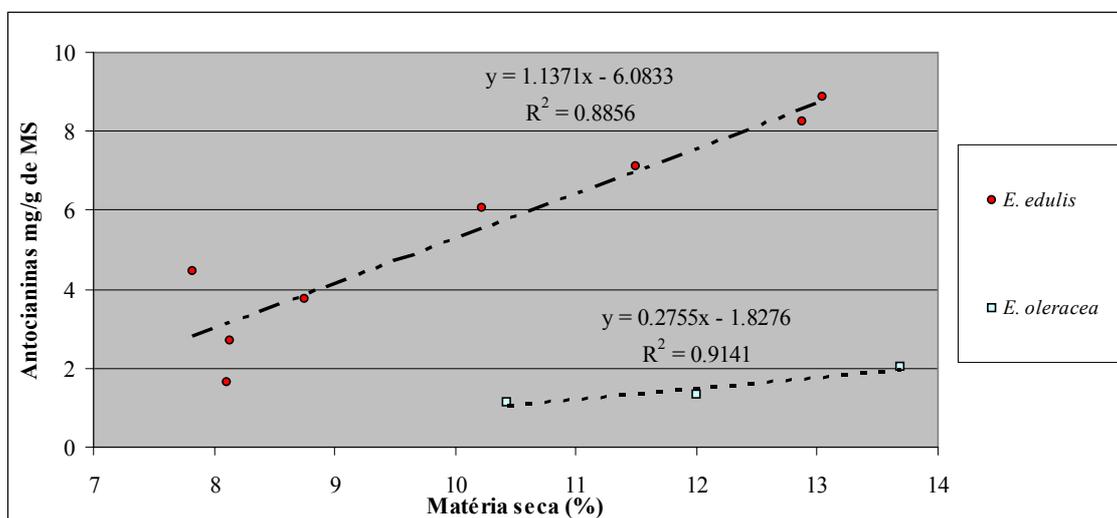


Figura 15: antocianinas na matéria seca de açaí de *E. edulis* e *E. oleracea* em função do teor de matéria seca das amostras.

8.4. Influência da pasteurização industrial de açaí de *E. edulis*, em pH 4,0, sobre os compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante.

A acidificação e a pasteurização industrial de açaí de *E. edulis* influenciou de maneira significativa as variáveis estudadas (tabela 3). As análises da variância para os dados deste experimento estão em anexo (tabelas 6 a 10). Os valores de F para blocos foram significativos a 5% de probabilidade para todas as variáveis estudadas, indicando que o delineamento em blocos foi eficiente em reduzir o erro experimental.

O açaí pasteurizado teve um maior conteúdo de compostos fenólicos na matéria fresca. Quando expressos em matéria seca, o açaí pasteurizado teve os menores valores de compostos fenólicos. No entanto, o conteúdo da matéria seca das amostras do açaí pasteurizado provavelmente apresenta maior quantidade de fibras, diminuindo assim a concentração de compostos fenólicos na matéria seca.

O açaí pasteurizado apresentou as maiores quantidades de antocianinas, sejam os valores expressos em matéria fresca (59,9mg.100g⁻¹) ou em matéria seca (5,9mg.g⁻¹). A acidificação foi o segundo melhor tratamento em quantidade de antocianinas, enquanto o açaí in natura apresentou os menores valores.

Tabela 3: compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante (TEAC) de açaí de *Euterpe edulis* em diferentes tratamentos industriais (**média**, n=4).

Tratamentos	MS (%)	Compostos fenólicos (mg.100g ⁻¹)	Compostos fenólicos (mg.g ⁻¹ de MS)	Antocianinas (mg.100g ⁻¹)	Antocianinas (mg.g ⁻¹ de MS)	TEAC μ mol.g ⁻¹
Açaí in natura	8,2	333,7 ab	40,8 a	25,8 c	3,1 c	13,4 a
Açaí acidificado pH 4,0	8,3	327,2 b	39,7 a	42,2 b	5,1 b	12,3 b
Açaí pasteurizado pH 4,0	10,1	334,8 a	33,2 b	59,9 a	5,9 a	12,7 b

*Valores seguidos da mesma letra não diferem pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Os valores maiores de antocianinas do açaí pasteurizado estão em clara discordância com os resultados de obtidos por Rogez (2000). Este autor encontrou valores menores de antocianinas em açaí pasteurizado do que em açaí in natura, sendo que a pasteurização levou a perdas de 5 a 30% no teor de antocianinas, mesmo quando combinada com a acidificação do açaí. O tratamento de pasteurização a 82,5°C/1min em pH 3,75, condições próximas às empregadas neste estudo, determinou as menores perdas de antocianinas (<15%), sendo considerado por Rogez (2000) um tratamento adequado.

Rogez (2000), entretanto, trabalhou com amostras frescas de açaí, despulpadas e pasteurizadas no laboratório e imediatamente analisadas. As amostras utilizadas neste trabalho foram obtidas numa indústria e congeladas para posterior análise. Segundo Rogez (2000), mesmo em açaí congelado, as enzimas peroxidase e polifenoloxidase mantêm uma atividade residual de 60 a 90%, denotando que as reações de oxidação continuam ocorrendo no açaí congelado. Estas enzimas são as principais responsáveis pelas reações de escurecimento enzimático em frutas, legumes e verduras. Segundo este autor, a perda de antocianinas em açaí durante um período de até 60 dias de congelamento situam-se entre 5 a 60%.

Neste trabalho, para realizar as análises, as amostras de açaí foram descongeladas para preparar o extrato a ser analisado, que, depois de preparado ficou em repouso a temperatura ambiente, no escuro, até ser analisado. As amostras permaneceram descongeladas em média 4 horas antes que fossem lidos os dados espectrofotométricos. Durante o procedimento laboratorial provavelmente ocorreram as maiores perdas de antocianinas nas amostras. No entanto, as amostras tiveram um

comportamento diferente quanto à degradação das antocianinas, segundo os tratamentos aplicados.

A pasteurização em condições ácidas (82,5°C/1min pH 3,75) inativa tanto a peroxidase quanto a polifenoloxidase de açaí (ROGEZ, 2000). Portanto, mesmo que a pasteurização tenha provocado alguma perda de antocianinas no processamento industrial, as amostras pasteurizadas são mais estáveis, pois não estão mais sujeitas a oxidação enzimática. As amostras in natura, entretanto, continuam sofrendo perdas de antocianinas, seja durante o congelamento e armazenamento, seja depois de descongeladas.

A acidificação também teve efeito significativo para a preservação das antocianinas. Isto pode ser decorrente da maior estabilidade química das antocianinas em soluções ácidas (MARKAKIS, 1982). Também a maior acidez pode diminuir a atividade de enzimas endógenas do açaí. Rogez (2000) determinou experimentalmente a faixa de pH em que as enzimas peroxidase e polifenoloxidase de açaí de *E. oleracea* apresentam maior atividade. Para a atividade da peroxidase encontrou-se uma faixa ótima de pH entre 5,5 e 6,5. Para a polifenoloxidase, em pHs acima de 6,0, a enzima apresenta máxima atividade. Para as duas enzimas, quanto mais o pH diminui abaixo das faixas ótimas, suas atividades decrescem.

A atividade antioxidante do açaí in natura foi maior do que o açaí acidificado e o açaí pasteurizado. A atividade antioxidante parece estar mais relacionada ao conteúdo em matéria fresca de compostos fenólicos do que de antocianinas.

8.5. Influência da pasteurização caseira de açaí de *E. edulis*, sobre os compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante.

Na pasteurização caseira de açaí, os tratamentos não diferiram significativamente a 5% de probabilidade, segundo as análises das variâncias (tabelas 11 a 15 em anexo). As mesmas ressalvas quanto à oxidação enzimática já descritas, também se aplicam a este conjunto de amostras (ver item 8.4.). Os resultados deste experimento encontram-se na tabela 4.

Este experimento não foi tão eficiente em diferenciar estatisticamente os tratamentos. Isto decorre principalmente da maior variabilidade dos lotes de açaí produzidos no processamento caseiro, comparado ao processamento industrial. No processamento industrial os lotes são grandes e são preparados a partir de frutos de muitas plantas. Cada lote representa, portanto, a média de muitas plantas. No

processamento caseiro, cada lote foi formado por frutos de uma até três plantas. Portanto, a variabilidade fenotípica das plantas individuais está refletida nos diferentes lotes. Este é um fator muito importante, já evidenciado nos estudos de Rogez (2000) em açaí de *E. oleracea*. Cada amostra de açaí deste autor representava uma planta individual. Este autor obteve uma grande amplitude nos dados de antocianinas (7,1 a 102,2mg.100g⁻¹ de frutos). Parte desta variabilidade pôde ser explicada por diferenças de maturidade dos frutos colhidos. Em estudo posterior, mesmo colhendo cachos em mesmo estágio de maturação, ainda persistiu uma grande variabilidade entre amostras, devido à procedência dos cachos, ou seja, devido a sua variabilidade fenotípica (ROGEZ, 2000).

Tabela 4: compostos fenólicos, antocianinas e atividade antioxidante (TEAC) de açaí de *Euterpe edulis* em diferentes tratamentos caseiros. (**média** ± desvio padrão, n=4).

Tratamentos	MS (%)	Compostos fenólicos (mg.100g ⁻¹)	Compostos fenólicos (mg.g ⁻¹ de MS)	Antocianinas (mg.100g ⁻¹)	Antocianinas (mg.g ⁻¹ de MS)	TEAC μmol.g ⁻¹
Açaí in natura	11,9 ± 1,3	463,6 ± 70,7	39,6 ± 9,3	91,3 ± 24,3	7,6 ± 1,2	13,7 ± 0,9
Açaí pasteurizado	12,0 ± 1,2	552,7 ± 80,8	46,0 ± 2,6	131,3 ± 70,6	10,7 ± 4,8	13,8 ± 1,0

Um aspecto importante deste experimento de pasteurização são seus maiores valores em compostos fenólicos e antocianinas, comparados aos valores das amostras do processamento industrial. Isto se deve ao menor tempo transcorrido entre o despulpamento e o congelamento das amostras in natura e ao menor tempo entre o despulpamento e a pasteurização das amostras pasteurizadas. A rapidez no congelamento é um fator fundamental na preservação do máximo de compostos fenólicos e antocianinas nas amostras in natura. Tendo em vista que neste experimento a pasteurização foi realizada menos de meia hora depois do despulpamento, as amostras pasteurizadas sofreram menos oxidação enzimática do que as amostras in natura, as quais congelaram em média 2 horas e meia após o despulpamento.

No processamento industrial, para despolpar todos os frutos dos lotes são necessárias de duas a três horas. Durante este tempo o açaí fica sujeito a degradação enzimática e microbiana, visto que os tratamentos de acidificação e pasteurização só são aplicados após o término da etapa de despulpamento.

9. Considerações finais

O açaí de *Euterpe edulis* apresenta maiores quantidades de compostos fenólicos, antocianinas e maior atividade antioxidante do que o açaí de *Euterpe oleracea*. Entretanto, estudos com açaí fresco são necessários para melhor conhecimento do conteúdo destes compostos em *E. edulis*. Também o acompanhamento do produto durante a cadeia produtiva pode elucidar melhor as perdas de compostos fenólicos e antocianinas a que o produto está sujeito e os efeitos dos tratamentos para a sua conservação.

A pasteurização torna o açaí mais estável para a sua conservação, preservando as antocianinas da degradação enzimática. Tendo em vista que a pasteurização diminui a contaminação microbiana do açaí, tornando este alimento mais seguro, este é um tratamento imprescindível na cadeia produtiva do açaí.

A rapidez no processamento do açaí é fundamental para a conservação de maiores quantidades de compostos fenólicos e antocianinas. Para o caso de não ser possível proceder a pasteurização logo após o despulpamento, a acidificação imediata do açaí pode ser uma alternativa para evitar maiores perdas de compostos fenólicos e antocianinas, visto que a acidificação também tornou o açaí mais estável.

A manipulação das amostras no laboratório é um fator determinante nos resultados. Se o tempo transcorrido entre o descongelamento das amostras e as leituras das absorbâncias das amostras for grande, haverá grandes perdas de antocianinas em amostras in natura. Uma maneira de contornar este problema seria a preparação dos extratos com as amostras ainda congeladas. Ou seja, triturar as amostras de açaí congelado com água na diluição desejada em liquidificador, como são preparados os sucos de polpas de frutas. Para futuros trabalhos também seria interessante testar outras soluções para o preparo dos extratos de açaí, como soluções acidificadas de etanol, metanol ou acetona.

10. Referências bibliográficas

ALEXANDRE, D.; CUNHA, R.L.; HUBINGER, M.D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. Campinas-SP. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 24 (1): 114-119, 2004.

BIANCHI, M.L.P. & ANTUNES, L.M.G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Rev. Nutr.**, Campinas, 12(2): 123-130, maio/ago., 1999

BOBBIO, F.O.; BOBBIO, P.A. **Introdução à química dos alimentos**. 2 ed. São Paulo: Livraria Varela, 1992. 223 p.

Brand-Williams, W.; Cuvelier, M. E.; Berset, C. Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. **Lebensm.-Wiss. Technol.** 1995, 28, 25-30.

BRASIL. **Ministério Da Agricultura e Do Abastecimento**. Instrução Normativa nº01 de 07/01/2000.

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

DEL POZO-INSFRAN, D.; BRENES, C.H.; TALCOTT, S.T. Phytochemical composition and pigment stability of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 52, p. 1539-1545, 2004.

DUALIBI, J. O açaí na trilha do kiwi. **VEJA**, n. 14, ano 40, 11 de abril de 2007.

EPAGRI/CIRAM. **Zoneamento Agroecológico e Socioeconômico do Estado de Santa Catarina**. Florianópolis, 1999. CD-ROM.

FRANCIS, F. J. Food colorants: anthocyanins. **Critical Review of Food Science and Nutrition**, v. 28, p. 273-314, 1989.

FRANCIS, F. J. Anthocyanins and betalains: composition and applications. **Cereal Foods World**, v. 45, p. 208-213, 2000.

GALLORI, S.; BILIA, A.R.; BERGONZI, M.C.; BARBOSA, W.L.R.; VINCIERI, F.F. Polyphenolic constituents of fruit pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí palm). **Chromatographia**, 59, n. 11/12, p. 739-743, june 2004.

GHISELLI, A.; NARDINI, M.; BALDI, A.; SCACCINI, C. Antioxidant activity of different phenolic fractions separated from an Italian red wine. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 46 (2), p. 361-367, 1998.

GIUSTI, M. M.; WROSTAD, R.E. Anthocyanins: characterization and measurement with uv-visible spectroscopy. In: WROSTAD, R.E. **Current protocols in food analytical chemistry**. New York: John Wiley & Sons, 2001. Unit. F1.2.1-13.

HALLIWELL, B. Free radicals and antioxidants: a personal view. **Nutrition Reviews**, New York, v.52, n.8, p.253-265, 1994.

HARBORNE, J.B.; SAITO, N.; DETONI, C.H. Anthocyanins of *Cephaelis*, *Cynomorium*, *Euterpe*, *Lavatera* and *Pinanga*. **Biochemical Systematics and Ecology**, vol. 22, n. 8, p. 835-836, 1994.

HENDERSON, A.. The genus *Euterpe* in Brazil. In: REIS, M.S.; REIS, A. (Eds.) ***Euterpe edulis* Martius – (Palmitreiro) biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.1-22

IADEROZA, M.; BALDINI, V.L.S.; DRAETTA, S. E.; BOVI, M. L. A. Anthocyanins from fruits of açai (*Euterpe oleracea*, Mart) and juçara (*Euterpe edulis* Mart). **Tropical Science**, 32: 41-46, 1992.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura**, 2005. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 05/nov/2007.

JACKMAN, R. L.; SMITH, J. L. Anthocyanins and betalains. In: HENDRY, G. A. F.; HOUGHTON, J. D. (Eds.) **Natural Food Colorants**. 2nd ed. Londres: Chapman & Hall, 1996. p. 245-309.

KIM, D-O.; LEE, K.W.; LEE, H. J.; LEE, C. Y. Vitamin C equivalent antioxidant capacity (VEAC) of phenolics phytochemicals. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.50, p.3713-3717, 2002.

KUSKOSKI, E. M.; GARCIA ASUERO, A.; TERESA MORALES, M.; FETT, R. Frutos tropicais silvestres e polpas de frutas congeladas: atividade antioxidante, polifenóis e antocianinas. **Ciência Rural**, v.36, n.4, p. 1283-1287, jul-ago, 2006.

MAC FADDEN, J. **A produção de açai a partir do processamento dos frutos do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius) na Mata Atlântica**. 2005. 100 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

MALACRIDA, C.R.; MOTTA, S. Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade. **Boletim CEPPA**, v. 24, n. 1, p. 59-82 jan./jun. 2006.

MANTOVANI, A.; MORELLATO, L.P.C.. Fenologia da floração, frutificação, mudança foliar e aspectos da biologia floral do palmitreiro. In: REIS, M.S.; REIS, A. (Eds.) ***Euterpe edulis* Martius – (Palmitreiro) biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.23-38

MARKAKIS, P. Stability of anthocyanins in foods. In: MARKAKIS, P. (Ed.) **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, 1982. p. 163-180.

NODARI, R.O.; REIS, M.S.; GUERRA, M.P. Conservação do palmitreiro (*Euterpe edulis* Martius). In: REIS, M.S.; REIS, A. (Eds.) ***Euterpe edulis* Martius – (Palmitreiro) biologia, conservação e manejo**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 2000. p.304-323.

O LIBERAL. **Preço do açai dispara e alta chega a 144,64% neste ano**. Atualidades. Belém/PA. Edição de 03/05/2008. Disponível em: <http://www.orm.com.br/oliberal/>

OLIVEIRA, M. do S.P. de; CARVALHO, J.E.U. de; NASCIMENTO, W.M.O. do. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. Série Frutas Nativas, 7. Jaboticabal: Funep, 2000. 52p.

OLIVEIRA, M. de L.S.; LIMA, C.L.S. de; OLIVEIRA, R.A. Qualidade microbiológica da bebida açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) comercializada na cidade de Belém. In: **Anais do 6º Encontro de Profissionais de Química da Amazônia**, p. 189-195, 1988.

REIS, A. **Dispersão de sementes de *Euterpe edulis* Martius. (Palmae) em uma Floresta Ombrófila Densa Montana da Encosta Atlântica em Blumenau, SC**. 1995 Tese (Doutorado em Biologia Vegetal) Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1995.

REIS, T. Açaí faz 1 vítima de Chagas a cada 4 dias na Amazônia. **Folha de São Paulo**, 18 de agosto de 2007.

REITZ, R. **Palmeiras**. Itajaí, Herbário Barbosa Rodrigues. 1974.189p.

REITZ, R.; KLEIN, R.M.; REIS, A. **Projeto Madeira de Santa Catarina**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, 1978. 320 p.

ROGEZ, H. **Açaí: Preparo, Composição e Melhoramento da Conservação**. Belém: EDUFPA, 2000.313p.

ROSSI, J. A. J.; SINGLETON, V. L. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic phosphotungstic acid reagents. **American Journal Enol. Vitic.**, v. 16, p. 144-158, 1965.

SATUE-GRACIA, M.T.; HEINONEN, M.; FRANKEL, E.N. Anthocyanins as Antioxidants on Human Low-Density Lipoprotein and Lecithin-Liposome Systems. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, 45, p. 3362-3367, 1997.

SIES, H., STAHL, W. Vitamins E and C, β -carotene, and other carotenoids as antioxidants. **American Journal of Clinical Nutrition**, Bethesda, v.62, n.6, p.1315-1321, 1995.

SILVA, J. L. V. F. **Análise econômica da produção e transformação em ARPP, dos frutos de *Euterpe edulis* Mart. em açaí no município de Garuva, Estado de Santa Catarina**. 2005. 65 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis-SC.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 3 ed. Porto Alegre: ARTMED, 2004. 719 p.

VELOSO, S.S.C.; SANTOS, M.L.S. **Aspectos microbiológicos da bebida Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) consumida na cidade de Belém**. 1994, 71 p. Trabalho de Conclusão de Curso da Universidade Federal do Pará, Belém-PA, Brasil.

VIEIRA FERREIRA, F. L. **Azambuja e Urussanga: memória sobre a fundação, pelo engenheiro Joaquim Vieira Ferreira, de uma colônia de imigrantes italianos em Santa Catarina**. 2 ed. Orleans: Gráfica do Lelo Ltda, 2001. 102 p.

Anexos

Anexo 1: resultados completos de laboratório

Tabela 5: resultados completos de laboratório.

Amostra	MS (%)	Compostos fenólicos (mg.100g ⁻¹)	Compostos fenólicos (mg.g ⁻¹ de MS)	Antocianinas (mg.100g ⁻¹)	Antocianinas (mg.g ⁻¹ de MS)	TEAC μmol.g ⁻¹
Agroindústria in natura 1	7.83	352.54	45.05	34.89	4.46	13.81
Agroindústria in natura 2	8.11	322.80	39.83	13.24	1.63	12.53
Agroindústria in natura 3	8.13	314.87	38.73	22.02	2.71	13.34
Agroindústria in natura 4	8.75	344.57	39.45	32.93	3.75	14.01
Agroindústria acidificado 1	8.19	344.53	42.07	46.49	5.68	13.25
Agroindústria acidificado 2	8.19	322.51	39.69	32.73	4.00	11.61
Agroindústria acidificado 3	8.17	309.51	37.87	38.66	4.73	11.32
Agroindústria acidificado 4	8.51	332.18	39.04	50.72	5.96	12.87
Agroindústria pasteurizado 1	10.41	353.30	33.95	68.34	6.57	13.56
Agroindústria pasteurizado 2	10.13	330.34	32.61	53.75	5.30	11.92
Agroindústria pasteurizado 3	10.24	318.31	31.10	52.68	5.14	12.26
Agroindústria pasteurizado 4	9.61	337.45	35.12	64.97	6.76	13.01
Açaí caseiro in natura 1	13.04	372.64	28.58	115.45	8.85	13.73
Açaí caseiro in natura 2	10.22	486.57	47.61	61.76	6.04	13.19
Açaí caseiro in natura 3	12.88	453.43	35.20	106.37	8.26	12.92
Açaí caseiro in natura 4	11.50	541.71	47.11	81.75	7.11	14.92
Açaí caseiro pasteurizado 1	13.22	653.34	49.42	231.65	17.52	13.72
Açaí caseiro pasteurizado 2	10.61	480.40	45.28	78.57	7.40	12.40
Açaí caseiro pasteurizado 3	12.61	582.35	46.18	129.27	10.25	14.48
Açaí caseiro pasteurizado 4	11.46	494.75	43.17	85.54	7.46	14.74
<i>E. oleracea</i> grosso	13.69	303.42	22.16	27.65	2.02	10.77
<i>E. oleracea</i> médio	12.00	264.63	22.05	15.83	1.32	8.84
<i>E. oleracea</i> fino	10.43	233.92	22.43	11.76	1.13	7.95

Anexo 2: análises de variância para dados de pasteurização industrial de açaí de *E. edulis*.

Tabela 6: ANOVA para valores de compostos fenólicos em mg.100g⁻¹ obtidos em experimento de pasteurização industrial.

FONTE DE VARIAÇÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	2180.96	726.99	65.52	4.76
TRATAMENTOS	2	136.59	68.30	6.16	5.14
RESÍDUO	6	66.58	11.10		
TOTAL	11	2384.13			

Tabela 7: ANOVA para valores de compostos fenólicos em mg.g⁻¹ de MS obtidos em experimento de pasteurização industrial..

FONTE DE VARIAÇÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	30.94	10.31	4.91	4,76
TRATAMENTOS	2	134.03	67.02	31.88	5.14
RESÍDUO	6	12.61	2.10		
TOTAL	11	177.58			

Tabela 8: ANOVA para valores de antocianinas em mg.100g⁻¹ obtidos em experimento de pasteurização industrial..

FONTE DE VARIAÇÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	637.09	212.36	26.19	4,76
TRATAMENTOS	2	2335.70	1167.85	144.02	5.14
RESÍDUO	6	48.65	8.11		
TOTAL	11	3021.45			

Tabela 9: ANOVA para valores de antocianinas em mg.g⁻¹ de MS obtidos em experimento de pasteurização industrial..

FONTE DE VARIAÇÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	8.24	2.75	19.09	4,76
TRATAMENTOS	2	16.56	8.28	57.56	5.14
RESÍDUO	6	0.86	0.14		
TOTAL	11	25.66			

Tabela 10: ANOVA para valores de atividade antioxidante (TEAC) em µmol.g⁻¹ obtidos em experimento de pasteurização industrial..

FONTE DE VARIAÇÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	4.92	1.64	14.87	4,76
TRATAMENTOS	2	2.76	1.38	12.54	5.14
RESÍDUO	6	0.66	0.11		
TOTAL	11	8.34			

Anexo 3: análises de variância para dados de pasteurização caseira de açaí de *E. edulis*.**Tabela 11:** ANOVA para valores de compostos fenólicos em mg.100g⁻¹ obtidos em experimento de pasteurização caseira.

FONTE DE VARIACÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	1656.55	552.18	0.05	9.28
TRATAMENTOS	1	15884.90	15884.90	1.45	10.13
RESÍDUO	3	32943.14	10981.04		
TOTAL	7	50484.59			

Tabela 12: ANOVA para valores de compostos fenólicos em mg.g⁻¹ de MS obtidos em experimento de pasteurização caseira..

FONTE DE VARIACÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	75.30	25.10	0.37	9.28
TRATAMENTOS	1	81.60	81.60	1.19	10.13
RESÍDUO	3	206.31	68.77		
TOTAL	7	363.21			

Tabela 13: ANOVA para valores de antocianinas em mg.100g⁻¹ obtidos em experimento de pasteurização caseira..

FONTE DE VARIACÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	12748.92	4249.64	3.21	9.28
TRATAMENTOS	1	3188.01	3188.01	2.41	10.13
RESÍDUO	3	3973.88	1324.63		
TOTAL	7	19910.82			

Tabela 14: ANOVA para valores de antocianinas em mg.g⁻¹ de MS obtidos em experimento de pasteurização caseira..

FONTE DE VARIACÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	51.34	17.11	2.40	9.28
TRATAMENTOS	1	19.13	19.13	2.68	10.13
RESÍDUO	3	21.42	7.14		
TOTAL	7	91.89			

Tabela 15: ANOVA para valores de atividade antioxidante (TEAC) em µmol.g⁻¹ obtidos em experimento de pasteurização caseira.

FONTE DE VARIACÃO	Graus de Liberdade.	Soma dos Quadrados	Quadrados Médios	F-teste	F a 5% (tabelado)
BLOCOS	3	4.15	1.38	2.78	9.28
TRATAMENTOS	1	0.04	0.04	0.08	10.13
RESÍDUO	3	1.49	0.50		
TOTAL	7	5.68			