



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE – UFAC  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIODIVERSIDADE  
E BIOTECNOLOGIA DA REDE BIONORTE**

**CARACTERIZAÇÃO DE POLPAS DE AÇAÍ DO ACRE E  
PROCESSAMENTO DE NÉCTAR MISTO PARCIALMENTE  
DESENGORDURADO**

**Eneide Taumaturgo Macambira Braga Fernandes**

**RIO BRANCO - AC**

**2016**

**Eneide Taumaturgo Macambira Braga Fernandes**

**CARACTERIZAÇÃO DE POLPAS DE AÇAÍ DO ACRE E  
PROCESSAMENTO DE NÉCTAR MISTO PARCIALMENTE  
DESENGORDURADO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na UNIVERSIDADE FEDERAL DO ACRE, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutora em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientadora: Dra. Lúcia Helena de Oliveira Wadt.

Co-orientadora: Dra. Clarissa Reschke da Cunha.

**RIO BRANCO - AC**

**2016**

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

B813c            FERNANDES, Eneide Taumaturgo Macambira Braga, 1970 -  
                    Caracterização de polpas de açaí do Acre e processamento de  
                    néctar misto parcialmente desengordurado. / Eneide Taumaturgo  
                    Macambira Braga Fernandes. – 2016.  
                    102 f.; Il.: 30 cm.

                    Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Acre, Programa de  
                    Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia - BIONORTE, 2016.

                    Inclui referências bibliográficas.

                    Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lúcia Helena de Oliveira Wadt.

                    Co-Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Clarissa Reschke da Cunha.

1. Polpa de frutas – Açaí. 2. Néctar. 3. Antioxidantes. I. Título.

CDD: 634.6098112

Bibliotecária: Alanna Santos Figueiredo – CRB-11: 1003.

**ENEIDE TAUMATURGO MACAMBIRA BRAGA**

**CARACTERIZAÇÃO DE POLPAS DE AÇAÍ DO ACRE E  
PROCESSAMENTO DE NÉCTAR MISTO PARCIALMENTE  
DESENGORDURADO**

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade e Biotecnologia da Rede BIONORTE, na Universidade Federal do Acre - UFAC, como requisito final para a obtenção do Título de Doutor em Biodiversidade e Biotecnologia.

Orientadora: Dra. Lúcia Helena de Oliveira Wadt.

**Banca Examinadora**

---

Prof. Dra. Lúcia Helena de Oliveira Wadt - EMBRAPA - RO

---

Prof. Dra. Maria Luzenira de Souza - UFAC

---

Dra. Virgínia de Souza Álvares - EMBRAPA - AC

---

Dr. Romeu de Carvalho Andrade Neto – EMBRAPA - AC

---

Prof. Dr. Reginaldo Ferreira da Silva - UFAC

**Rio Branco - AC  
2016**

***DEDICO***

***À minha família, em especial as minhas filhas Marcela,  
Fernanda, Vanessa e Andréssa.***

## AGRADECIMENTO

A Deus por ter me concedido essa oportunidade de concluir este doutorado;

Às minhas filhas Marcela, Fernanda, Vanessa e Andrêssa por todo incentivo e amor dedicado;

Ao meu genro Alex Brilhante, por toda ajuda e carinho;

A minha mãe Lenita e padrasto Higino por todo apoio e amor;

A minhas irmãs Tatiana e Karina por sempre me incentivarem;

Aos meus primos queridos, Nielsen, Elomir Junior e Ernani Neto por todo apoio;

Ao Raphael Rossetto, por toda ajuda nos momentos que mais necessitei;

Ao colega, Paulo da Elshaday, pela logística no transporte das polpas de açaí.

Aos técnicos e colegas da Utal, Osmar, Rebouças, Cydia e Ruy;

A Embrapa Acre pelo apoio logístico e contribuição nas análises laboratoriais;

Aos técnicos, analistas e pesquisadores da Embrapa Acre, Ailson, Tião, Vlayrton, Nathalia, Álvaro, Dra. Andrea e Dr. Judson Valentim;

Às Bolsistas que me apoiaram no processo de laboratório Ivânia e Jade;

Aos professores da Rede Bionorte, em especial à professora Dra. Maria Luzenira;

À minha orientadora, Dra. Lúcia Helena de Oliveira Wadt;

À minha Co-orientadora, Dra. Clarissa Reschke da Cunha;

Ao Dr. Marcelo Alexandre Prado (Unicamp) pela orientação nas análises realizadas;

À técnica química do Laboratório de Alimentos da Unicamp, Miriam, por todo apoio prestado;

Aos meus professores da pós-graduação pelos inestimáveis ensinamentos, incentivo e dedicação ao ensino e a pesquisa;

Aos meus amigos de turma Marcia, José Marlo, Maria do Carmo, Leandro, Ponciano e em especial a minha amiga Valéria.

**A todos, meu muito obrigada!!!!**

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 -	Palmeiras ( <i>Euterpe precatória</i> ) (A) e ( <i>Euterpe oleracea</i> ) (B).	18
Figura 2 -	Estrutura química das principais antocianinas encontradas na natureza.	24
Figura 3 -	Curva padrão de ácido gálico para análise do potencial antioxidante pelo método ABTS 2,2'-azinobis- (3-etil-benzotiazolina-6- ácido sulfônico).	59
Figura 4 -	Curva padrão de ácido gálico para análise do potencial antioxidante pelo método Poder Antioxidante em Redução Férrica- FRAP.	60
Figura 5 -	Curva padrão da solução de DPPH para análise de atividade antioxidante pelo método DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila).	62
Figure 6 -	Histogram of purchase intention of full-fat nectars (FFN) and low-fat nectars (LFN).	78
Figure 7 -	Average values of titratable acidity, pH, soluble solids, and anthocyanin contents of low-fat nectars as a function of storage time. Means with the same letter in the same variable do not differ significantly ( $p > 0.05$ ).	83
Figure 8 -	Histogram of purchase intention of low-fat nectars as a function of storage time.	85

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Diferentes métodos para quantificação da capacidade antioxidante.	28
Tabela 2 -	Composição físico-química e bromatológica média das polpas de açaí ( <i>E. precatoria</i> e <i>E. oleracea</i> ).	52
Tabela 3 -	Média dos parâmetros de cor L, a* e b* das polpas de açaí <i>E. precatoria</i> e <i>E. oleracea</i> in natura.	58
Tabela 4 -	Atividade antioxidante pelo método ABTS dos extratos das polpas de açaí (mg/g de amostra de equivalente em ácido gálico - E.A.G) em base úmida.	58
Tabela 5 -	Atividade antioxidante pelo método FRAP dos extratos das polpas de açaí (mg/g de amostra de equivalente em ácido gálico- GAE) em base úmida.	60
Tabela 6 -	Atividade antioxidante pelo método DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila) dos extratos das polpas de açaí de açaí ( <i>E. precatoria</i> e <i>E. oleracea</i> )	61
Table 7 -	Physicochemical composition of acai pulps used as raw material to prepare the full fat and low-fat nectars in step 1.	76
Table 8 -	Average physicochemical composition values and energy value of the full-fat nectars (FFN) and low-fat nectars (LFN).	79
Table 9 -	Average sensory evaluation scores of aroma, appearance, color, flavor, and overall impression of full-fat nectars (FFN) and low fat nectars (LFN).	79
Table 10 -	Average values of the instrumental color parameters L*, a*, and b* of the full-fat nectars (FFN) and low-fat nectars (LFN).	80
Table 11 -	Physicochemical composition of açaí pulps used as raw material to prepare the low-fat nectars in step 2.	81
Table 12-	Average values of instrumental color parameters L*, a*, and b* of low-fat nectars as a function of storage time at 25 °C.	82
Table 13 -	Average sensory evaluation scores of aroma, appearance, color, flavor and overall impression of the low fat nectars as a function of storage time at 25 °C.	84

## SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL .....	15
2.1. Objetivo Geral .....	17
2.2. Objetivos específicos.....	17
3. REVISÃO DE LITERATURA .....	18
3.1 AÇAÍ (E. precatoria) .....	18
3.2 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO AÇAÍ.....	19
3.3 ASPECTOS NUTRICIONAIS DO AÇAÍ .....	20
3.4 PAPEL DOS ANTIOXIDANTES NO ALIMENTO .....	21
3.4.1 COMPOSTOS FENÓLICOS .....	22
3.5 MÉTODOS DE ANÁLISE DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES.....	26
3.6 FRUTAS TROPICAIS NA COMPOSIÇÃO DE NÉCTAR.....	26
REFERÊNCIAS .....	29
4. CAPÍTULO 1 .....	37
CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA POLPA DE AÇAÍ: uma comparação entre <i>E. oleracea</i> e <i>E. precatoria</i> .....	37
RESUMO .....	38
ABSTRACT .....	39
4.1 Introdução.....	40
4.2 Material e métodos .....	42
4.2.1 Amostras .....	42
4.2.2 Determinação da acidez titulável e pH .....	43
4.2.3 Avaliação de sólidos solúveis .....	43
4.2.4 Determinação da umidade (%).....	43
4.2.5 Determinação de cinzas (%) .....	44
4.2.6 Avaliação de proteína bruta total (%).....	44
4.2.7 Determinação de extrato etéreo (%) .....	45
4.2.8 Avaliação de fibra bruta total (%) .....	46
4.2.9 Avaliação dos carboidratos totais (%).....	46
4.2.10 Determinação do valor energético (Kcal).....	46
4.2.11 Avaliação dos minerais, Ca, Mg, P, K, Na.....	47
4.2.12 Determinação do teor de antocianinas totais (AA) .....	47
4.2.13 Determinação da cor instrumental.....	47
4.2.14 Extração dos compostos fenólicos pelo método do ultrassom .....	48
4.2.15 Método ABTS 2,2'-azinobis- (3-etil-benzotiazolina-6- ácido sulfônico) .....	48
4.2.16 Método FRAP (Poder Antioxidante em Redução Férrica).....	49
4.2.17 Método DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila) .....	50
4.2.18 Análise estatística .....	51
4.3 Resultados e discussão .....	52

4.3.1 Análises físico-químicas .....	52
4.3.2 MÉTODO ABTS 2,2'-azinobis- (3-etil-benzotiazolina-6- ácido sulfônico) .....	58
4.3.3 MÉTODO FRAP (Poder Antioxidante em Redução Férrica) .....	59
4.3.4 MÉTODO DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila).....	61
5. CONCLUSÕES .....	63
6. CONSIDERAÇÕES GERAIS.....	63
REFERÊNCIAS .....	64
7. CAPITULO 2 .....	69
PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION, COLOR AND SENSORY ACCEPTANCE OF LOW-FAT CUPUAÇU AND AÇAÍ NECTAR: characterization and changes during storage.....	69
ABSTRACT .....	70
8. INTRODUCTION.....	71
9. MATERIALS AND METHODS .....	72
9.1 Preparation of açaí and cupuaçu nectar .....	72
9.2 Step 1 – Quality of nectar prepared with low-fat açaí pulp in comparison with the nectar prepared with full-fat açaí pulp.....	72
9.3 Step 2 – Changes during storage of the low-fat açaí and cupuaçu nectar .....	73
9.4 Physicochemical characterization of raw materials and nectars .....	73
9.5 Microbiological analysis of nectars .....	73
9.6 Instrumental color.....	74
9.7 Sensory acceptance.....	74
10. RESULTS AND DISCUSSION.....	74
10.1 Step 1 – Quality of nectar prepared with low-fat açaí pulp in comparison with nectar prepared with full-fat açaí pulp.....	74
11. CONCLUSIONS .....	85
REFERENCES .....	86

## RESUMO

O açaí é uma bebida obtida a partir da polpa dos frutos de palmeiras do gênero *Euterpe Martius*. A espécie *E. precatoria*, popularmente conhecida como açaí solteiro é encontrada no norte do Brasil. As propriedades nutricionais de *E. precatoria* foram objeto de poucos estudos, quando comparado a produção científica mais expressiva existente para a espécie *E. oleracea*. Além do bom valor econômico, o açaí tem se destacado pelo alto valor nutricional com um grande apelo de um alimento funcional. Os objetivos deste trabalho foram: 1) caracterizar polpas de açaí (*E. precatoria* e *E. oleracea*) do Acre, comparando suas características físico-química e potencial antioxidante; e, 2) avaliar a composição físico-química, cor e aceitação sensorial de néctar misto de açaí parcialmente desengordurado com cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*). Para comparação dos parâmetros físico-químicos, minerais e poder antioxidante das polpas de açaí (*E. precatoria* e *E. oleracea*) foram realizadas as seguintes análises: acidez titulável, pH, sólidos solúveis (SS), fibra, carboidratos totais, extrato etéreo, proteína total, valor energético, Ca, Mg, P, K, Na, antocianinas (AA), cor instrumental e atividade antioxidante. Para avaliação dos néctares misto de açaí integral e parcialmente desengordurado com cupuaçu foram realizadas análises de caracterização físico-química, cor instrumental e aceitação sensorial. Quanto a caracterização físico-química as polpas de açaí integral de *E. precatoria* e *E. oleracea*, apresentaram diferenças ( $p < 0,05$ ) nos teores de fibras, SS, Na e Ca. As polpas de *E. precatoria* apresentaram o menor teor médio de fibra (2,59%) e maior valor médio de sólidos solúveis (4,63 °Brix). O potencial antioxidante das polpas de açaí *E. precatoria* e *E. oleracea* foi elevado, mas não houve diferenças ( $p > 0,05$ ) entre as espécies. Na análise sensorial, o néctar misto de açaí parcialmente desengordurado com cupuaçu obteve boa aceitação. Entretanto, o parâmetro cor desse produto obteve avaliação inferior ao néctar misto integral. Os parâmetros físico-químicos, pH, acidez e sólidos solúveis do néctar misto de açaí integral e parcialmente desengordurado com cupuaçu se mantiveram sem alterações até 180 dias de armazenamento. Entretanto, o néctar misto de açaí parcialmente desengordurado com cupuaçu apresentou degradação das antocianinas, o que causou impacto negativo na cor e aceitação do produto a partir dos 120 dias de armazenamento. O uso de polpa de açaí parcialmente desengordurada resulta em néctares mistos com cupuaçu com boa aceitação. Nas condições desse estudo, o tempo de prateleira do néctar misto de açaí parcialmente com cupuaçu é de 120 dias.

**Palavras-Chave:** *Euterpe precatoria*, antioxidante, néctar.

## ABSTRACT

Acai wine is a beverage obtained from the pulp of palm tree's fruit of genus *Euterpe* Martius. Another genus *E. precatoria*, popularly known as 'single acai' is found in North Brazil. The nutritional properties of *E. precatoria* have been the subject of few studies, when compared with the more expressive scientific production existing for *E. oleracea*. Besides its good economic value, the acai wine stands out due to its high nutritional value with a strong appeal of a functional food. The objective of this study was: 1) to characterize acai pulps (*E. precatoria* and *E. oleracea*) from Acre, comparing its physical-chemical characteristics and antioxidant potential; and 2) to evaluate the physical-chemical composition, color and sensorial acceptance of whole and low fat mixed acai-cupuacu (*Theobroma grandiflorum*) nectars. For comparison of the physical-chemical parameters, minerals and antioxidant potential of acai pulps (*E. precatoria* and *E. oleracea*) the following analyses were done: measurable acidity, pH, soluble solids (SS), fiber, total carbohydrates, ethereal extract, total protein, energetic value, Ca, Mg, P, K, Na, anthocyanins (AA), instrumental color, and antioxidant activity. For evaluation of whole and low fat mixed acai-cupuacu nectars, the following analyses were done: physical-chemical characterization, instrumental color and sensorial acceptance. Concerning the physical-chemical characterization, the whole acai pulps from *E. precatoria* and *E. oleracea* showed differences ( $p < 0,05$ ) in fiber, SS, Na and Ca contents. Pulps from *E. precatoria* showed the lowest mean fiber content (2,59%) and the highest mean value of soluble solids (4,63 °Brix). The antioxidant potential of acai pulps from *E. precatoria* and *E. oleracea* was high but not different ( $p > 0,05$ ). In the sensorial analysis, the low fat mixed acai-cupuacu nectar obtained good overall acceptance. However, the color parameter obtained an inferior evaluation for this product in comparison with whole acai-cupuacu nectar. The physical-chemical parameters, pH, acidity and soluble solids of low fat mixed acai-cupuacu nectar were maintained without alterations up to 180 days of storage. However, the low fat mixed acai-cupuacu nectar presented anthocyanin degradation, which caused a negative impact on color and acceptance of the product after 120 days of storage. The use of low fat acai pulp result in nectars of good acceptance. In the conditions of this study shelf life of mixed low fat acai-cupuacu nectar is 120 days;

**Keywords:** *Euterpe precatoria*, antioxidant, nectar.

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

A biodiversidade da Amazônia possui uma riqueza de espécies florestais nativas com grande potencial econômico, dentre as quais se destaca o açaizeiro. O açaí é uma palmeira que pertence à família *Arecaceae* e gênero *Euterpe*. Na Amazônia brasileira são encontradas as seguintes espécies e variedades: *E. oleracea*, *E. precatoria* var. *precatoria*, *E. precatoria* var. *longevaginata*, *E. catinga* var. *catanga*, *E. catinga* var. *roraimae* e *E. longibracteata* (HENDERSON; GALENO, 1996). Porém apenas *E. precatoria*, *E. oleracea* e *E. edulis* apresentam potencial de comercialização. *Euterpe edulis* Martius (*Arecaceae*), popularmente conhecida por juçara, içara ou palmitero, dentre várias outras denominações, ocorre ao longo de quase todo o domínio da Mata Atlântica, do sul da Bahia, ao norte do Rio Grande Sul no litoral, adentrando para o interior do continente nas regiões sul e sudeste, até o oeste do Paraná, norte da Argentina e leste do Paraguai (REIS et al., 2000). Já o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) é uma palmeira abundante no estuário do rio Amazonas, em terrenos de várzea, igapós e terra firmes, encontrando-se no Estado do Pará as maiores reservas naturais (CAVALCANTE, 1991).

No estado do Acre, as concentrações naturais de açaí que predominam, são da espécie *Euterpe precatoria*, conhecida popularmente como açaí-do-amazonas, açaí-da-mata, açaí-de-terra-firme e açaí solteiro. Esta espécie é muito comum nas matas da Amazônia Ocidental (Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima).

A região norte do Brasil é a maior produtora e consumidora de açaí. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, em 2013 a produção de frutos foi de 189.379 t. Os estados com maior produção foram: Pará com 111.073 t, Amazonas 71.783 t, Acre 3.050 t e Amapá 2.036 t.

Do fruto do açaí é consumida principalmente a bebida, que apresenta uma consistência pastosa e é obtido por extração mecânica, em máquinas despulpadoras, ou manualmente, com adição de água em quantidades variadas e posterior filtração utilizando-se peneiras finas. Dependendo da concentração de sólidos totais, a polpa é classificada açaí grosso ou especial tipo A, com mais de 14% de sólidos totais, açaí médio ou regular tipo B, contendo de 11 a 14% de sólidos totais e açaí fino ou popular tipo C, com 8 a 11% de sólidos totais (BRASIL, 2000).

A demanda por alimentos nutracêuticos (alimentos que possuem capacidade comprovada de proporcionar benefícios à saúde), nutritivos e seguros está crescendo

mundialmente e o consumo de alimentos balanceados é apontada como uma alternativa para evitar ou mesmo corrigir problemas de saúde relacionadas a obesidade, diabetes, desnutrição, cardiopatias, entre outros que têm origem, em grande parte, nos maus hábitos alimentares (GUTKOSKI et al., 2007). O açaí é um dos alimentos funcionais em alta no mercado nacional, por ser uma bebida rica em antocianinas, além de representar uma importante fonte de lipídios, proteínas, fibras, minerais (Mn, Cu, Cr, B) e vitaminas. Além disso, o alto teor de lipídio confere ao produto um elevado valor energético (SOUZA, 2000).

De acordo com Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA, 2013), um alimento funcional é todo aquele que, além das funções metabólicas normais, quando consumido produz efeitos metabólicos e ou/ fisiológicos benéficos à saúde, devendo ser seguro para o consumo sem supervisão médica. Nessa visão a demanda das indústrias alimentícias vem crescendo no sentido de desenvolver cada vez mais produtos funcionais, a fim de atender um público consumidor mais preocupado com a saúde e qualidade de vida. Nos últimos anos, diversas outras formas de apresentação do produto têm surgido no mercado como o açaí pasteurizado, o açaí com xarope de guaraná, o açaí em pó, o doce de leite com açaí, a geleia e o licor de açaí (OLIVEIRA et al., 2002).

Pesquisas realizadas com açaí mostram que sua polpa apresenta um alto poder antioxidante, anti-inflamatório, imunomodulador e de prevenção e melhora de diversas doenças (PORTINHO, 2012). Os principais compostos fenólicos presentes no açaí são as antocianinas, pigmentos responsáveis pela cor violeta do açaí. Além da propriedade corante, as antocianinas apresentam potencial terapêutico anti-inflamatório, quimiopreventivo e vasoprotector, além de inibir a oxidação da LDL e diminuir os riscos de doenças cardiovasculares (WANG et al., 1997).

Na literatura são poucos os trabalhos científicos que apresentam informações quanto à composição química e capacidade antioxidante do açaí solteiro (*Euterpe precatoria* Mart). Sendo assim, é necessário mais estudo com essa espécie, principalmente no sentido de verificar a presença de compostos fenólicos e nutricionais, tendo em vista sua importância para a saúde. Neste sentido, a proposta deste trabalho foi de caracterizar polpas de açaí (*E. precatoria* e *E. oleracea*) do Acre, comparando suas características físico-químicas e poder antioxidante, além de avaliar a composição físico-química, cor e aceitação sensorial de néctar misto de cupuaçu e açaí parcialmente desengordurado.

A Tese está estruturada em dois capítulos. O primeiro relacionado à caracterização físico-química e capacidade antioxidante do açaí: uma comparação entre *E. oleracea* e *E. precatória*; e o segundo um artigo científico publicado na revista Food Science and Technology que trata do néctar misto de açaí, com o título: “physicochemical composition, color and sensory acceptance of low-fat cupuaçu and néctar: characterization and changes during storage”.

## 2. OBJETIVOS

### 2.1. Objetivo Geral

Caracterizar polpas de açaí (*E. precatória* e *E. oleracea*) do Acre, comparando suas características físico-químicas e poder antioxidante; e avaliar a composição físico-química, cor e aceitação sensorial de néctar misto de cupuaçu e açaí parcialmente desengordurado.

### 2.2. Objetivos específicos

- Caracterizar e comparar as polpas de duas espécies de açaí (*Euterpe precatória* e *E. oleracea* Mart) em relação a sua composição centesimal, pH, acidez titulável, cor, sólidos solúveis;
- Avaliar o teor de antocianinas das polpas de duas espécies de açaí (*E. precatória* e *E. oleracea*);
- Determinar a atividade antioxidante das polpas de duas espécies de açaí (*E. precatória* e *E. oleracea*) por meio dos métodos DPPH, FRAP e ABTS;
- Avaliar a composição físico-química, cor e alterações destes parâmetros durante o armazenamento;
- Avaliar aceitação sensorial de néctar misto de cupuaçu e açaí parcialmente desengordurado.

### 3. REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 AÇAÍ (*E. precatoria*)

O açaí (*Euterpe precatoria* Mart) também conhecido como açaí-do-amazonas, açaí-solitário e juçara e se encontra distribuída por toda a região Amazônica (KAHN; GRANVILLE, 1992). Calzavara (1972) e Castro et al. (1993) destacam que a principal diferença entre as espécies *E. precatoria* e *E. oleracea* é a forma como as palmeiras crescem, *E. precatoria* é uma palmeira monocaule, palma pinnate de folhas que atinge alturas de até 20 m, com um diâmetro que atinge 25 cm. Em comparação, *E. oleracea* é uma palmeira de touceira com até 25 caules crescendo 18 a 33 m de uma moita (FIGURA 1). As duas espécies também diferem uma da outra na sua composição de fitoquímicos dos frutos (PACHECO-PALÊNCIA et al, 2009).



Figura 1. Palmeira de *E. precatoria* (A) e *E. oleracea* (B). Fonte: Wadt, 2002 (A) e Fernandes, 2015 (B).

O açaí é uma drupa globosa ou levemente depressa com diâmetro que varia entre 1 e 2 cm, que apresenta resíduos florais aderidos de coloração violácea ou verde (OLIVEIRA et al., 2002). A parte comestível do açaí é constituída pelo epicarpo e mesocarpo polposo, com aproximadamente 1 mm de espessura, que correspondem a 26,5% do peso do fruto. A maior parte do fruto é composta pelo endocarpo, ou caroço, que é bastante duro (OLIVEIRA et al., 2000). Do mesocarpo é extraída a parte mais utilizada do fruto, um líquido espesso conhecido como “bebida de açaí”, amplamente

consumido na Amazônia brasileira em todos os níveis sócio-econômicos da população (CASTRO et al., 1993). O açaí possui uma importância socioeconômica de destaque na região norte, por fazer parte da história de vida dos extrativistas e ribeirinhos, que ao longo dos anos disseminaram o hábito de consumo dessa bebida, hoje parte integrante da alimentação amazônica.

O açaizeiro não está somente relacionado com a extração da “bebida”, já que seu potencial de aproveitamento de matéria-prima é integral. Como exemplo da variedade de opções, pode-se citar os derivados de açaí, a produção de palmito e o uso da semente na confecção de artesanatos (VASCONCELOS et al., 2006). A propagação do açaizeiro se dá principalmente pela semente, especialmente no caso da espécie *E. precatoria*, que não têm perfilhos. Essa estrutura de propagação inclui o endocarpo e parte do mesocarpo, representando 73% da massa do fruto (OLIVEIRA et al., 2000). No entanto, a propagação in vitro vem sendo estudada para as espécies de açaí (ROCHA, 1995).

A palmeira de *E. precatoria* possui raízes adventícias continuamente na base do estipe, nas quais formam um anel espesso, de raízes aéreas (1,5 cm) de cor purpúreas que podem alcançar 80 cm do nível do solo (CASTRO; BOVI, 1993). Suas inflorescências são bissexuais e se desenvolvem na axila das folhas, depois da senescência da folha mais velha, e são protegidas por estruturas denominadas ferófilos. O período de frutificação do açaí pode ocorrer durante todo o ano, sendo a estação menos chuvosa (julho a dezembro) o período de maior abundância, quando se obtém “bebida” de melhor qualidade (CAVALCANTE, 1996; MIRANDA et al., 2001). Cada palmeira produz, em média, de 3 a 4 cachos por ano, com uma variação de peso de 3 a 6 kg (ROGEZ, 2000).

### 3.2 COMPOSIÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DO AÇAÍ

Os dados disponíveis na literatura sobre a composição físico-química do fruto do açaizeiro e da polpa industrializada do açaí são bastante discrepantes, o que pode ser explicado, em parte, pela alta variabilidade genética da espécie. De acordo com Oliveira et al. (2002), outro fator deve ser considerado, que é a inclusão, em alguns trabalhos, de parte das fibras alimentares nos teores de açúcares totais. Em contrapartida, existem trabalhos que subestimam os valores do teor de açúcares pela retenção de parte das

fibras pela peneira, permitindo a passagem dos lipídios, sendo comum encontrar dados em que o teor de lipídios na polpa industrializada é maior que na parte polposa do fruto in natura. O contrário ocorre com os açúcares totais. A parte comestível do fruto apresenta valor calórico de 262 kcal/100g, enquanto, na polpa industrializada, dependendo principalmente da quantidade de água adicionada durante o processamento, o valor energético é menor, cerca de 80 kcal/100g (OLIVEIRA et al., 2002).

Estudos realizados com “vinho de açai” (*E. precatória*) de diferentes ecossistemas amazônicos, mostraram um baixo teor de proteína e valores de lipídios variando de 4,24 a 9,74% e teores de fibra entre 2,37 a 7,8% (YUYAMA et al., 2011). O açai possui um alto teor de lipídico, sendo que 66, % das gorduras são monoinsaturadas, benéficas ao organismo por reduzirem os níveis de colesterol LDL e aumentarem os de HDL, auxiliando na proteção do sistema cardiovascular (HORTON et al., 1993).

A fração lipídica do açai apresenta principalmente ácidos graxos insaturados 73,9%, sendo o mais abundante o ácido oleico com 56,2%, seguido por ácido linoleico 11,5% e linolênico 0,8%. Entre os saturados, os principais são os ácidos palmíticos 24,1% e esteárico 1,6% (ROGEZ, 2000).

### 3.3 ASPECTOS NUTRICIONAIS DO AÇAÍ

Inúmeras pesquisas realizadas têm mostrado a importância nutricional do consumo de açai para a saúde, pois o fruto possui em sua composição uma grande variedade de compostos fitoquímicos, incluindo os polifenóis, que se destacam pelas propriedades antioxidantes e moduladoras do metabolismo. O conhecimento da composição química em relação aos macros nutrientes tem sido bastante abordado, no entanto, no que se refere aos elementos minerais, em especial aos micros, os estudos ainda são poucos, deixando assim uma lacuna (YUYAMA et al., 2002).

O fruto apresenta uma polpa com valores nutricionais expressivos, já que é fonte de  $\alpha$ -tocoferol (vitamina E), fibras, minerais (manganês, cobre, boro, cálcio, sódio, magnésio, potássio e cromo) e antocianinas, que são os compostos fenólicos que possuem função antioxidante, assegurando melhor circulação sanguínea e proteção do organismo contra o acúmulo de placas de depósito de lipídios, causadores de aterosclerose (ETO et al., 2010).

### 3.4 PAPEL DOS ANTIOXIDANTES NO ALIMENTO

O processo de estresse oxidativo é inevitável na vida atmosférica, devido à grande presença de oxigênio. Esse estresse é derivado de radicais de oxigênio e outras espécies de oxigênio ativadas, gerando subprodutos do metabolismo aeróbio e exposição a vários agentes tóxicos naturais e sintéticos (DAVIES, 1995). De acordo com este autor, a oxidação é a transferência de elétrons de um átomo para outro e o oxigênio é o elétron final aceitador no sistema de fluxo de elétrons que produz energia sob a forma de ATP. No entanto, podem surgir problemas quando o fluxo de elétrons se torna desacoplado, ou seja, a transferência de elétrons individuais não pareado, gerando radicais livres (AMES, 1993).

Naturalmente o processo respiratório e diversas reações oxidativas, que ocorrem nas células aeróbicas, levam à formação de radicais livres, que causam danos ao organismo e contribuem para o aparecimento de muitas doenças, tais como: inflamações, tumores malignos, mal de Alzheimer e doenças cardiovasculares, bem como aceleram o processo de envelhecimento (SIKORA et al., 2008).

Os radicais livres são moléculas instáveis, com ciclo de vida muito curta, no entanto são quimicamente reativas, ameaçando as funções fisiológicas normais. Essas moléculas reativas são denominadas também de espécies reativas (ROS), por se referirem ao átomo ou molécula altamente reativos, que possuem um número ímpar de elétrons em sua última camada eletrônica (HALLIWELL et al., 1995). É este não emparelhamento de elétrons da 10ª última camada que confere alta reatividade a esses átomos ou moléculas (MACHLIN; BENDICH, 1997).

Esses radicais podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana e o seu alvo celular (proteínas, lipídeos, carboidratos e DNA) está relacionado com o seu sítio de formação. Entre as principais formas reativas de oxigênio o  $O_2$  - apresenta uma baixa capacidade de oxidação, a OH mostra uma pequena capacidade de difusão e é o mais reativo na indução de lesões nas moléculas celulares e o  $H_2O_2$  não é considerado um radical livre verdadeiro, mas é capaz de atravessar a membrana nuclear e induzir danos na molécula de DNA por meio de reações enzimáticas (ANDERSON, 1996).

Devido às repercussões causadas em pesquisas que comprovaram os efeitos deletérios causados pelos radicais livres no organismo humano e nos alimentos, a demanda de estudos por substâncias conhecidas como antioxidantes vêm crescendo de forma exponencial. Esses efeitos nocivos na estrutura celular dos alimentos conferem a eles uma baixa qualidade nutricional, além de alterações da cor, aroma, sabor e textura, sendo também responsáveis pela formação de compostos potencialmente tóxicos para o organismo (ZHENG; WANG, 2001).

No caso das células humanas essas dependem de certa capacidade antioxidante para fornecer proteção contra os efeitos prejudiciais de radicais livres e espécies reativas do oxigênio. Para alcançar uma proteção eficiente, os tecidos dispõem de um sistema antioxidante integrado, que consiste de um arranjo de diversos componentes lipossolúveis (vitamina E; carotenóides), hidrossolúveis (ácido ascórbico; glutatona) e enzimáticos (glutatona peroxidase; superóxido dismutase; catalase) (McLEAN et al., 2005).

As frutas contêm, além dos nutrientes, vários compostos secundários como é caso dos pigmentos naturais que atuam como antioxidantes (HARBORNE; WILLIAMS, 2000). Esses são substâncias capazes de retardar ou inibir a oxidação de substratos oxidáveis e têm como principal função proteger os constituintes celulares e manter o estado redox celular (HALLIWELL et al., 1995). Eles previnem os efeitos deletérios da oxidação, inibindo o início da lipoperoxidação, sequestrando radicais livres e/ou quelando íons metálicos; protegem organismos aeróbicos do estresse oxidativo, definido como elevação na formação de espécies reativas de oxigênio (RODRIGUES et al., 2003).

### 3.4.1 COMPOSTOS FENÓLICOS

Os compostos fenólicos são denominados também como polifenóis e são substâncias abundantes na natureza. Esse termo designa uma ampla classe de substâncias orgânicas, já catalogadas em mais de 8.000 compostos dessa natureza, em plantas. Faz parte também de uma variedade de vegetais, frutas, principalmente as frutas vermelhas, como açaí (BRAVO, 1998). Quimicamente esses compostos apresentam, pelo menos, um anel aromático, ou seja, um hidrogênio é substituído por um grupamento hidroxila. A atividade antioxidante dos compostos fenólicos depende da sua estrutura, particularmente do número e da posição dos grupos hidroxila e da

natureza das substituições nos anéis aromáticos. São vários os fatores que estão relacionados com a variação da presença desses compostos em frutas como, por exemplo, variedade, condições climáticas e ambientais (KING e YOUNG, 1999). Estudos têm relacionado o consumo de frutas e vegetais que possuem esses compostos a uma menor incidência de doenças ocasionadas pelo estresse oxidativo (JACKSON, 2003). As estruturas químicas dos compostos fenólicos são divididas em dois grandes grupos: os flavonoides, que são subdivididos em flavonas, flavonóis, flavanonas, isoflavonas e antocianinas e os não flavonoides (JACQUES; ZAMBIASI, 2011).

As antocianinas são compostos fenólicos da família dos flavonóides e são responsáveis por grande parte das cores em flores, frutas, folhas, caules e raízes de plantas (MARKAKIS, 1982). O termo antocianina é de origem grega (anthos, uma flor, e kyanos, azul escuro). É um pigmento de origem vegetal muito importante, ficando atrás, em ordem de importância, somente da clorofila (HARBORNE; GRAYER, 1988). A antocianina atua de várias formas como, por exemplo, combatendo os radicais livres por meio da doação de um átomo de hidrogênio do grupo hidroxila (OH) da sua estrutura aromática, possuindo a capacidade de suportar um elétron desemparelhado, interrompendo a reação de propagação dos radicais livres na oxidação lipídica (BIANCHI; ANTUNES, 1999). Uma vez que a eficácia protetora depende da estrutura química da molécula, tal como grau de glicosilação e o número de grupos hidroxila em um anel benzeno (KONG et al., 2003), a determinação da composição da antocianina em alimentos é uma questão importante, cuja a maior atividade antioxidante está relacionada com a presença de grupos hidroxílicos nas posições 3' e 4' do anel benzeno, os quais conferem uma elevada estabilidade aos radicais formados (CAO et al., 1997). A molécula de antocianina é constituída por duas ou três porções, uma aglicona (antocianidina), um grupo de açúcares e, frequentemente, um grupo de ácidos orgânicos (FRANCIS, 1982), (FIGURA 2).

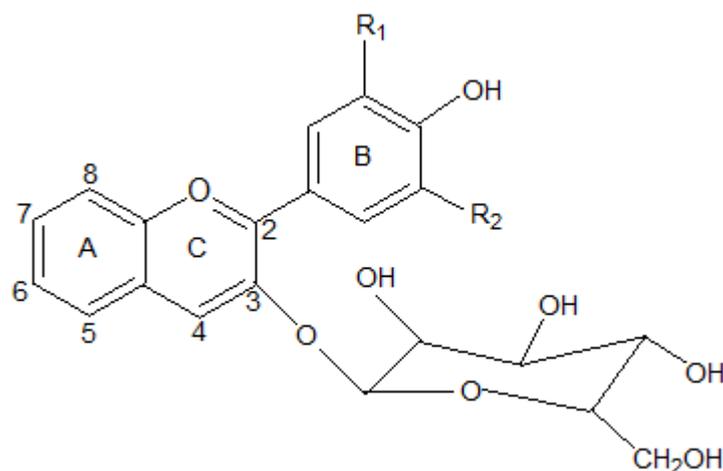


Figura 2. Estrutura química da principal antocianina encontrada na natureza. *Fonte: Malacrida e Motta (2006).*

As antocianinas compõem o maior grupo de pigmentos do reino vegetal encontradas em maior quantidade nas angiospermas (BRIDLE; TIMBERLAKE, 1997). Facilmente sofrem mudanças de coloração, por possuir grupos cromóforos sensíveis devido às reações químicas, como a alteração do pH do meio. Por isso tornam-se desvantagens diante dos corantes sintéticos.

Andersen et al. (1998), em estudos comprovou que o conteúdo de antocianinas pode decrescer em até 50%, seja durante a lavagem com água devido à sua solubilidade ou pela remoção de porções dos alimentos que sejam ricos em flavonóides. Por serem substâncias solúveis apenas em meio aquoso e sofrerem mudança de cor em função do pH, o seu uso em produtos como sorvetes, geleias e vinhos é bastante restrito.

A estabilidade da cor das antocianinas é afetada por diversos fatores como pH, copigmentação, luz, temperatura, metais e oxigênio, motivo pelo qual o monitoramento deve ser realizado após cada processamento, afim de garantir uma melhor conservação do aspecto sensorial dos produtos. Sob pH abaixo de 2, as antocianinas apresentam-se basicamente na forma catiônica; com o aumento do pH, ocorre uma rápida desprotonação para formar a base quinoidal. Quando presente em meio aquoso com a hidratação do cátion flavilium ocorre um equilíbrio entre a forma carbitol e chalcona. Já em meio à temperatura ambiente e em meio levemente acidificado esse equilíbrio se torna muito lento, e com temperaturas mais elevadas o equilíbrio ocorre na forma chalcona (HEREDIA et al., 1998). Estudo realizado por Pacheco-Palencia et al. (2009), analisaram a estabilidade de compostos fenólicos em polpas de açaí *E. precatória* e *E.*

*oleracea* em diferentes tempo e temperaturas e concluíram que existia uma relação crescente e direta entre o tempo e temperatura com os níveis de degradação das antocianinas presentes nas polpas de açaí. No entanto é importante ressaltar que a degradação das antocianinas para *E. precatoria* em reação ao tempo e temperatura exposta foi menor (1%) que para *E. oleracea* (2,3%) quando submetida aos mesmos processos. Os autores remetem essa diferença aos compostos fenólicos encontrados nas polpas de açaí, observado que para *E. precatoria* o composto majoritário foi cianidina-3-rutinosídeo (90% do total das antocianinas presentes), enquanto que para *E. oleracea* foi cianidina-3-glucosídeo (55% do total das antocianinas).

O açaí é um fruto, que contém quantidades significativas de uma classe distinta de flavonóides - as antocianinas, o que atribui propriedades antioxidantes a esse fruto (GALLORI et al., 2004). Os antioxidantes são compostos que atuam inibindo ou diminuindo os efeitos desencadeados pelos radicais livres. Esses compostos possuem um papel importante por combaterem os processos oxidativos, trazendo assim menores danos ao DNA e às macromoléculas, reduzindo os danos cumulativos que podem desencadear doenças como o câncer, cardiopatias e cataratas (SOUZA, 2000). Entre os produtos naturais com atividade antirradical livre, encontram-se ácidos ascórbicos e numerosos compostos fenólicos (ARAÚJO, 1995).

Pacheco-Palencia et al. (2009), estudando sobre a composição físico-química e estabilidade térmica de açaí *E. precatoria* e *E. oleracea*, encontraram nos compostos fenólicos uma presença majoritária de antocianinas que correspondem a aproximadamente 90% da capacidade antioxidante total dos frutos do açaí para as duas espécies.

Nas últimas décadas, os estudos das potencialidades antioxidantes do açaí têm se intensificado, principalmente em função do seu apelo como agente terapêutico em várias doenças crônico degenerativa, diabetes, câncer e disfunções cardiovasculares (CORRÊA et al., 2010). Estudos demonstraram que o açaí também apresenta uma ação anti-hipertensiva e anti-inflamatória (OLIVEIRA et al., 2002). Dentre os compostos antioxidantes, as antocianinas foram conhecidas por suas diversas propriedades farmacológicas e propriedades medicinais, incluindo anticarcinogênica e antimicrobiana, prevenindo a oxidação de proteínas de baixa densidade (KUSKOSKI et al., 2002).

### 3.5 MÉTODOS DE ANÁLISE DE COMPOSTOS ANTIOXIDANTES

Avaliar a capacidade antioxidante dos alimentos é muito importante, pois prediz o potencial antioxidante para ingestão humana, além de determinar a oxidação e deterioração do alimento. Existem vários métodos de medir a atividade antioxidante de substâncias e alimentos, no entanto todos têm a presença de um agente oxidante. Esses métodos são divididos em dois grupos: o primeiro se baseia na captura de radicais livres; o segundo, na determinação da oxidação de uma molécula alvo (LIMA, 2008).

Na tabela abaixo (TABELA 1), foram descritos três dos mais importantes métodos para mensurar a capacidade antioxidante *in vitro*. A capacidade de redução de metal (FRAP - ferric reducing antioxidant power, CUPRAC - cupric ion reducing), a capacidade de remoção de radical orgânico (ABTS - 2,20-azino-bis (ácido 3-ethylbenzthiazoline-6-sulfônico) e DPPH - peroxidação do 2,2-difenil-1-picrylhydrazil). Cada método apresenta peculiaridades e dependendo da natureza dos compostos presentes na constituição de cada fruta, deve-se fazer a escolha do método mais adequado (SUCUPIRA et al., 2012).

### 3.6 FRUTAS TROPICAIS NA COMPOSIÇÃO DE NÉCTAR

Na Amazônia as florestas brasileiras possuem uma grande variedade de frutas tropicais com alto potencial de processamento para fins alimentícios. Um cenário que vem favorecendo uma demanda crescente do consumo interno e externo de sucos e polpas, potencializando a produção e exportação desses produtos (MAIA et al., 2007). Dentre essas variedades, encontra-se o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum* Shum). O cupuaçuzeiro é uma fruteira de grande importância para a região amazônica, pertence à família Sterculiaceae e gênero *Theobroma*. Esta espécie é encontrada espontaneamente nas áreas de mata do sul e nordeste da Amazônia oriental brasileira, nordeste do Maranhão e também na região amazônica de países vizinhos (SCHWAN, 2000).

O principal consumo da fruta do cupuaçu é a sua polpa devido ao sabor ácido não é comum misturar a outras frutas, sendo utilizados para fabricação de sucos, sorvetes, licores, geleias, conservas e doces (BASTOS et al., 2002). O fruto já vem sendo estudado há décadas e tem apresentado um alto interesse na indústria de tecnologia de alimentos. Barbosa (1979) pesquisou os componentes voláteis do cupuaçu que segundo o autor, o aroma é um dos principais atrativos do fruto. A polpa e a

semente são os principais produtos de importância para o processamento de derivados do fruto na indústria de alimentos. A polpa tem sido estudada como matéria-prima para néctar; entretanto, é usada em sorvetes, geleias, purês e polpa enlatada (BARBOSA, 1979).

As bebidas mistas a base de frutas são, atualmente, objeto de estudos por apresentarem uma demanda crescente desses produtos de um público preocupado com uma alimentação mais saudável (SOUZA et al., 2010). Carvalho et al. (2011), em sua pesquisa formularam um néctar de cupuaçu e avaliaram a aceitação sensorial do produto sob diversas temperaturas, ressaltaram ainda que o cupuaçu é um fruto com grande potencial de aproveitamento na agroindústria e observaram também que sua vida-de-prateleira é curta, devido à temperatura dos locais de origem desse fruto.

**TABELA 1. DIFERENTES MÉTODOS PARA QUANTIFICAÇÃO DA CAPACIDADE ANTIOXIDANTE.**

Métodos	Características	Vantagens	Desvantagens
FRAP ( <i>Fe<sup>3+</sup> + TPTZ (ferro [III] -2,4,6-tripiridyl-s-triazina)</i> )	<p>Promove a redução do íon ferro por meio de doação de elétrons;</p> <p>O radical FRAP apresenta uma coloração azul intensa após a reação;</p> <p>Absorve a energia na região de 600 nm;</p>	<p>Relativamente barato;</p> <p>Fácil e manuseio rápido;</p> <p>Mensurado em espectrofotômetro;</p> <p>Alta reprodutibilidade dos resultados.</p>	<p>Analistas não treinados podem ter dificuldade com a repetibilidade do método;</p> <p>Dificuldade de mensurar a atividade em moléculas muito grandes;</p> <p>Dependente do tempo de análise e o meio de reação devem ser realizadas a pH ácido (HUANG et al., 2005).</p>
ABTS•+ ( <i>2,29-azinobis-(3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico)</i> )	<p>Mede a capacidade de um antioxidante como doador de hidrogênios ou elétrons;</p> <p>Método se baseia na descoloração do ABTS;</p> <p>Leitura se dá 734 nm;</p> <p>Possui cromóforo, que ao interagir com o persulfato de potássio gera uma solução de cor azul/verde.</p>	<p>Fácil aplicação e rápido;</p> <p>Ensaio relativamente barato;</p> <p>Utilizado em hidrofílicos e hidrofóbicos;</p> <p>Radical estável.</p>	<p>Analistas não treinados podem ter dificuldade com a repetibilidade do método;</p> <p>Dificuldade de mensurar a atividade em moléculas muito grandes;</p> <p>Dificuldade em análises de amostras com coloração verde (presença de clorofila) (AWIKA et al., 2003).</p>
DPPH ( <i>1,1- difenil-2-picrilhidrazila)</i>	<p>Método químico, para determinar a capacidade antioxidante de um composto em sequestrar radicais livres;</p> <p>O DPPH (2,2-difenil-1-picrilidrazil) é um radical de nitrogênio orgânico;</p> <p>Cor violeta, que possui absorção na faixa de 515-520 nm;</p> <p>A redução do radical DPPH é monitorada pelo decréscimo da absorbância durante a reação (PRADO, 2009).</p>	<p>Único para a realização da reação da amostra com DPPH em metanol / água;</p> <p>É comparável ao de outros métodos;</p> <p>Podem ser utilizados em solventes aquosos e orgânicos não polares;</p> <p>Usados em hidrófilos e lipófilos;</p> <p>Método preciso, prático e relativamente barato (SANCHEZ-MORENO et al. 1998);</p>	<p>Utilização de ácido ascórbico como o padrão;</p> <p>Dúvidas sobre a determinação direta de DPPH obtida a partir da curva de calibração;</p> <p>Radical DPPH interage com outros radicais;</p> <p>DPPH é sensível a algumas bases de Lewis e tipos de solventes, bem como de oxigênio (ROGINSKY, 2005).</p>

## REFERÊNCIAS

AMES, B. N.; SHIGENAGA, M. K.; HAGEN, T. M. **Oxidants, antioxidants, and the degenerative diseases of aging**. Proceedings of the National Academy Science of the united States of America, Washington, DC, v. 90, n. 17, p. 7915–7922, 1993.

FOSSSEN, T.; CABRITA, L.; ANDERSEN, O. M. Colour and stability of pure anthocyanins influenced by pH including the alkaline region, **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 63, n. 4, p. 435-440, 1998.

ANDERSON, D. **Antioxidant defences against reactive oxygen species causing genetic and other damage**. Mutation Research: fundamental and molecular mechanisms of mutagenesis, Amsterdam, v. 350, n. 1, p.103-108, 1996.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA. IX Lista de alegações de propriedade funcional aprovadas. **In: ALIMENTOS com Alegações de Propriedades Funcionais e ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos**, 2013. Disponível em: <<http://portal.anvisa.gov.br>> Acesso em: 15 março 2015.

AWIKA, J. M.; ROONEY, L. W.; Wu, X.; PRIOR, R. L.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Screening methods to measure antioxidant activity of sorghum *Sorghum bicolor* and sorghum products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry** v.51, n. 23, p. 6657-6662, 2003.

BARBOSA, W. C., DE NAZARÉ, R. F. R., NAGATA, I. **Estudos físicos e químicos de frutos: bacuri (*Platonia insignis*), cupuaçu (*Theobroma grand diflorum*) e murici (*Byrsonima crassifolia*)**. In Congresso Brasileiro de Fruticultura. 5, 797-808, 1979.

BASTOS, M. S. R.; GURGEL, T. E. P.; SOUZA FILHO, M. S. M.; LIMA, I. F. B.; SOUZA, A. C. R.; SILVA, J. B. Efeito da aplicação de enzimas pectinolíticas no rendimento da extração de polpa de cupuaçu. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.24, n.1, p. 240-242, 2002. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452002000100051>>. Acesso em: 17 mar. 2015.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, n. 2, p. 123-130, 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento técnico geral para fixação dos padrões de identidade e qualidade para polpa de fruta. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 10 de jan. de 2000.

BRAVO, L. Polyphenols: chemistry, dietary sources, metabolism, and nutritional significance. **Nutrition Reviews**, New Jersey, v. 56, n. 11, p. 317-333, 1998.

BRIDLE, P.; TIMBERLAKE, C.F. Anthocyanins as natural food colours – selected aspects. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 58, n. 1-2, p. 103-109, 1997.

CALZAVARA, B. B. As possibilidades do açaizeiro no estuário amazônico. **Boletim da Faculdade de Ciências Agrárias do Pará**, Belém, v. 5, p.63-92, 1972.

CAO, G.; SOFIC, E.; PRIOR, R. L. Antioxidant and prooxidant behavior of flavonoids: Structure-activity relationships. **Free Radical Biology & Medicine**, Amsterdam, v. 22, n. 5, p. 749-760, 1997.

CASTRO, A.; BOVI, M. L. A. Assaí. **In: CLAY, J. W.; CLEMENT, C. R. (Eds.). Selected species and strategies to enhance income generation from Amazonian forests.** Rome: FAO, (FAO Working Paper, 6). p. 58-67, 1993.

CAVALCANTE, P.B. **Edible fruits of Amazonia**. 6. ed. Belém: Museu Paraense Emílio Goeldi; Cejup; CNPq, p. 279, 1996.

CAVALCANTE, P. B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. Belém: CEJUP, p. 271, 1991.

CORRÊA, C. B.; CABRAL, L. M. C.; DELIZA, R.; MATTA, V. M. Obtenção de suco misto de açaí a partir da fração retida no processo de microfiltração. **Alimentos e Nutrição Araraquara**, v. 21, n. 3, p. 377 – 383, 2010.

GUTKOSKI, L. C.; PAGNUSSATT, F. A.; SPIER, F.; PEDÓ I. Efeito do teor de amido danificado na produção de biscoitos tipo semi-duros. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 27, n. 1, p. 119-124, 2007.

DAVIES, K. J. Oxidative stress: the paradox of aerobic life. **Biochemical Society Symposia**, London, v. 61, p. 1-31, 1995.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária (BR/DF). Joana Maria Leite de Souza. **Néctar misto de açaí, processo de produção e de conservação**. BR n. PI 0404457-6. 14 jul 2004, 21 mar 2006.

ETO, D. K.; KANO, A. M.; BORGES, M. T. M. R.; BRUGNARO, C.; CECCATO-ANTONINI, S. R.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Qualidade microbiológica e físico-química da polpa e mix de açaí armazenada sob congelamento. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 304-310, 2010.

FRANCIS, F.J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p. 181-207, 1982.

GALLORI, S.; BILIA, A.; BERGONZI, M.; BARBOSA, W.; VINCIERI, F. Polyphenolic Constituents of Fruit Pulp of *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí). **Cromatographia**, Berlim, v. 59, n. 11-12, p. 739-743, 2004.

GUTKOSKI, L. C., BONAMIGO, J. M. A., TEIXEIRA, D M. F., PEDÓ, I. Desenvolvimento de barras de cereais à base de aveia com alto teor de fibra alimentar. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 27, n. 2, p.355-363, abr.-jun. 2007.

HARBORNE, J. B.; GRAYER, R. J. **The anthocyanins**. In: THE FLAVONOIDS: advances in research since 1980. London: Chapman & Hall, London, p. 1-20, 1988.

HALLIWELL, B.; AESCHBACH, R.; LÖLINGER, J. ARUOMA, O. I. The characterization on antioxidants. **Food and Chemical Toxicology**, Oxford, v. 33, n. 7, p. 601-617, 1995.

HARBORNE, J. B.; WILLIAMS, C. A. Advances in flavonoid research since 1992. **Phytochemistry**, New York, v. 52, n. 6, p. 481- 504, 2000.

HENDERSON, A.; GALEANO, G. **Euterpe, Prestoea, and Neonicholsonia (Palmae: Euterpeinae)**. New York: New York Botanical Garden. **Flora Neotropica**, n.72 p.90, 1996.

HEREDIA, F.J.; FRANCIA-ARICHA, E.M.; RIVAS-GONZALO, J.C.; VICARIO, I. M.; SANTOS-BUEGA, C. Chromatic characterization of anthocyanins from red grapes-I. pH effect, **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 63, n. 4, p. 491-498, 1998.

HORTON, J. D.; KUTHBERT, J. A.; SPADY, D. K. Dietary fatty acids regulates hepatic low-density lipoprotein (LDL) transport by altering LDL receptor protein and mRNA levels. **Journal Clinical of Investigation**, New York, v. 92, n. 2, p. 743-749, 1993.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The chemistry behind antioxidant capacity assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 53, n. 6, p. 1841-1856, 2005.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Disponível em: [http://www.ibge.gov.br/home/estatística/pesquisa\\_resultados.php?](http://www.ibge.gov.br/home/estatística/pesquisa_resultados.php?) > Acesso em: 17 mar. 2015.

JACKSON, M. Potential mechanisms of action of bioactive substances found in foods. In: GOLDBERG, G. (Ed). **Plants: diet and health**. Iowa: Blackwell Science for the British Nutrition Foundation, v. 4, p. 65-75, 2003.

JACQUES, A. C.; ZAMBIAZI, R. C. Fitoquímicos em amora-preta (*Rubus* spp). **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 1, p. 245-260, 2011.

KAHN, F.; GRANVILLE, J. Palms in forest ecosystems of Amazonia. **Ecological Studies**, Berlim, n. 95, p. 226, 1992.

KING, A. M. Y.; YOUNG, G. Characteristics and occurrence of phenolic phytochemicals. **Journal of the American Dietetic Association**, Amsterdam, v. 99, n. 2, p. 213-218, 1999.

KONG, J. M.; CHIA, L. S.; GOH, N. K.; CHIA, T. F.; BROUILLARD, P. Analysis and biological activities of anthocyanins. Review. **Phytochemistry**, v. 64, n. 5, p. 923-933, 2003.

KUSKOSKI, E. M.; FETT, P.; ASUERO, A. G. Antocianos: un grupo de pigmentos naturales. Naturales: aislamiento, identificación y propiedades. **Alimentaria: Revista de Tecnología e Higiene de los Alimentos**, Barcelona, n. 339, p. 61-74, 2002.

LIMA, A. **Caracterização química, avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo, e identificação dos compostos fenólicos presentes no pequi (caryocar brasiliense, camb.)**. 2008. 219 f. Tese (Doutorado em Bromatologia) – Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2008.

MACHLIN, L. J.; BENDICH, A. Free radical tissue damage: protective role of antioxidant nutrients. **The FASEB Journal**, Massachusetts, v. 11, n. 2, p. 441-445, 1997.

MALACRIDA, C. R.; MOTTA, S. **Antocianinas em suco de uva: composição e estabilidade**. Boletim do Centro de Pesquisa e Processamento de Alimentos, v. 24, n. 1, p. 59-82, 2006.

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

MAIA, G. A.; SOUSA, P. H. M.; LIMA, A. S. **Processamento de sucos de frutas tropicais**. 1 ed. Fortaleza: Edições UFC, p. 320, 2007.

McLEAN, J. A.; KARADAS, F.; SURAI, P.; McDEVITTI, R.; SPEAKE, B. Lipid-soluble and water-soluble antioxidant activities of the avian intestinal mucosa at different sites along the intestinal tract. **Comparative Biochemistry and Physiology, Part B**, v. 141, n. 3, p. 366- 372, 2005.

MIRANDA, I. P. A.; RABELO, A.; BUENO, C. R.; BARBOSA, E. M.; RIBEIRO, M. N. S. **Palm fruits of Amazonia**. Manaus: MCT/INPA, p.120, 2001.

MULTON, J. L. **Aditivos y auxiliares de fabricacion em las industrias agroalimentarias**. 2 ed. Zaragoza: Acribia, p. 806, 1999.

OLIVEIRA, M. do S. P de.; NETO, J. T. F.; QUEIROZ, J. A. L de. **Cultivo do açaizeiro para produção de fruto**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, Circular Técnica, n.26, p.18, 2002.

OLIVEIRA, M. do S. P de; CARVALHO, J. E. U de; NASCIMENTO, W. M. O do. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. Jaboticabal: Funep, p. 2, n. 7 (Série Frutas Nativas), 2000.

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

PRADO, A. **Composição fenólica e atividade antioxidante de frutas tropicais. Dissertação**. 2009. 107 f. (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, 2009.

PORTINHO, J. A.; ZIMMERMANN, L. M.; BRUCK, M. R. Efeitos benéficos do Açai. Beneficial effects of açai. **International Journal of Nutrology**, Catanduva, v. 5, n. 1, p. 15-20, 2012.

REIS, M. S.; GUERRA, M. P.; NODARI, R. O.; RIBEIRO, R. J.; REIS, A. Distribuição geográfica e situação atual das populações na área de ocorrência de *Euterpe edulis* Martius. In: REIS, M. S.; REIS, A. *Euterpe edulis* Martius. **Sellowia**, n. 49-52, p. 324-335, 2000.

ROCHA, F. V. N. **Regeneração in vitro de embriões zigóticos de açaizeiros (*Euterpe oleracea* Mart.)**. 1995. 26 f. Monografia (Graduação em Engenharia Agrônoma) - Universidade Federal do Pará, Belém, 1995.

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

ROGEZ, H. **Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação**. Belém: Ufpa, p. 313, 2000.

ROGINSKY, V.; LISSI, E. A. Review of methods to determine chain-breaking antioxidant activity in food. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 92, n. 2, p. 235-254, 2005.

SANCHEZ-MORENO C., LARRAURI J.A., SAURA-CALIXTO F. A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of Science Food and Agriculture**, v. 76, p. 270-276, 1998.

SIKORA, E.; CIESLIK, E.; LESZCZYNSKA, T. The antioxidant activity of selected cruciferous vegetables subjected to aquathermal processing. **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 107, n. 1, p. 50-55, 2008.

SOUZA J. N. S. de. Caractérisation et quantification des anthocyanines du fruit de l'açayer (*Euterpe oleracea*). Belgique: Univ. Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve. **Mémoire de DEA en Sciences et Technologie des Aliments**, p. 72, 2000.

SOUZA, p. H. M.; RAMOS, A. M.; MAIA, G. A.; BRITO, E. S.; GARRUTI, D. S.; FONSECA, A. V. V. Adição de extrato de *Gingo biloba e Ponax ginseng* em néctar misto de frutas tropicais. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 30, n. 2, p. 463-470, 2010.

SUCUPIRA, N. R.; SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; COSTA, J. N. Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. UNOPAR **Cient Ciênc Biol Saúde**; n.14, v. 4 p. 263-9, 2012

VASCONCELOS, M. A. M. GALEÃO, R. R.; CARVALHO, A. V.; NASCIMENTO, V. **Práticas de colheita e manuseio do açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, n.251 p. 20, 2006.

WANG, H., CAO, G., PRIOR, R. L. Total antioxidant capacity of fruits. **Journal of agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 44, p. 701-705, 1997.

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA-FILHO, D. F.; YUYAMA, K.; VAREJÃO, M. J.; FÁVARO, D. I. T.; VASCONCELLOS, M. B. A.; PIMENTEL, S. A.; CARUSO, M. Caracterização física, físico-química, nutricional e funcional do suco de açaí de Euterpe precatória Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 41, n. 4, p. 545-552, 2011.

YUYAMA. L. K. O.; ROSA, R. D.; AGUIAR, J. P. L.; NAGAHAMA, D.; ALENCAR, F. H.; YUYAMA, K.; CORDEIRO, J. W. O.; MARQUES, H. O. Açaí (*Euterpe*

*oleracea* Mart.) e Camu-Camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh possuem acao anti anemica? **Acta Amazônica**, Manaus, v. 32, n. 4, p. 625-633, 2002.

ZHENG, W.; WANG, S. Y. Antioxidant activity and phenolic compounds in selected herbs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 49, p. 5165-5170, 2001.

#### 4. CAPITULO 1

CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA E CAPACIDADE ANTIOXIDANTE DA  
POLPA DE AÇAÍ: uma comparação entre *E. oleracea* e *E. precatória*

## RESUMO

Os açazeiros das espécies *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* Mart são nativos da região amazônica, sendo *E. oleracea* predominante do gênero nesses ecossistemas. No estado do Acre a ocorrência dominante é da espécie *Euterpe precatoria*. O município de Feijó - Ac é popularmente conhecido como a “terra do açaí”. Segundo os consumidores acrianos, o açaí (*E. precatoria*) de Feijó apresenta sabor, cor e aroma diferentes em relação a outras regiões do estado. Portanto o objetivo deste trabalho foi de caracterizar e comparar as propriedades físico-químicas, bromatológicas e potencial antioxidante das polpas de açaí (*E. precatoria* e *E. oleracea*) de três localidades do Acre. As polpas de açaí das duas espécies não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para atividade antioxidante quando analisadas por meio dos métodos ABTS 2,2'-azinobis- (3-etil-benzotiazolina-6- ácido sulfônico), FRAP (poder antioxidante em redução férrica) e DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila). No entanto os maiores potenciais antioxidantes obtidos nas polpas de açaí foram por meio do método DPPH (Feijó = 2380; Porto Acre = 1303 e Rio Branco = 3068 mg.g<sup>-1</sup> E.A.G). Quanto à caracterização e comparação físico-química foram observadas diferenças significativas ( $p < 0,05$ ) entre as duas espécies nas características: ST, fibra bruta total, Na e Ca. As polpas de açaí *E. precatoria* (Feijó e Porto Acre), apresentaram um maior teor médio de sólidos solúveis (4,63 °Brix). Para os teores de fibra bruta total, as polpas de açaí *E. precatoria* (Feijó) apresentaram um menor teor médio (2,59%), diferindo significativamente das polpas de *E. precatoria* (Porto Acre) e *E. oleracea* (Rio Branco). Esses resultados, possivelmente, estão relacionados com uma textura mais cremosa e um sabor mais adocicado das polpas de açaí de Feijó, propriedades essas reconhecidas pelos consumidores dessa bebida. Portanto se faz necessário outros estudos que englobem as questões agrônômicas, ambientais e genéticas, a fim de verificar outros parâmetros que reforcem a tese da diferenciação do “açaí de Feijó”.

**Palavras-chave:** açaí, *Euterpe precatoria*, caracterização físico-química, capacidade antioxidante.

## ABSTRACT

The açai palm trees from genders *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria* Mart are native from Amazonia region, being *E. oleracea* predominant of gender in these ecosystems. In Acre State the dominant occurrence is the gender *Euterpe precatoria*. Feijó County, Acre State is popularly known as 'the açai's land'. According to Acre consumers, the açai wine from Feijó (*E. precatoria*) shows flavor, color and aroma different from the others related to the other regions of Acre State. Therefore, the main objective of this research was characterizing and comparing the physic chemical bromatological properties and antioxidant potential of açai pulps (*E. precatoria* and *E. oleracea*) from three locations in Acre State. Açai pulps of two genders didn't show significant differences ( $p > 0,05$ ) for antioxidant activity when analyzed through methods ABTS 2,2'-azinobis- (3-etil-benzotiazolinae6-sulphonical acid), FRAP (Ferric Reducing in Antioxidant Power) and DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila). However the highest antioxidant potentials obtained from açai pulps were verified through method DPPH (Feijó = 2380; Porto Acre = 1303 and Rio Branco = 3068  $\text{mg.g}^{-1}$  E.A.G). Regarding physic-chemical comparison and characterization it was watched significant differences ( $p < 0,05$ ) between two genders in the following characteristics ST, total full fiber, Na and Ca. Pulps from açai *E. precatoria* (Feijó and Porto Acre), showed a bigger average content of soluble solids (4,63 °Brix). To the contents of total full fiber, açai pulps *E. precatoria* (Feijó) showed a lower average content (2,59%), meaningfully contrasting from pulps of *E. precatoria* (Porto Acre) and *E. oleracea* (Rio Branco). These results, possibly, are related to a creamer texture and sweeter flavor in the açai pulps from Feijó, such properties including recognized by the consumers of this beverage. Therefore it is necessary other researches that join agronomical, environmental and genetic matters, in order to verify other parameters that reinforce the differential thesis of 'Feijó's açai'.

**Keywords:** açai, *Euterpe precatoria*, physic-chemical characterization, antioxidant capacity.

#### 4.1 Introdução

O açaizeiro é uma palmeira que ocupa um destaque cultural, econômico e social na região Norte do Brasil. Sua ocorrência se dá ao longo dos rios, igarapés, baixadas e áreas úmidas (QUEIROZ et al., 2001). O gênero *Euterpe* apresenta um maior predomínio nesses ecossistemas, destacando-se as espécies de *E. precatoria* e *E. oleracea*. No estado do Acre, as concentrações naturais de açaí são da espécie *Euterpe precatoria* Mart, conhecida popularmente como açaí-do-amazonas, açaí-da-mata, açaí-de-terra-firme e açaí solteiro. Esta espécie é muito comum nas matas da Amazônia Ocidental, nos estados do Amazonas, Acre, Rondônia e Roraima (RIBEIRO, 2004).

O açaí solteiro (*Euterpe precatoria* Mart) possui apenas um estipe (tronco) e sua altura pode atingir mais de 23 metros. É nativo do oeste da Amazônia brasileira, típico de florestas maduras, e ocorre tanto em áreas inundadas como em terra firme. É pouco resistente ao fogo e raramente ocorre em áreas desmatadas. Seus frutos são utilizados no preparo de uma bebida chamada popularmente de “vinho de açaí” (CYMERYYS; SHANLEY, 2005). Já o açaí de touceira (*Euterpe oleracea* Mart) é encontrado naturalmente em grandes populações na bacia do Solimões, ocorrendo em áreas de terra firme, várzea e baixio. É uma palmeira que possui perfilho, sendo uma das características que difere de *E. precatoria* (YUYAMA et al., 2011).

A região Norte do Brasil é a maior produtora e consumidora de açaí. Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística em 2014, a produção do Brasil foi de 184.253 t. Os estados com maior produção foram: Pará, com 109.759 t., Amazonas 66.642 t., Acre 4.020 t. e Amapá 2.225 t. No Acre, o município de Feijó é o segundo maior produtor de açaí, tendo respondido por cerca de 20% da produção estadual neste ano (IBGE, 2014).

Atualmente o consumo do açaí não se restringe somente à região norte. A demanda por esse fruto vem crescendo a cada dia, devido a seu expressivo valor nutricional. Sua polpa é fonte de fibras, minerais (cobre, boro, cálcio, manganês, magnésio, potássio e cromo), proteínas, lipídios, vitamina E e compostos fenólicos (ROGEZ, 2000).

Os compostos fenólicos ou polifenóis são substâncias ricamente distribuídas na natureza, já tendo sido detectadas em mais de 8.000 plantas. Dentre os compostos fenólicos majoritários encontrados no açaí, as antocianinas são as mais expressivas. Elas

são pigmentos naturais pertencentes à família dos flavonoides e são responsáveis pela coloração roxo-escuro do fruto do açaí (PACHECO-PALENCIA et al., 2007). Esse composto também apresenta um alto poder antioxidante (ETO et al., 2010; YUYAMA et al., 2002; ROGEZ, 2000). Um antioxidante é uma substância que previne ou retarda um substrato oxidável, ou seja, protege e repara os danos causados no organismo pelos radicais livres (HALLIWELL, 2006).

Já foram realizados diversos estudos que comprovaram o poder antioxidante da espécie de açaí *E. oleracea* (KUSKOSKI et al., 2005; SOUZA, 2000; KALT et al., 1999). No entanto, estudos analisando os perfis do poder antioxidante do açaí *E. precatória* em comparação com *E. oleracea* ainda são poucos.

Pacheco-Palencia et al (2009) analisaram o potencial antioxidante das duas espécies, e encontraram teores semelhantes de antocianinas, que representaram quase 90% do poder antioxidante das espécies. Quanto à composição físico-química, embora existam muitos estudos, os resultados disponíveis são eventualmente conflitantes, provavelmente devido à falta de padronização para a extração da polpa.

Do ponto de vista de produção, as épocas de safra das duas espécies são distintas. *E. oleracea* tem seu pico de produção do mês de janeiro a junho em épocas chuvosas e de setembro a dezembro em épocas de menor índice pluviométrico. Já a espécie *E. precatória* tem a safra de julho a dezembro (CAVALCANTE, 1996). Conhecer melhor a característica das duas espécies é fundamental quando se pensa em fornecer matéria-prima ao longo de todo o ano para as indústrias processadoras de açaí, reduzindo dessa forma substancialmente os custos de armazenamento na entressafra.

Culturalmente, a população acreana relata que existe um diferencial no sabor, textura, cor e aroma no açaí *E. precatória* nativo do município de Feijó em relação ao açaí de outras partes do estado. Apesar de não haver comprovação científica dessas diferenças, ocorre anualmente, em Feijó, o “festival do açaí”, uma festa popular que recebe pessoas de todo estado e de outros lugares do Brasil para saborear este produto e participar de outras atividades.

Fica claro, portanto, que são necessários estudos mais aprofundados das características de polpas das espécies de açaí que ocorrem nos distintos ecossistemas amazônicos. Assim, o objetivo do presente estudo foi de caracterizar e comparar as

propriedades físico-químicas, bromatológicas e potencial antioxidante das polpas de açaí (*E. precatória* e *E. oleracea*) de três localidades do Acre.

## 4.2 Material e métodos

### 4.2.1 Amostras

Para esse estudo foram utilizadas polpas de açaí das espécies *E. precatória* e *E. oleracea* Mart obtidas de três locais distintos, sendo os frutos coletados e realizado o processamento das polpas nos meses de março, maio e julho de 2015. As coletas foram realizadas em três municípios do estado do Acre, Feijó e Porto Acre (*Euterpe precatória*), e Rio Branco (*Euterpe oleracea*). Os frutos da espécie *E. precatória* foram provenientes de açazais nativos. Já os frutos da espécie *E. oleracea* foram coletados em um plantio experimental da Embrapa-Ac, no mesmo período das coletas realizadas para *E. precatória*. O plantio da espécie *E. oleracea* tem aproximadamente seis anos, sendo realizado nesse experimento irrigação e adubação de acordo com o recomendado para cultura.

As polpas de açaí *Euterpe precatória* – Feijó foram processadas em uma agroindústria caseira da região de acordo a tradição dos extrativistas locais. Para isto, os frutos foram submersos em água, em uma caixa d'água plástica de 500 litros, e posteriormente foram transferidos para um tacho com água fervendo e deixados por cerca de 30 minutos, visando o amolecimento do pericarpo. Após esse processo, os frutos foram despulpados em uma despulpadeira industrial modelo DES-10. Para cada quilo de fruto foi utilizada em média 1,5 litros de água para a obtenção das polpas de açaí. As polpas foram acondicionadas por 24 horas em freezer à -18 °C e após congelamento transportadas para Rio Branco em caixas térmicas.

As polpas de açaí *Euterpe precatória* - Porto Acre e de *Euterpe oleraceae* - Rio Branco, foram processadas no laboratório de Tecnologia de Alimentos da Embrapa Acre. Os frutos foram devidamente limpos e em seguida imersos em uma solução de água clorada equivalente a 250 ppm, durante aproximadamente 20 minutos. Ainda nesta etapa, os resíduos sólidos remanescentes foram descartados com auxílio de peneiras plásticas. Após higienização, os frutos foram colocados em balde de aço inox com água e aquecidos a 80 °C por 3 minutos, para o amolecimento do pericarpo e redução da contaminação microbiológica da superfície dos frutos. Após esse processo, os frutos

foram despolpados em despolpadeira industrial marca KOHLBACH e modelo DES-10. Para cada quilo de fruto de açaí foi utilizada uma quantidade média de água de 1,5 litros.

Após despolpamento, as amostras foram divididas em 500 mL e acondicionadas em sacos de polietileno, sendo posteriormente armazenas à temperatura de -18 °C até o momento das análises. Para todas as análises foram realizadas triplicata das amostras.

#### *4.2.2 Determinação da acidez titulável e pH*

Foi utilizado aproximadamente 1g das amostras diluídas em 50 mL de água destilada e acondicionadas em recipientes de 100 mL próprio ao uso do equipamento. Posteriormente foram realizadas as leituras.

Esta técnica utilizou à metodologia do Instituto Adolfo Lutz - IAL (1985), as análises foram realizadas em titulador automático e digital (EASYPLUS TITRATION). Para a calibração do aparelho foi utilizada as soluções tampões pH 7 e pH 4 à temperatura ambiente.

#### *4.2.3 Avaliação de sólidos solúveis*

Inicialmente as amostras *in natura* foram homogeneizadas com um bastão de vidro e com o auxílio de uma pipeta de Pasteur foram pipetadas duas gotas da amostra no prisma do refratômetro (POCKET REFRACTOMETER PAL-1) e anotados os valores lidos pelo equipamento, em °Brix. Esta análise seguiu a metodologia AOAC (2012).

#### *4.2.4 Determinação da umidade (%)*

Este método segue a metodologia de Silva e Queiroz (2006) com algumas adaptações. O procedimento realizado foi o de secagem em estufa com circulação forçada de ar a 105 °C por 12 horas, que consistiu com secagem prévia dos cadinhos vazios. Em seguida, os cadinhos foram retirados da estufa e deixados esfriar em dessecador à temperatura ambiente por uma hora, sendo posteriormente pesados em balança analítica. Após esse processo foram adicionados nos cadinhos 3 g da amostra,

sendo novamente pesados em balança analítica. Em seguida os cadinhos contendo a amostra foram colocados em estufa a 105<sup>0</sup> C por um período de 12 horas. Ao término deste tempo, os cadinhos foram colocados no dessecador para esfriar e posteriormente eles foram pesados novamente em balança analítica e registrado os pesos. Os resultados foram obtidos por meio da seguinte equação:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{(\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100}{\text{peso inicial}}$$

#### 4.2.5 Determinação de cinzas (%)

Para determinar o teor de cinza foi utilizada a metodologia AOAC (2012). A princípio foram utilizados cadinhos de porcelana colocando-os para secar por duas horas em estufa a 105<sup>0</sup>C. Posteriormente, os cadinhos foram colocados em dessecador por uma hora e pesados em balança analítica. Foi pesado aproximadamente 3,0 g da amostra seca, conforme preparada no item 4.2.4 e levada para mufla por duas horas a 600<sup>0</sup>C até a completa mineralização. Após este tempo, os cadinhos foram retirados da mufla e deixados esfriar a pelo menos 100<sup>0</sup>C. Em seguida foram colocados em dessecador até atingir temperatura ambiente. Ao término desse tempo os cadinhos foram pesados novamente em balança analítica. Os resultados foram obtidos por meio da seguinte equação:

$$\% \text{ cinzas} = \frac{(\text{peso inicial} - \text{peso final}) \times 100}{\text{peso inicial}}$$

#### 4.2.6 Avaliação de proteína bruta total (%)

Este procedimento foi baseado pelo método micro-Kjeldahl (AOAC, 2012), aplicando-se o fator 5,75. Este método é de determinação indireta, por não determinar a quantidade de proteína e sim o nitrogênio total. Para isto, foram pesados 300 mg da amostra seca preparada no item 4.2.4 e levados para o tubo de Kjeldahl. Foi adicionado 2g da mistura digestora e 5 mL de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, e levado para o digestor dando início ao processo de digestão a uma temperatura máxima de 350<sup>0</sup>C até obter o clareamento da solução. Posteriormente, foi adicionado 5 mL de água destilada e transferido para o tubo digestor com a amostra digerida para o conjunto de destilação e adicionado 25 mL de

NaOH. Foi colocado no erlenmeyer com capacidade de 250 mL, cerca de 5 mL de solução reparadora contendo água destilada e ácido bórico a 4% + indicador misto.

O volume foi destilado em aproximadamente 50 mL e titulado com HCl 0,02 N até a viragem do indicador misto (verde para rosa). Foi realizado o teste em branco com o objetivo de eliminar interferência e checar a correlação dos parâmetros de digestão.

$$\text{Proteína total (\%)} = [(V' - V) \times Fc \times N \times 6,25 \times 0,0014] \times 100$$

Onde:

V' = volume de HCL 0,02N gasto na titulação;

V = volume de HCL 0,02N gasto no teste em branco;

Fc = fator de correção HCL 0,02N;

N= normalidade;

P = peso da amostra em gramas;

5,75 = fator de conversão do nitrogênio em proteína;

0,014 = miliequivalente-grama do nitrogênio

#### 4.2.7 Determinação de extrato etéreo (%)

Para determinação de extrato etéreo, foi utilizada a metodologia Soxhlet (AOAC, 2012). A análise seguiu três passos:

1. Secagem da amostra: que consistiu em pesar 2 g das amostras em cartucho extrator e após a pesagem, os cartuchos foram levados para secar em estufa a 100 °C por cinco horas. Após esse procedimento, foram utilizados reboilers próprios para determinação de extrato etéreo, devidamente numerado e seco em estufa a 100 °C por uma hora. Ao término desse tempo, os béqueres foram colocados no dessecador para esfriar, sendo pesados e anotados os pesos. Depois dessa etapa as amostras colocadas anteriormente na estufa foram retiradas e colocadas no dessecador para esfriar.

2. Extração: Os reboilers devidamente numerados, os cartuchos de vidro do aparelho extrator e os cartuchos contendo as amostras foram alinhados em frente ao aparelho extrator de Soxhlet, Em seguida foram colocados no suporte do extrator os

cartuchos de vidro e os cartuchos contendo as amostras e adicionados 40 mL de éter dietílico anidro a cada reboilers. Para extração por quatro horas aproximadamente.

3. Destilação do éter e pesagem de extrato etéreo: Os reboilers com amostras foram colocados no destilador e deixados à temperatura máxima até apresentarem uma camada fina de éter no fundo. Após esse processo esses foram colocados na capela para o término da evaporação do éter, e posteriormente, foram levados para estufa de secagem a 105 °C por um período 12 horas. Após esse processo os reboilers foram esfriados em dessecadores, sendo pesados e registrados os respectivos pesos. Para obter os resultados de extrato etéreo foi calculada a diferença entre esse último peso e o peso do reboiler vazio.

#### *4.2.8 Avaliação de fibra bruta total (%)*

Esta análise seguiu o método de Van Soest (1967), adaptado para o digestor de fibras da ANKOM que utiliza sacos filtrantes ao invés de béqueres. Para a realização da análise foram utilizadas as amostras anteriormente secas em estufa a 105 °C e previamente desengorduradas pelo método de Soxhlet. As amostras passaram por digestão ácida e em seguida por digestão básica no digestor de fibras. Posteriormente as amostras foram lavadas com água quente, com acetona e levadas em estufa a 105 °C por 12 horas para secagem e posterior pesagem.

#### *4.2.9 Avaliação dos carboidratos totais (%)*

O método utilizado para essa análise foi descrito por Andrade (2006), que consiste no resultado pela diferença da somatória dos nutrientes anteriormente analisados com valor de 100. Para chegar o resultado final foi utilizada a seguinte fórmula:

CARBOIDRATOS (CHO) = 100- (% umidade + % cinzas + % proteínas + % lipídios)

#### *4.2.10 Determinação do valor energético (Kcal)*

Essa análise segue a metodologia descrita por Andrade (2006), que utiliza os fatores de conversão de ATWATER, que considera que após o processo metabólico fornece 4 kcal e cada grama lipídios fornece 9 kcal.

#### *4.2.11 Avaliação dos minerais, Ca, Mg, P, K, Na.*

A metodologia utilizada para analisar os minerais cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio (K) e sódio (Na), foi desenvolvida por Malavolta et al (1997). Já para as análises de potássio (K) e sódio (Na), utilizou-se fotometria de chama. Para Cálcio (Ca) e magnésio (Mg), os resultados foram obtidos por meio das leituras realizadas por espectrofotometria de absorção atômica (EAA). Por fim, para determinação do teor de fósforo (P), foi utilizada espectrofotometria ultravioleta (UV).

#### *4.2.12 Determinação do teor de antocianinas totais (AA)*

##### *Preparo dos extratos de açaí*

Com o auxílio de uma balança analítica foram pesadas, aproximadamente, 1g de polpa de açaí e adicionado 30 mL da solução de etanol-HCL (1,5N) (85:15%). A mistura foi homogeneizada em um homogeneizador de tubos por 2 minutos na velocidade 5 (velocidade média do equipamento). Em seguida, todo o conteúdo foi transferido para um balão volumétrico de 50 mL, completando-se o volume com etanol-HCL (1,5N) (85:15%). O extrato foi então transferido para um frasco de cor âmbar e deixado em repouso descansar por uma noite na geladeira à temperatura de 10 °C. Após esse processo o extrato foi filtrado e levado à leitura em espectrofotômetro (SHIMADZU e UV - 1800) a 535 nm (FRANCIS, 1982).

Para o cálculo foi utilizada a seguinte fórmula:

$$\text{Antocianinas (em mg/100g)} = \text{Absorbância} \times \text{fator de diluição}/98,2$$

#### *4.2.13 Determinação da cor instrumental*

A determinação da cor instrumental foi realizada usando colorímetro (Konica Minolta CM-600), operado no modo reflectância, com cubeta de quartzo para análise de líquidos, escala de cor CIE Lab ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), iluminante D65 e ângulo do observador de 10°. Foram obtidos os parâmetros  $L^*$ , que varia de branco (100) a preto (0),  $a^*$ , que varia de verde (valores negativos) a vermelho (valores positivos) e  $b^*$ , que varia de azul (valores negativos) a amarelo (valores positivos).

#### 4.2.14 Extração dos compostos fenólicos pelo método do ultrassom

Para as análises de capacidade antioxidante ABTS e FRAP foram preparados extratos de açaí obtidos pela técnica de extração por ultrassom, seguindo a metodologia descrita no trabalho de Morelli (2011) com algumas alterações. A extração por ultrassom foi feita em um banho-maria (Ultra Cleaning 1400, 40 khz, 80W, Unique Ind e Com. Ltda, Brasil). Inicialmente foram pesadas em balança analítica 10 g das amostras as quais foram acondicionadas em erlenmeyers de 125 mL de capacidade, contendo 100 mL do solvente de extração (Etanol 60%), e posteriormente foram submetidas ao ultrassom por 20 minutos a temperatura 50 °C. Após o processo de extração os extratos foram retirados do banho e resfriadas em água corrente e posteriormente filtradas a vácuo, utilizando papel de filtro Whatman nº 1. Os extratos filtrados foram transferidos para um balão volumétrico de 100 mL. Os mesmos foram utilizados para a determinação do potencial antioxidante pelos métodos ABTS e FRAP, descritos a seguir:

#### 4.2.15 Método ABTS 2,2'-azinobis- (3-etil-benzotiazolina-6- ácido sulfônico)

A atividade antioxidante total dos extratos de polpas de açaí pelo método radical livre ABTS+• foi avaliada de acordo com RE et al. (1999). O ABTS apresenta excelente estabilidade em determinadas condições de análise, no entanto o radical ABTS+• não é comercializado pronto para o uso sendo necessário ser gerado antes por reações químicas, como o persulfato de potássio. Sendo assim, para essa análise foram preparadas duas soluções estoque persulfato de potássio 2,45 mM (PM: 270,32) em água Milli-Q e solução do ABTS 7 mM (PM: 548,68) diluída na solução de persulfato 2,45 mM.

A solução do ABTS 7 mM (PM: 548,68) foi preparada anteriormente e mantida no escuro por 16 h à temperatura ambiente para ocorrer a oxidação da solução ABTS e a formação do radical ABTS+• e só depois a solução foi diluída com etanol até absorvância de 0,7 ( $\pm 0.02$ ) a 734 nm. Para alcançar essa absorvância a solução final com ABTS+• foi aquecida em banho-maria a 30 °C e realizada a leitura em espectrofotômetro.

Para construção da curva de calibração foi preparada uma solução padrão utilizando ácido gálico ( $0,1$  a  $0,01$  mg.mL<sup>-1</sup>) nas seguintes concentrações: 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, 50, 60 e 66 ppm. Para análise, os extratos de açaí preparados anteriormente

foram diluídos em 13,5 vezes em água Milli-Q, para ficar entre 20-80% da redução da absorvância do branco, de acordo com Rufino et al. (2007).

Em ambiente escuro transferiu-se para tubos de ensaio uma alíquota de 30 µL dos extratos de açaí diluídos em etanol e 3 mL da solução resultante do radical ABTS+•. Os tubos de ensaio foram levados a banho-maria à temperatura de 30 °C por 25 minutos e logo depois foi realizada as leituras em espectrofotômetro (SHIMADZU e UV - 1800), a 734 nm.

A curva de calibração foi obtida utilizando os padrões de ácido gálico e os resultados foram expressos em µmol equivalente de ácido gálico (mgEAG/g). Para chegar aos resultados foi utilizado a equação 1.

A absorvância do controle é 100% do radical ABTS+•.

$$\frac{ABS \text{ do controle} - ABS \text{ da amostra} \times 100\%}{ABS \text{ do controle}} = x$$

#### 4.2.16 Método FRAP (Poder Antioxidante em Redução Férrica)

Para determinar a atividade antioxidante pelo método FRAP, inicialmente preparou-se:

1. Tampão acetato: utilizando 300 mmol.L<sup>-1</sup> com pH final 3,6;
2. Solução TPTZ: utilizando 10 mmol.L<sup>-1</sup> em HCL 40 mmol.L<sup>-1</sup>;
3. Solução de FeCl<sub>3</sub>.6H<sub>2</sub>O 20 mmol.L<sup>-1</sup> em água destilada;
4. Para o preparo do reagente FRAP foi utilizado a concentração de (10:1:1), ou seja, 25 mL de tampão acetato, 2,5 mL da solução de TPTZ e por último acrescentou-se 2,5 mL de cloreto férrico. Assim que preparado e sua reação concluída, foi adicionado em tubos de ensaio, 2,4 mL do reagente FRAP citado a cima, 0,24 mL de água destilada e 0,08 mL do extrato de polpa de açaí preparado anteriormente da diluição da curva padrão. Foi preparada também uma solução de referência (branco), utilizando 0,5 mL de água destilada e 4,0 mL do reagente FRAP. Os tubos foram levados em banho-maria (MARCONI, Banho Metabolico Dubnoff, modelo MA 093) por 15 minutos, a 37 °C, e resfriados em água corrente por 4 minutos. Posteriormente, foram realizadas as leituras da absorvância em espectrofotômetro a 593 nm. As leituras obtidas foram comparadas com as leituras da curva padrão do ácido gálico traçada

posteriormente com as seguintes concentrações: 2, 4, 6, 8, 10, 20, 30, 40, 50, 60 ppm. Os resultados foram expressos em miligramas equivalentes de ácido gálico por grama de amostra (GAE/g amostra).

#### 4.2.17 Método DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila)

A atividade antioxidante foi determinada por meio da capacidade dos antioxidantes, presentes nas amostras, em sequestrar o radical estável DPPH (2,2-difenil-1-picril-hidrazila), conforme o método descrito por Rufino et al. (2007), com algumas adaptações. A extração do antioxidante da amostra foi obtida por meio de soluções de metanol, acetona e água (RUFINO et al, 2010). A análise foi realizada em triplicata. Em ambiente escuro acrescentou-se 3,9 mL de DPPH e 0,1 mL de cada diluição do extrato preparada anteriormente. Após 15 minutos da reação, foi realizada a leitura da absorbância a 515 nm em espectrofotômetro modelo SHIMADZU e UV – 1800. Foi realizado este procedimento de leitura com seis diluições/ concentrações diferentes (10, 20, 30, 40, 50 e 60 ppm) para cada extrato, obtidas a partir da concentração do extrato inicial.

Inicialmente foi realizado o cálculo da solução controle (Eq.1 curva do DPPH):

Para equação 1, foi utilizado a metade do valor obtido na leitura inicial do controle, valor esse que foi substituído pelo y (Eq.1) para encontrar o consumo em  $\mu\text{M}$  DPPH e, em seguida, foi transformado para g DPPH.

$$y = ax - b \text{ (Eq. 1)}$$

Equação da curva do DPPH.

Onde:

y = Absorbância inicial do controle/2

x = resultado em  $\mu\text{M}$  DPPH

O resultado final foi convertido para g DPPH, por meio da transformação:

$$\text{g DPPH} = (\mu\text{M DPPH} / 1.000.000) * 394,3 \text{ (peso molecular do DPPH)}$$

Para a determinação da equação da reta (Eq.2), construiu-se um gráfico com os resultados obtidos, lançando-se os valores de concentração (em mg/L) no eixo X e os valores das absorbâncias, no eixo Y. Foi determinada a equação da reta utilizada para o cálculo do valor do EC50 (quantidade de amostra necessária para reduzir em 50% a concentração inicial do radical DPPH pelo y (Eq.2)

Cálculo do EC<sub>50</sub>

$$Y = -ax + b \quad (\text{Eq. 2})$$

Onde:

y = Absorbância inicial do controle / 2

x = EC<sub>50</sub> (mg/L).

Para encontrar o resultado final da (Eq.3) que é expresso em g fruta (porção comestível) / g DPPH, foi dividido por 1.000 o valor resultante da (Eq.2) que é expresso em grama (g) e, em seguida, esse resultado foi dividido pelo valor encontrado em g DPPH da (Eq. 1)

**EC<sub>50</sub> expresso em g fruta / g DPPH**

$$\text{g fruta / g DPPH} = (\text{EC}_{50} \text{ (mg/L)} / 1.000 \cdot 1) / \text{g DPPH}$$

**(Eq. 3)**

X = EC<sub>50</sub> (mg/L).

#### *4.2.18 Análise estatística*

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado. A variável estudada foi: local nos níveis Feijó, Porto Acre e Rio Branco. As respostas obtidas foram acidez titulável, pH, sólidos solúveis, umidade, proteína, extrato etéreo, carboidratos, valor energético, cinzas, Ca, Na, P, K, Mg, atividade antioxidante e potencial antioxidante. Fazendo uso software MINITAB versão 17, os dados foram avaliados por análise de

variância (ANOVA). Para verificar diferenças entre as médias foi usado o teste de Tukey ao nível de 5% de significância.

### 4.3 Resultados e discussão

#### 4.3.1 Análises físico-químicas

Na Tabela 2, estão apresentados os valores médios e os desvios padrão das análises físico-químicas para polpa de açaí *E. precatoria* (Feijó), *E. precatoria* (Porto Acre) e *E. oleracea* (Rio Branco).

**Tabela 2.** Composição físico-química e bromatológica média das polpas de açaí (*E. precatoria* e *E. oleracea*).

Análises	Açaí <i>E. precatoria</i> Feijó	Açaí <i>E. precatoria</i> Porto Acre	Açaí <i>E. oleracea</i> Rio Branco
Acidez titulável (%)	1,11 ± 0,40 <sup>a</sup>	2,05 ± 1,40 <sup>a</sup>	0,69 ± 0,09 <sup>a</sup>
pH	4,56 ± 0,35 <sup>a</sup>	4,94 ± 0,05 <sup>a</sup>	5,29 ± 0,17 <sup>a</sup>
Sólidos solúveis (°Brix)	4,633 ± 0,46 <sup>a</sup>	4,156 ± 0,47 <sup>a</sup>	2,889 ± 0,40 <sup>b</sup>
Ratio	4,17±1,34 <sup>a</sup>	2,03±1,58 <sup>a</sup>	4,18±0,10 <sup>a</sup>
Umidade (%)	87,41 ± 2,19 <sup>a</sup>	87,52 ± 2,40 <sup>a</sup>	86,94 ± 5,42 <sup>a</sup>
Cinzas (%)	0,35 ± 0,09 <sup>a</sup>	0,31 ± 0,05 <sup>a</sup>	0,29 ± 0,08 <sup>a</sup>
Proteína Bruta Total (%)	0,86 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,95 ± 0,12 <sup>a</sup>	0,90 ± 0,27 <sup>a</sup>
Proteína Bruta Total (bs)	7,11 ± 0,57 <sup>a</sup>	7,66 ± 0,48 <sup>a</sup>	7,20 ± 1,33 <sup>a</sup>
Extrato Etéreo (%)	5,52 ± 0,41 <sup>a</sup>	4,81 ± 2,61 <sup>a</sup>	3,30 ± 0,99 <sup>a</sup>
Extrato Etéreo (%) (b.s)	34,78 ± 12,0 <sup>a</sup>	36,94 ± 12,62 <sup>a</sup>	26,40 ± 4,20 <sup>a</sup>
Fibras Bruta Total (%)	2,59 ± 0,03 <sup>b</sup>	3,82 ± 0,13 <sup>a</sup>	5,66 ± 2,69 <sup>a</sup>
Fibras Bruta Total (%) (b.s)	29,48 ± 12,0 <sup>b</sup>	31,22±4,54 <sup>a</sup>	42,19 ± 5,23 <sup>a</sup>
Carboidratos (%)	2,21 ± 1,07 <sup>a</sup>	2,59 ± 0,62 <sup>a</sup>	2,92 ± 1,50 <sup>a</sup>
Carboidratos (%) (b.s)	29,44±12,96 <sup>a</sup>	25,92±8,41 <sup>a</sup>	25,42±3,03 <sup>a</sup>
Valor energético (kcal)	61,94 ± 8,42 <sup>a</sup>	57,43 ± 21,86 <sup>a</sup>	44,93 ± 15,75 <sup>a</sup>
Valor energético (kcal) (b.s)	327,09±208,11 <sup>a</sup>	325,12±98,82 <sup>a</sup>	185,01±58,08 <sup>a</sup>
Ca	1,86 ± 0,20 <sup>b</sup>	1,92 ± 0,16 <sup>b</sup>	2,61 ± 0,36 <sup>a</sup>
Mg	1,36 ± 0,48 <sup>a</sup>	1,31 ± 0,18 <sup>a</sup>	0,75 ± 0,14 <sup>a</sup>
P	0,96 ± 0,16 <sup>a</sup>	0,96 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,96 ± 0,20 <sup>a</sup>

Cont. Tabela 2

<b>K</b>	3,16 ± 0,65 <sup>a</sup>	3,04 ± 0,29 <sup>a</sup>	2,51 ± 0,46 <sup>a</sup>
<b>Na</b>	0,00 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,15 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,00 ± 0,00 <sup>b</sup>
<b>Antocianinas (mg.100g<sup>-1</sup>)</b>	40,32±4,98 <sup>a</sup>	36,57±5,23 <sup>a</sup>	33,12± 5,98 <sup>a</sup>

Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ) em g/100g de matéria seca. \*b.s: base seca

A acidez titulável das polpas de açaí *E. precatória* (Feijó), *E. precatória* (Porto Acre) e *E. oleracea* (Rio Branco) não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre si. Tonon et al. (2009) estudando a influência da temperatura do ar de secagem sobre as características físico-químicas em suco de açaí em pó, encontraram para polpa *in natura* de *E. oleracea* uma acidez de 0,34%, valor esse mais baixo do que o encontrado nesse estudo para mesma espécie (0,69%). Essas diferenças de acidez encontradas para açaí na literatura para mesma espécie podem estar relacionadas com grau de maturação dos frutos na época da colheita e processamento. Chitarra e Chitarra (2005) relatam que a fase do amadurecimento do fruto é onde ocorre o aprimoramento das características sensoriais de sabores e odor, na qual pela síntese de açúcares acontece a redução da acidez e da adstringência.

Os valores de pH das polpas de todas as localidades estavam em conformidade com a legislação brasileira (BRASIL, 2000) que estipula valores de 4,0 a 6,2 e não apresentaram diferenças entre si. Oliveira et al. (2011) estudando as características físico-químicas e microbiológicas da bebida de açaí *E. precatória*, comercializada em Rio Branco, encontraram pH de 4,3 para bebida *in natura*, resultado semelhante para a mesma espécie referenciada nesse estudo.

Os valores encontrados para sólidos solúveis (<sup>0</sup>Brix) foram diferentes estatisticamente ( $p < 0,05$ ) entre as duas espécies, mostrando que as polpas de *E. precatória* oriundas de Feijó e Porto Acre apresentaram valores maiores (4,6 e 4,1 <sup>0</sup>Brix, respectivamente) quando comparadas as polpas de *E. oleracea* (2,8 <sup>0</sup>Brix). Alexandre et al. (2004) estudando sobre as características físico-química da espécie *E. oleracea* encontraram valores para sólidos solúveis de 3,2 <sup>0</sup>Brix, valor bem próximo do encontrado para *E. oleracea* nesse estudo (2,8 <sup>0</sup>Brix). Já *Ratio* (relação sólidos solúveis totais/acidez titulável) encontrados para as duas espécies não foram estatisticamente significativos ( $p > 0,05$ ) entre si.

O teor de ST tende a aumentar com o grau de maturação do fruto, pois o amido do fruto é hidrolisado e os açúcares complexos vão se transformando em açúcares simples, em convergência diminuem a acidez (CHITARRA e CHITARRA 2005). Neste caso, para esse estudo os frutos foram colhidos e beneficiados na mesma época, com a finalidade de evitar a questão citada acima. Portanto essa teoria não se aplica para esse estudo, pois as porcentagens de acidez nas duas espécies de açaí não diferiram ( $p > 0,05$ ), enquanto que <sup>0</sup>Brix foi significativamente maior ( $p < 0,05$ ) para espécie *E. precatoria*. Essa diferença no teor de açúcar possivelmente pode estar relacionada com a espécie, justificando assim o alto consumo de *E. precatoria* na região sudoeste da Amazônia, sendo no estado do Acre o maior consumo do “Açaí de Feijó”.

As porcentagens de umidade encontradas não diferiram entre si, sendo encontrados valores respectivos de 87,41 e 87,52% para *E. precatoria* (Feijó e Porto Acre) e 86,94% para *E. oleracea*. As porcentagens encontradas foram semelhantes às descritas na Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TACO), na qual consta para polpa de açaí congelado valor de umidade de 88,7% por 100g de parte comestível (NEPA-UNICAMP, 2011). Yuyama et al. (2011) mostraram resultado de umidade de 87,7 para suco de *E. precatoria* nativo de diversas cidades do Amazonas, sendo semelhante aos valores citados acima para esta espécie.

Para a análise do teor de cinzas, não houve diferenças significativas entre as polpas de *E. precatoria* (Feijó), *E. precatoria* (Porto Acre) e *E. oleracea* (Rio Branco), com valores respectivos de 0,35 0,31 e 0,29%. Na literatura foram encontrados valores médios de cinzas de 0,28% para polpa mix de açaí armazenado sob congelamento (ETO et al., 2010) e de 0,24% para polpa integral de *E. oleracea* (FREGONESI et al., 2010). Para essa análise não existem parâmetros na legislação, o que não a torna menos importante, visto a importância de expressar o teor de substâncias inorgânicas nas amostras.

No tocante aos teores de proteína não foram verificadas nas amostras diferenças significativas (TABELA 2). Oliveira et al. (2011), avaliando a qualidade de licor de açaí (*E. oleracea*), encontraram teor de proteína de 2,96% (b.u) e 26,42% (b.s) valores estes maiores que os encontrados neste estudo. Já Yuyama et al. (2011), estudando as características físico-químicas em suco de açaí (*E. precatoria*), oriundos de dez municípios da Amazônia, encontraram um teor médio de proteína de 0,82% (b.u), sendo similar ao apresentado nesse estudo. Pereira et al. (2002), estudando sobre a massa

específica de açaí (*E. oleracea*), demonstraram em sua caracterização físico-química um teor de proteína de 1,63% (b.u). Mesquita et al. (2014) estudando a composição centesimal de frutos do vale do Juruá-Amazonas obtiveram para *E. oleracea* um valor de proteína de 5,68%, apresentando um valor maior que os demais autores.

Para as porcentagens de extrato etéreo não foram encontradas diferenças significativas, sendo que para *E. precatoria* o valor médio encontrado das duas localidades foi de 35,66% (b.s) e para *E. oleracea* foi de 26,40% (b.s). Alexandre et al. (2004) encontraram 6,75 a 48,24% (b.s) de extrato etéreo em seu estudo sobre a conservação de açaí (*E. oleracea*) pela tecnologia de obstáculos. Já Pereira et al. (2002) encontraram valor de 6,49% extrato etéreo (b.s) para *E. oleracea*, estando dentro do intervalo encontrado pelo autor citado acima para a espécie. Alexandre et al. (2004) em seu trabalho avaliando a qualidade, pasteurização e acidificação da bebida da referida espécie, encontraram teor de extrato etéreo de 30,28 %.

A fração lipídica da polpa do açaí é composta por aproximadamente 24% de ácidos graxos saturados, 59% de ácidos graxos monoinsaturados e 17% de ácidos graxos poli-insaturados (ROGEZ, 2000). Os resultados de teores de lipídios para as duas espécies tiveram valores dentro do intervalo do padrão especificado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2000), que estabelece variação nos teores de lipídeos de 20 a 60% em base seca. Portanto os valores encontrados nesse estudo estão nos padrões para a espécie.

Quanto à composição de fibra, a espécie *E. oleracea* (Rio Branco) e *E. precatoria* (Porto Acre) diferiram estatisticamente de *E. precatoria* (Feijó) que apresentou menor teor de fibras (2,59%). Esse resultado pode estar relacionado com a textura ou cremosidade do “Açaí de Feijó”, já que é um dos atributos organolépticos principal reconhecido pela população local. Alexandre et al. (2004), estudando a composição centesimal de açaí *E. oleracea* médio congelado proveniente de Tomé (PA), encontraram teores de fibra (4,37%) próximo ao valor encontrado nesse estudo para a *E. oleracea*. Tonon et al. (2009), estudando as propriedades físico-químicas do suco de açaí (*E. oleracea*) encontraram valores semelhantes de fibras (4,52%). Vale ressaltar que a partir destes resultados, pode-se inferir que o beneficiamento de produtos derivados de açaí, os frutos de *E. precatoria* - Feijó são uma boa opção, devido um menor teor de fibras, pois economiza recursos financeiros e tempo no processo de beneficiamento.

As porcentagens de carboidratos não apresentaram diferença estatística significativa para as espécies estudadas, sendo encontrados para *E. precatoria* um valor médio de 27,68% (b.s) de carboidratos e para *E. oleracea*, 25,42%. (b.s). Mesquita et al. (2014) realizaram um estudo avaliando a composição centesimal de açaí (*E. oleracea*), na região do Juruá-Amazonas, no qual apresentaram em seu estudo porcentagem de carboidratos de 55,61% (b.s), superior quando comparado a este estudo. Os resultados apresentaram oscilações de valores, quando comparados à espécie *E. precatoria* estudada por Mesquita et al. (2014). Essas diferenças no teor de carboidratos podem estar relacionadas a diversos fatores como, à variação na quantidade de água utilizada no processo de extração, ao estágio de maturação dos frutos utilizados na produção da polpa congelada ou até mesmo a época de colheita dos frutos (TONON et al. 2009).

Os resultados mostraram que as polpas de açaí *E. precatoria* e *E. oleracea*, apresentam um valor energético de 44,93 a 61,94 kcal/100g, não apresentando diferenças significativas entre as espécies. Yuyama et al. (2011), observaram também um alto teor de energia demonstrando valor médio para polpa de *E. precatoria* de 49 kcal/100g e 55 kcal/100g para *E. oleracea*, atribuindo assim esse alto valor calórico à presença majoritária de lipídios, concordando com os elevados valores (48, 64 e 48,05 g/100g) encontrados nos estudos de caracterização físico-química de açaí realizados por Rogez et al. (1996), Pontes et al. (1998) e Carneiro (2000).

Quanto aos minerais, somente o cálcio e o sódio apresentaram diferenças significativas entre as amostras ( $p > 0,05$ ). O teor de cálcio das polpas de *E. oleracea* foram superiores (2,61mg/100g) quando comparadas com *E. precatoria* de Feijó (1,86mg/100g) e *E. precatoria* Porto Acre (1,92mg/100g). No entanto vale ressaltar que para a espécie *E. oleracea* cultivada no campo experimental da Embrapa, a espécie passou por todo o manejo de tratamentos culturais e adubação recomendados para cultura. Yuyama et al. (2011) encontraram para *E. precatoria* um valor médio maior para esse mineral (24,40 mg/100g) (b.s), sendo encontrado por Menezes (2008) valores ainda mais altos de cálcio (300 mg/100g) (b.s) em polpa de *E. oleracea* liofilizada. O mineral sódio foi encontrado somente em polpas de *E. precatoria* (Porto Acre), mostrando assim, que a sua presença não está relacionada com a espécie, já que é ausente para mesma espécie originária de Feijó. Yuyama et al. (2011) apresentaram em seu estudo um valor médio de sódio de 2 mg/100g para *E. precatoria*. Portanto essas diferenças nos teores desses minerais, provavelmente, podem estar relacionadas com as questões

agronômicas de disponibilidade de nutrientes do solo para planta, não sendo um diferencial em relação à espécie.

As determinações do conteúdo de antocianinas totais (AA) dos extratos de açaí não mostraram diferenças significativas entre as espécies *E. precatória* (Feijó e Porto Acre) e *E. oleracea*, sendo os valores encontrados respectivamente, de (40,32; 36,57 e 33,12 mg/100g). Texeira et al. (2008) e Kuskoski et al. (2005) encontraram valores menores para antocianinas em açaí *E. oleracea* (21,23 mg/100g e 2,8 mg/100g, respectivamente). Schauss et al. (2006) também encontraram para *E. oleracea* valor inferior de antocianinas (3,9 mg/100g) comparada aos valores encontrados nesse estudo. Já Constant (2003), em sua pesquisa com *E. oleraceae*, encontrou teores de antocianina de 127,33mg/100g de fruto, sendo um valor mais elevado que os referenciados acima para esta espécie. Uma possível razão para essas diferenças pode ser devida à alta instabilidade das antocianinas.

Pacheco-Palencia et al. (2007) mostraram um decréscimo de 20% no teor de antocianinas em açaí durante o processamento da polpa. Essas podem sofrer degradação por vários fatores, o que resulta na mudança da cor, surgimento de cor amarelada e formação de produtos insolúveis (LOPES et al., 2007). Já Rogez et al. (2011) concluíram que a cinética de acúmulo de antocianinas em frutos de açaí (*E. oleracea*) dependente de parâmetros ambientais e agrônômicos. Portanto baseado nos valores de antocianinas encontradas nas polpas de açaí (*E. precatória* e *E. oleracea*) é possível afirmar que as mesmas apresentaram teores elevados de antocianinas. Schauss et al. (2006) contribuíram ressaltando que as antocianinas fazem parte da maioria dos fotoquímicos presentes no açaí.

Os resultados de cor obtidos para as polpas de açaí *E. precatória* e *E. oleracea*, oriundas dos três municípios do Acre podem ser observados na Tabela 3. Nessa análise, as polpas de açaí (*E. precatória* e *E. oleracea*) não diferiram estatisticamente entre si ( $p > 0,05$ ) em relação aos padrões: luminosidade ( $L^*$ ), componente vermelho-verde ( $a^*$ ) e croma amarelo ( $b^*$ ). O fato de o parâmetro ( $a^*$ ) não diferir estatisticamente entre as amostras analisadas de açaí pode estar relacionado com concentrações semelhantes de antocianinas nas mesmas, já que a concentração de antocianina afeta diretamente a cor (LOPES et al. 2007). Outro parâmetro que interfere diretamente na cor é o pH, e para esse parâmetro ocorreu similaridade nas polpas estudadas. Estudos tem demonstrado que

a cor, assim como o valor nutricional, é parâmetro de determinação na qualidade dos alimentos (DUZZIONI, 2009).

**Tabela 3** - Média dos parâmetros de cor L, a\* e b\* das polpas de açaí *E precatória* e *E oleracea* in natura.

Parâmetro	<i>Euterpe precatória</i>		<i>Euterpe oleracea</i>
	Feijó	Porto Acre	Rio Branco
<b>L</b>	6,00 ± 0,38 a	5,62 ± 0,34 a	5,87 ± 0,26 a
<b>a*</b>	0,10 ± 0,06 a	0,15 ± 0,04 a	0,10 ± 0,05 a
<b>b*</b>	-0,74 ± 0,06 a	-0,87 ± 0,28 a	-0,84 ± 0,01 a

\* Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem estatisticamente entre si (p > 0,05) \* em g/100g de matéria seca.

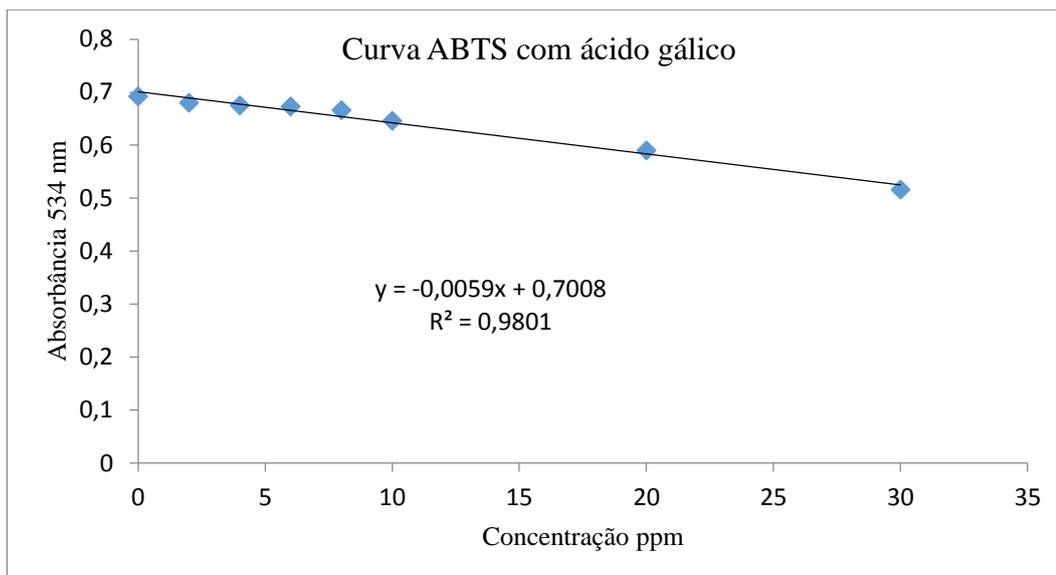
#### 4.3.2 MÉTODO ABTS 2,2'-azinobis- (3-etil-benzotiazolina-6- ácido sulfônico)

Os resultados da capacidade antioxidante dos extratos das polpas de açaí (*E. precatória* e *E. oleracea*), obtidos por meio da extração por ultrassom e avaliados pelo método ABTS estão expressos na Tabela 3. Os resultados foram comparados com a curva padrão construída com ácido gálico e expressa em miligramas equivalente de ácido gálico, cuja equação está mostrada na Figura 3.

**Tabela 4.** Atividade antioxidante pelo método ABTS dos extratos das polpas de açaí (mg/g de amostra de equivalente em ácido gálico - E.A.G) em base úmida.

Método ABTS	<i>Euterpe precatória</i>		<i>Euterpe oleracea</i>
	Feijó	Porto Acre	Rio Branco
	0,43 ± 0,07 a	0,44 ± 0,02 a	0,35 ± 0,04 a

\*Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p>0,05)



**Figura 3.** Curva padrão de ácido gálico para análise do potencial antioxidante pelo método ABTS

Para essa análise os valores de atividade antioxidante dos extratos de açaí não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre si quando analisados pelo respectivo método. O valor médio encontrado para os extratos de *E. precatória* e *E. oleracea* (das duas localidades) foram, respectivamente, de 0,43 e 0,35 mg/g E.A.G em base úmida. Canuto et al. (2010) estudando a caracterização físico-química de polpas de frutas da Amazônia quanto a atividade antirradical livre por meio do método ABTS, encontraram um potencial antioxidante para polpas de açaí (*E. Oleracea*) de 10,0  $\mu\text{mol TROLOX. L}^{-1}$ , sendo esse valor maior que o encontrado para *E. oleracea* (0,35 mg/g E.A.G) nesse estudo. Na literatura estudada os trabalhos relacionados com a capacidade antioxidante do açaí geralmente são realizados com padrão Trolox. Vale ressaltar que as polpas de açaí possuem um alto potencial antioxidante, no entanto a maior concentração dos compostos fenólicos se encontra no fruto do açaí *in natura*. Paludo (2013).

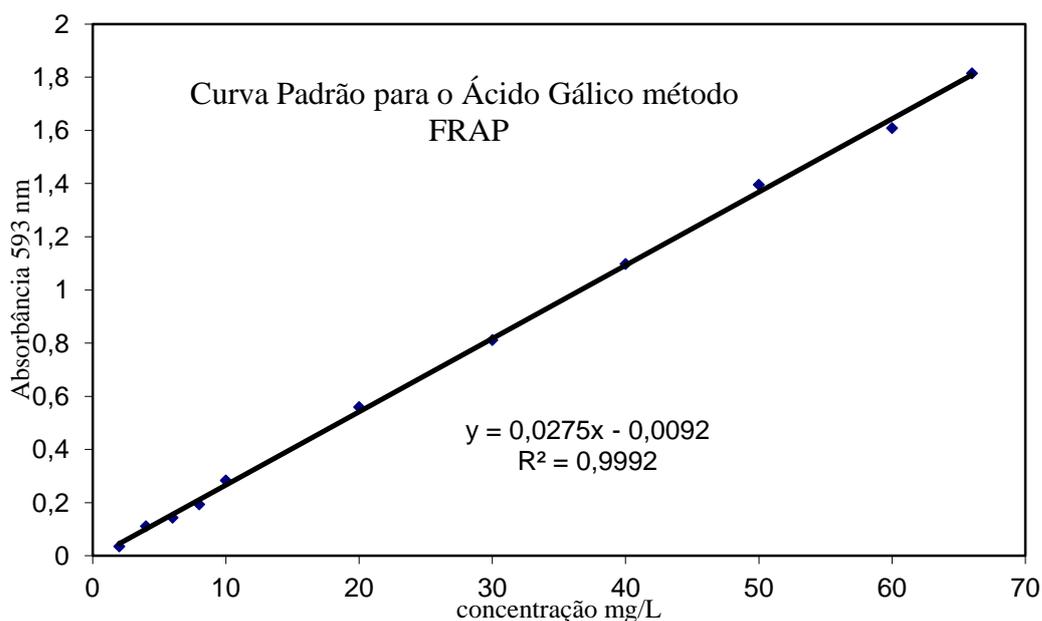
#### 4.3.3 MÉTODO FRAP (Poder Antioxidante em Redução Férrica)

As amostras dos extratos das polpas de açaí analisadas pelo método FRAP não apresentaram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) entre si (Tabela 5). Os resultados foram comparados com a curva padrão que foi construída com ácido gálico e expressa em miligramas equivalente de ácido gálico, cuja equação esta mostrada na Figura 4.

**Tabela 5.** Atividade antioxidante pelo método FRAP dos extratos das polpas de açaí (mg/g de amostra de equivalente em ácido gálico- GAE) em base úmida.

Método FRAP	<i>Euterpe precatória</i>		<i>Euterpe oleracea</i>
	Feijó	Porto Acre	Rio Branco
	7,23 ± 1,86 a	6,88 ± 0,42 a	5,48 ± 0,64 a

\*Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p>0,05)



**Figura 4.** Curva padrão de ácido gálico para análise do potencial antioxidante pelo método FRAP.

Os resultados na Tabela 5 mostraram um perfil diferente das análises realizadas pelo método anterior (ABTS) Tabela 4, ou seja, as porcentagens do potencial antioxidante das mesmas amostras foram bem maiores pelo método FRAP.

Kuskoski et al. (2005) analisando a atividade antioxidante de onze tipos de polpa de frutas utilizando diferentes métodos, verificaram que a atividade antioxidante das polpas de açaí (*E. oleracea*) foi menor somente em relação as polpas de acerola, manga e morango. Morelli, (2011) em seu estudo avaliando compostos fenólicos em geleia de uva por meio do método FRAP, encontrou um poder de capacidade antioxidante em geleia (6% de casca de uva) de 2,58 mg GAE/g de uva. Vale ressaltar que a atividade antioxidante de frutas é determinada pela presença de diferentes

antioxidantes com diferentes mecanismos de ação, podendo existir interações sinérgicas, por esses fatores é justificada a necessidade de combinação de mais de um método para determinar a atividade antioxidante in vitro (PÉREZ JIMÉNEZ e SAURO-CALIXTO, 2006). Além do mais, para referenciar valores de capacidade antioxidante de frutas e frutos citados nas literaturas, não é uma tarefa muito fácil, tendo em vista que os padrões utilizados para os cálculos das análises e as unidades de medida expressas nos resultados finais são bastante discrepantes.

Existem possíveis explicações para que as mesmas amostras não obtenham o mesmo resultado para todas as metodologias, podendo ser, por diferentes características e mecanismo de ação dos compostos bioativos das amostras, os reagentes, os princípios dos métodos ou possíveis erros de análise (MELO et al., 2006).

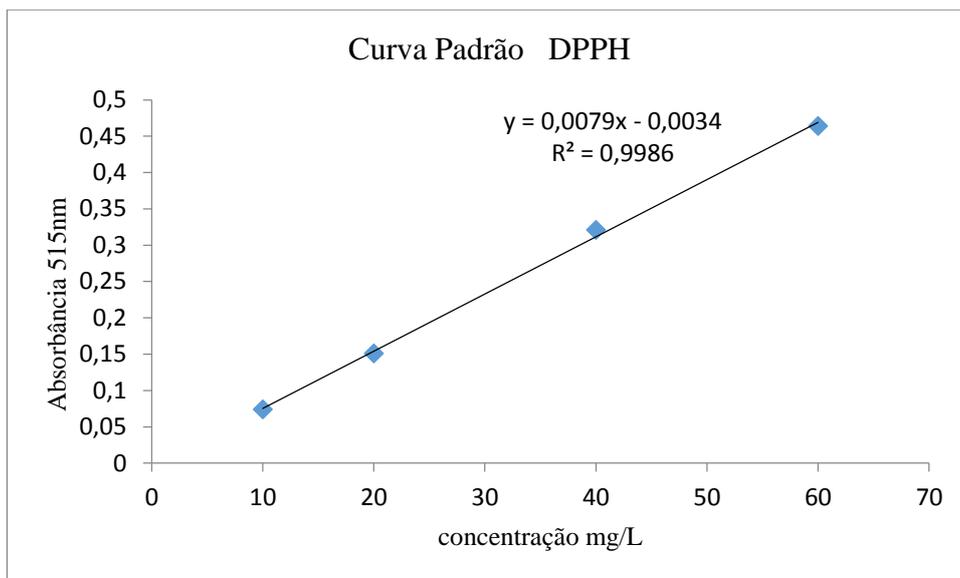
#### 4.3.4 MÉTODO DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila)

A capacidade antioxidante dos extratos das polpas de açaí (*E. precatória* e *E. oleracea*) obtidos por meio de sequestro do radical DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila), estão expressos na Tabela 6. Os resultados foram comparados com a curva padrão construída com a solução de DPPH e expressa em g fruta.g<sup>-1</sup> DPPH, mostrado na Figura 5.

**Tabela 6.** Atividade antioxidante pelo método DPPH (1,1- difenil-2-picrilhidrazila) dos extratos das polpas de açaí de açaí (*E. precatória* e *E. oleracea*)

Método DPPH	<i>Euterpe precatória</i>		<i>Euterpe oleracea</i>
	Feijó	Porto Acre	Rio Branco
	2.380 ± 1269 a	1.306± 142 a	3.068 ± 802 a

\*Médias com letras iguais, na mesma linha, não diferem significativamente entre si (p>0,05)



**Figura 5.** Curva padrão da solução de DPPH para análise de atividade Antioxidante pelo método DPPH.

O potencial antioxidante dos extratos de açaí foi avaliado pela sua capacidade de inibir a oxidação do radical DPPH e expresso por EC50, definido como a concentração de antioxidante capaz de causar uma diminuição na concentração inicial de DPPH em 50% (HUNG et al, 2005), sendo que quanto maior o valor de EC50, menor a sua capacidade de inibição. Para essa análise não houve diferença significativa entre o potencial antioxidante dos extratos de açaí, cujo valor médio encontrado para *E. precatoria* das duas localidades foi de 1.843 g fruta.g<sup>-1</sup> e 3.068 g fruta.g<sup>-1</sup> para *E. oleracea*. Malcher (2011), estudando a influência da sazonalidade sobre a capacidade antioxidante em açaí *E. oleracea* de três localidades dos estados de Macapá e Pará, encontrou por meio do método DPPH, valores médios de inibição da atividade antioxidante de 692,03; 692,03 e 749,12g fruta/ g DPPH, respectivamente. O autor citado acima concluiu que a sazonalidade influencia na atividade antioxidante do açaí, sendo observado que a maior atividade antioxidante foi nos frutos colhidos entre os meses de julho a outubro. Para esse estudo os frutos de *E. precatoria* e *E. oleracea* foram colhidos nos meses de março, maio e julho, sendo que para o estado Acre o verão é chuvoso e o inverno é seco e tem temperaturas baixas. Portanto não é viável comparar os resultados de atividade antioxidante de frutos de açaí colhidos em diferentes condições edafoclimáticas. Além do mais a literatura científica para esses estudos mostram dados variados de diferentes diluições das amostras, tipos de solventes e utilização de outros métodos para medir a atividade antioxidante, visto que cada amostra apresenta um poder antioxidante e comporta-se de forma diferente em cada tipo de análise (ROCHA et al, 2013).

## 5. CONCLUSÕES

As polpas de açaí *E. precatoria* (Feijó e Porto Acre) são mais adocicadas por apresentarem um maior teor de sólidos solúveis;

Os teores de fibra diferiram significativamente ( $p < 0.05$ ) para as polpas de *E. precatoria* (Feijó), que apresentaram um valor médio menor que as demais polpas estudadas;

A capacidade antioxidante das polpas *E. precatoria* e *E. oleracea* não diferiram estatisticamente.

Os resultados de fibra e sólidos solúveis para *E. precatoria* (Feijó), possivelmente podem estarem relacionados com uma textura mais cremosa e um sabor mais adocicado, atributos reconhecidos popularmente pelos consumidores dessa bebida.

## 6. CONSIDERAÇÕES GERAIS

Foi comprovada a necessidade de melhoria no processamento para a obtenção do néctar misto, em termos de equipamentos específicos, que possam otimizar o processamento do desengorduramento do açaí em escala industrial, sem que o mesmo perca seus compostos bioativos.

O néctar misto desengordurado obteve uma boa aceitação sensorial, podendo ser introduzido no mercado consumidor, alcançando um nicho mais exigente que deseja consumir produtos funcionais com baixo teor de gordura.

O fruto de *E. precatoria* (“açaí de Feijó”) pode se tornar uma boa alternativa no processamento de produtos derivados de açaí, como o néctar misto de açaí e cupuaçu, partindo do pressuposto que as polpas desse fruto apresentaram um menor teor de fibras, componente esse, que tem sido um entrave na otimização de tempo e recursos pelas agroindústrias alimentícias.

Vale ressaltar também, o incremento na renda dos extrativistas, por meio do beneficiamento de frutos nativos da Amazônia.

Portanto se faz necessários estudos que englobem as questões agrônômicas, e ambientais, a fim de verificar outros parâmetros que reforcem a tese da diferenciação do “açaí de Feijó”.

## REFERÊNCIAS

- ALEXANDRE, D.; CUNHA, R. L.; HUBINGER, M. D. Conservação do açaí pela tecnologia de obstáculos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 1, p. 114-119, 2004.
- ALVES, C. Q.; BRANDÃO, H. N.; DAVID, J. P.; LIMA, L. S. Avaliação da atividade antioxidante de flavonoides. **Diálogos e ciência**. v. 12, n.5, p.7-8, 2007.
- ANDRADE, E. C. B. *Análise de Alimentos: uma visão química da nutrição*. São Paulo: Varela, 2006.
- AOAC. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists**. 19th. Edition, 2012.
- CARNEIRO, F. R. B. D. **Uso da tecnologia de barreiras na obtenção da polpa de açaí e sua caracterização reológica**. Campinas: UNICAMP, p.135, Tese Doutorado, 2000.
- CAVALCANTE, P.B. **Frutas comestíveis da Amazônia**. 6.ed. Belém: CNPq: Museu Paraense Emílio Goeldi, 1996. 279p.
- CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças: fisiologia e manuseio**. 2. ed. rev. e ampl. Lavras: UFLA, 2005.
- CYMERYS, M.; SHANLEY, P. Açaí: *Euterpe oleracea* Mart. In: SHANLEY, P.; MEDINA, G. (Eds.). **Frutíferas e plantas úteis na vida amazônica**. Belém: CIFOR, p. 163, 2005.
- CONSTANT, P. B. L. **Extração, caracterização e aplicação de antocianinas de açaí (Euterpe oleracea, MART)**. Tese de Doutorado. Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. 183p. 2003.
- DUZZIONI, A. G. **Avaliação da atividade antioxidante e quantificação dos principais constituintes bioativos de algumas variedades de frutas cítricas**. Tese (Doutorado em Alimentos e Nutrição). Universidade Estadual Paulista, Araraquara- SP, p 183. 2009.
- ETO, D. K.; KANO, A. M.; BORGES, M. T. M. R.; BRUGNARO, C.; CECCATO-ANTONINI, S. R.; VERRUMA-BERNARDI, M. R. Qualidade microbiológica e físico-química da polpa e mix de açaí armazenada sob congelamento. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 304-310, 2010.
- FRANCIS, F. J. Analysis of anthocyanins. In: MARKAKIS, P. (Ed.). **Anthocyanins as food colors**. New York: Academic Press, p.181-207, 1982.
- FREGONESI, B. M; YOKOSAWA, C. E.; OKADA, I. A.; MASSAFERA, G.; BRAGA-COSTA, T. M.; PRADO, S. P. D. Polpa de açaí congelada: características

nutricionais, físico-químicas, microscópicas e avaliação da rotulagem. **Revista do Instituto Adolfo Lutz**, São Paulo, v. 69, n. 3, p. 387-395, 2010.

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. **Normas analíticas: métodos químicos e físicos para análises de alimentos**. 3.ed. São Paulo, 1985. v.1, 533p.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M. G. N.; QUADRI, M. B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.13, n.3, p. 291- 297, 2007.

KALT, W.; FORNEY, C. F.; MARTIN, A.; PRIOR, R. L. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics and anthocyanins after fresh storage of small fruits. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Washington, DC, v. 47, n. 11, p. 4638- 4644, 1999.

HALLIWELL, B. Reactive species and antioxidants. Redox biology is a fundamental theme of aerobic life. **Plant. Physiol.** v.141, n. 3, p. 312-322, 2006.

HUANG, D.; OU, B.; PRIOR, R. L. The Chemistry behind Antioxidant Capacity Assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry, Easton**, v. 53, n. 6, p. 1841 - 1856, 2005.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicacion de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidant en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 25, n. 4, p.726-732, 2005.

NEPA-UNICAMP tabela brasileira de composição de alimentos / **NEPA-UNICAMP**. Versão II. 2. ed. Campinas, SP; NEPA-UNICAMP, p. 113, 2006.

LOPES, T. J.; XAVIER, M. F.; QUADRI, M.G.N.; QUADRI, M.B. Antocianinas: uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v.13, n.3, p. 291-297, jul-set, 2007.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S.A. Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações. 2 ed. Piracicaba: Potafós. p.319, 1997.

MALCHER, E. S. L. L. T. **Influência da Sazonalidade sobre a Composição Química e Atividade Antioxidante do Açaí (*E. oleracea*)**. Tese (Doutorado em Biodiversidade Tropical). Universidade Federal do Amapá-AP, p 119-126. 2011.

MELO, E. A.; MACIEL, M. I. S.; LIMA, V. L. A. G.; LEAL, F. L. L.; CAETANO, A. C. S.; NASCIMENTO, R. J. Capacidade antioxidante de hortaliças usualmente consumida. **Ciências e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 26, n. 3, p. 639-644, 2006.

MENEZES, E.M.S. 2005. **Efeito da alta pressão hidrostática em polpa de açaí pré-congelada (*Euterpe oleracea*, Mart.)**. 2008. Dissertação de Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ. p.83, 2008.

MESQUITA, F. R.; LIMA, M. O.; ARAÚJO, J. M. DE; RIBEIRO, O. A. S.; CRAVEIRO, R. L. Composição centesimal de frutos típicos da região do vale do Juruá Amazônia Ocidental. **Enciclopédia Biosfera**, Centro Científico Conhecer - Goiânia, v.10, n.19, p. 2852-2854, 2014.

MORELLI, L. L. L. **Avaliação de compostos fenólicos em geleia de uva produzida com a variedade IAC - 138 - 22 (Máximo)**. Dissertação de Mestrado em Ciências de Alimento, Universidade Estadual de Campinas, Campinas-SP, p. 96, 2011.

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

PACHECO-PALENCIA, L. A.; HAWKEN, P.; TALCOTT, S. T. Juice matrix composition and ascorbic acid fortification effects on the phytochemical, antioxidant and pigment stability of Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) **Food Chemistry**, Amsterdam, v. 105, n. 1, p. 28-35, 2007.

PALUDO, M. C. **Estudo da capacidade antioxidante (*in vitro*), quantificação das antocianinas e compostos fenólicos totais da jaboticaba sabará myrciaria jaboticaba (Vell.) O Berg e sua geléia**. 2013. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos). UNICAMP, Campinas - SP, p 183. 2013.

PEREIRA, E. A.; QUEIROZ, A. J de M.; FIGUEIRÊDO, R. M. F. de. Massa específica de polpa de açai em função do teor de sólidos totais e da temperatura. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 526-530, 2002.

PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURO-CALIXTO, F. Effect of solvent and certain food constituents on different antioxidant capacity assays. **Food Research International**, v.39, p. 791-800, 2006.

PONTES, M. A. N.; MAGNO, P. S. L.; FELIPE, A. M. P.; MATIETTO, R. A. Elaboração do néctar de açai (*Euterpe oleracea* Mart) com e sem ácido cítrico, In: **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia de Alimentos, Anais 16, SBCTA**, Rio de Janeiro 1998.

QUEIROZ, J. A. L.; MELÉM JUNIOR, N. J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas do açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p.460-462, 2001.

RE, R.; PELLEGRINI, N.; PROTEGGENTE, A.; PANNALA, A.; YANG, M.; RICE-EVANS, C. Antioxidant activity applying an improved ABTS radical cation decolorization assay. *Free Radical. Biology and Medicine*. V. 26, p. 1231–1237, 1999.

RIBEIRO, J. D. **Açai-solteiro (*Euterpe precatoria* Mart.) uma boa opção de exploração agrícola em Rondônia**. Fruticultura Irrigada, 2004. Disponível no site: [www.irrigar.org.br/index.php?option=com\\_content&task=view&id=32&Itemid=48](http://www.irrigar.org.br/index.php?option=com_content&task=view&id=32&Itemid=48) Acessado em 03 de agosto de 2005.

ROCHA, M. S.; FIGUEIREDO, R. W. de; ARAÚJO, M. A. da M.; MOREIRA-ARAÚJO, M. R. dos R. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 35, n. 4, p. 933-941, Dezembro, 2013.

ROGEZ, H., D. R. POMPEU, S.N. T., AKWIE, Y. LARONDELLE. Sigmoidal kinetics of anthocyanin accumulation during fruit ripening a comparison between açai fruits (*Euterpe oleracea*) and other anthocyanin-rich fruits. **Journal of Food Composition and Analysis**, doi: 10.1016/j.jfca.2011.03.015 (2011).

ROGEZ, H. **Açaí: preparo composição e melhoramento da conservação**. Belém: Ufpa, p. 313, 2000.

ROGEZ, H.; BUXANT, R.; MIGNOLET, E.; GIVRON, C.; PASCAL, S.; RIBEIRO, C.; LARONDELLE, Y. Chemical composition of the edible parts of four typical amazonian fruits: assai, araca, bacuri, cupuassu. Journée universitaire de recherche en nutrition, **Louvain-la-Neuve**, v.3, p. 10-15, 1996.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. **Comunicado técnico - metodologia científica: determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre DPPH**. Fortaleza: Embrapa, 2007. 4 p.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURACALIXTO, F.; MANCINI-FILHO, J. Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil. **Food Chemistry, Amsterdam**, v. 121, n. 4, p. 996- 1002, 2010.

SCHAUSS, A. G; XIANLI, W. V.; PRIOR, R. L.; BOXIN, O. U. ; HUANG, D.; AGARWAL, J. O. A.; GITTES.; HART, J. A. N.; SHANBRO, E. Antioxidant capacity and other bioactivities of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe oleracea* Mart. (acai). **J Agric Food Chem**. n.54, p. 8604-10, 2006.

SILVA, D.J.; QUEIROZ, A.C. **Análise de alimentos: métodos químicos e biológicos**. 3. ed. Viçosa, MG: UFV, p. 235, 2006.

SOUZA J. N. S. de. **Caractérisation et quantification des anthocyanines du fruit de l'açayer (*Euterpe oleracea*)**. Belgique: Univ. Catholique de Louvain, Louvain-la-Neuve,. (Mémoire de DEA en Sciences et Technologie des Aliments). p. 72, 2000

TEXEIRA, N. L.; STRINGHETA, C. P.; OLIVEIRA, A. F de. **Comparação de métodos para quantificação de antocianinas**. Universidade Federal de Viçosa, Departamento de Tecnologia de Alimentos, Laboratório de Pigmentos Naturais e Secagem, 36570-000, Viçosa, MG, Brasil, 2008.

TONON, R. V., BRABET, C., HUBINGER, M.D. Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açai em pó. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 29, n. 2, p.444-450, 2009.

YUYAMA, L. K. O.; ROSA, R. D.; AGUIAR, J. P. L.; NAGAHAMA, D.; ALENCAR, F. H.; YUYAMA, K.; CORDEIRO, J. W. O.; MARQUES, H. O. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e Camu-Camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) possuem ação anti anêmica? **Acta Amazônica**, Manaus, v. 32, n. 4, p. 625-633, 2002.

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA-FILHO, D. F.; YUYAMA, K.; VAREJÃO, M. J.; FÁVARO, D. I. T.; VASCONCELLOS, M. B. A.; PIMENTEL, S. A.; CARUSO, M. Caracterização física, físico-química, nutricional e funcional do suco de açaí de *Euterpe precatória* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas amazônicos. **Acta Amazônica**, Manaus, v. 41, n. 4, p. 545-552, 2011.

VAN SOEST, P. J. Development of a comprehensive system of feed analysis and its application to forage. **Journal of animal Science**. v.26, n. 1, p. 119-128, 1967.

## 7. CAPITULO 2

### PHYSICOCHEMICAL COMPOSITION, COLOR AND SENSORY ACCEPTANCE OF LOW-FAT CUPUAÇU AND AÇAÍ NECTAR: characterization and changes during storage

Eneide Taumaturgo Macambira Braga FERNANDES<sup>1</sup>, Vlayrton Tomé MACIEL<sup>2</sup>, Maria Luzenira de SOUZA<sup>3</sup>, Cydia de Menezes FURTADO<sup>3</sup>, Lucia Helena de Oliveira WADT<sup>4</sup>, Clarissa Reschke da CUNHA<sup>5\*</sup>

Artigo publicado na revista Food Science and Technology (DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/1678-457X.03415>)

Received 05 Nov., 2015; Accepted 21 May, 2016

1 Rede Bionorte, Universidade Federal do Acre – UFAC, Rio Branco, AC, Brazil

2 Embrapa Acre, Rio Branco, AC, Brazil

3 Unidade de Tecnologia de Alimentos – UTAL, Centro de Ciências Biológicas e da Natureza, Universidade Federal do Acre – UFAC, Rio Branco, AC, Brazil

4 Embrapa Rondônia, Porto Velho, RO, Brazil

5 Embrapa, Parque Estação Biológica, Brasília, DF, Brazil

\*Corresponding author: [clarissa.cunha@embrapa.br](mailto:clarissa.cunha@embrapa.br)

## **Physicochemical composition, color and sensory acceptance of low-fat cupuaçu and açai nectar: characterization and changes during storage**

### **ABSTRACT**

This study aimed to evaluate the physicochemical composition, color and sensory acceptance of low-fat açai and cupuaçu nectar, as well as changes in these parameters during storage. Nectars were prepared with açai pulp previously defatted by centrifugation on a pilot scale. The study consisted of two steps. In the first step, the physicochemical characteristics, instrumental color, and sensory acceptance of the nectar prepared with low-fat açai pulp were evaluated and compared with those of nectar prepared with full-fat açai pulp. In the second step, titratable acidity, pH, soluble solids, anthocyanin content, instrumental color, and sensory acceptance of the low-fat açai and cupuaçu nectar were evaluated for 6 months of storage at 25°C in the absence of light. The use of low-fat açai pulp resulted in nectars with good overall acceptance, but with lower scores for color acceptance than those of the full-fat nectar. The low-fat nectar remained stable with respect to acidity, pH, and soluble solid content during storage for up to 180 days. However, there was degradation of anthocyanins, which had a negative impact on the product color and sensory acceptance over time. Under the conditions evaluated, the estimated product shelf life is up to 120 days.

**Keywords:** Euterpe precatoria; nectar; low fat; sensory acceptance.

**Practical Application:** This study proposes the formulation of a mixed fruit nectar using two raw materials from the Amazon region, açai and cupuaçu, which is an interesting way to add value to this type of product. Additionally, it proposes the use of defatted açai pulp, meeting the increasing consumers' preference for healthier foods containing functional compounds and that are low in fat.

## 8. INTRODUCTION

The açáí palm tree is native to the Amazon. Its fruits are used to produce the açáí pulp, a foodstuff widely consumed by the local people (Souza et al., 1999). In recent years, there has been a significant increase in demand for this product in the domestic and international markets due to the nutritional properties of açáí berry, which has high levels of lipids, proteins, fiber, vitamin E, and minerals (Alexandre et al., 2004). Açáí is also rich in anthocyanins, pigments with antioxidant properties that have been associated with various health benefits (Albarici & Pessoa, 2012; Pacheco-Palencia et al., 2009; Del-Pozo-Insfran et al., 2006; Rogez, 2000).

Açáí fruits are immersed in warm water for pulp removal. Pulp extraction can be done manually or mechanically, with or without the addition of water (Rogez, 2000). The unprocessed açáí pulp is highly perishable due to rapid microbial contamination and enzymatic deterioration, which cause color changes and the development of a sour taste. (Souza et al., 1999; Queiroz et al., 1998).

Despite the well-known functional and nutritional properties of the açáí berry, there is little variety of products made from its pulp available. Many studies have been conducted in order to obtain products derived from açáí, such as juices, dehydrated products, etc. (Cruz et al., 2011; Tonon et al., 2009; Menezes et al., 2008; Carvalho, 2007; Sousa et al., 2006). Although the results of these studies are promising, there are still many issues to be addressed, such as sensory acceptance of products, standardization of the processing conditions, and the maintenance of the functional properties during processing and storage.

An alternative way to add value to the açáí pulp and promote its consumption is to use it as an ingredient in nectar formulation. Therefore, Embrapa researchers have developed a nectar of açáí and cupuaçu (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006), in which cupuaçu pulp has a dual function: to impart flavor and to reduce the final pH, thus eliminating the need for adding synthetic acidulants. However, this açáí-based nectar developed has disadvantages such as high energetic value (180-200 kcal/200 g) and high fat content (3.5-4.0%), which are much higher than those found in common juices and fruit nectars. These characteristics are contrary to the wishes of many consumers, who are increasingly looking for low-fat and low-calorie food products. It would therefore be interesting to produce a nectar using defatted açáí pulp in order to obtain a low-fat functional product with antioxidant capacity.

In view of the above considerations, the present study aimed to evaluate the physicochemical composition, color, and sensory acceptance of low-fat açai and cupuaçu nectar, as well as changes in these parameters during storage.

## 9. MATERIALS AND METHODS

### 9.1 Preparation of açai and cupuaçu nectar

The following ingredients were used in the preparation of nectars: cupuaçu pulp, açai pulp, guarana syrup (Cia. Hemmer Ind. Com. Ltda., Blumenau, SC, Brazil), sugar (Usinas Itamarati S.A., Nova Olimpia, MT, Brazil), glucose (Yoki, General Mills Brasil Alimentos Ltda., São Bernardo do Campo, SP, Brazil), and mineral water. The frozen açai pulp (*Euterpe precatoria*) was obtained in the municipality of Feijó-AC. The frozen pasteurized cupuaçu pulp (Cooperacre, Rio Branco, AC, Brazil) was purchased from the local market. Since this study involved the access to the national genetic heritage, the research project was submitted to evaluation by competent authorities (IBAMA), from whom authorization was granted. (Process number 02001.000664/2012-36). The composition of the nectars, previously defined in preliminary tests, was as follows: 12.5% cupuaçu pulp, 58.4% açai pulp, 1.9% guarana syrup, 6.7% sugar, 3.0% glucose, and 17.5% water. The ingredients were first homogenized using an industrial blender for 5 minutes; they were then preheated to 80 °C for 3 minutes and hot filled into glass bottles. The bottles were sealed, and the nectars were autoclaved at 115 °C for 10 minutes and stored in a BOD incubator at 25 °C and in the absence of light.

### 9.2 Step 1 – Quality of nectar prepared with low-fat açai pulp in comparison with the nectar prepared with full-fat açai pulp

The açai pulp was divided into two batches: the first one did not undergo any pre-treatment, while the second one was subjected to a defatting step at 50 °C in a disc stack separator (Model D1000, RN Centrifuges Ltda. Piracicaba, Brazil). Full-fat açai pulp and low-fat açai pulp were used as raw materials. The final products were analyzed for physicochemical characteristics, instrumental color, microbiological safety, and sensory acceptance. A randomized block design was adopted. The factor studied was the fat content of açai pulp (low-fat and full-fat pulps). These two experiments were

performed in triplicate. The results were analyzed by ANOVA and the Tukey test at 5% significance.

### 9.3 Step 2 – Changes during storage of the low-fat açai and cupuaçu nectar

In this step, the nectars were prepared with low-fat açai pulp, obtained as described above. The final products were stored in a BOD incubator at 25 °C and in the absence of light, and evaluated as follows: a) immediately after preparation - for physicochemical composition, microbiological safety, instrumental color, and sensory acceptance; b) on days 30, 60, 90, 120, 150, and 180 after preparation - for titratable acidity, pH, soluble solids, anthocyanins, microbiological safety, and instrumental color. A randomized block design was adopted. The factor studied was time of storage. The experiment was performed in triplicate. The results were analyzed by ANOVA and the Tukey test at 5% significance. Furthermore, for one of the replicates, the sensory evaluations were performed every 2 months (on days 0, 60, 120, and 180 after nectar preparation).

### 9.4 Physicochemical characterization of raw materials and nectars

The cupuaçu and açai pulps and the nectars were analyzed for: titratable acidity (Intituto Adolfo Lutz, 1985); pH, using a direct reading digital meter; soluble solids (°Brix), using a digital refractometer; moisture; total protein using the Kjeldahl method and the conversion factor of 6.25; lipids, using the Soxhlet method; ash; total fiber, quantified in previously defatted samples, followed by the enzymatic method (Association of Official Analytical Chemists, 1998); and total carbohydrates, determined by difference. The açai pulps and the nectars were also evaluated for anthocyanin content, according to Francis (1982). Anthocyanins were extracted in 1 mL of the sample with a solution of ethanol and HCl (1.5 M) (in the ratio 85:15). After a night rest under refrigeration and total absence of light, the extracts were filtered and the absorbance was measured in a spectrophotometer at 535 nm.

### 9.5 Microbiological analysis of nectars

The nectars were evaluated for total and thermotolerant (45 °C) coliforms (MPN g<sup>-1</sup>), and salmonella sp, as described by Vanderzant & Splittstoesser (1992), in order to ensure the safety of the panelists before sensory evaluation. The detection limit was 3 MPN g<sup>-1</sup> for coliforms.

## 9.6 Instrumental color

Instrumental color evaluation was performed using the Konica Minolta CM-600 colorimeter (Konica Minolta Sensing Americas, Inc., NJ, USA). The color scale used was the CIELAB ( $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ ), with the illuminant D65 and angle of  $10^\circ$ . The equipment operated in the reflectance mode, and the readings were carried out using a 10-mm quartz cuvette for liquid analysis. The values of the parameters  $L^*$ ,  $a^*$ , and  $b^*$  (CIELAB scale) were obtained. All determinations were carried out in triplicate.

## 9.7 Sensory acceptance

The sensory acceptance tests were performed using the monadic presentation technique (Meilgaard et al., 2006). Forty untrained consumers (18-50 years) evaluated the nectars. The study was approved by the Research Ethics Committee (resolution # 196/96, October 10th, 1996, Brazilian National Health Council - protocol number CAAE 00610112.8.0000.5010). Sensory evaluations were carried out only after the conclusion of the physicochemical and microbiological determinations. Only samples in accordance with the Brazilian legislation regarding microbiological contamination (Brasil, 2001) were evaluated. The panelists were asked to read and sign an Informed Consent Form before performing the analyses. The samples were assessed by the panelists in individual booths under white light. Approximately 30 ml of each sample were served at  $10^\circ\text{C}$  in plastic cups coded with 3-digit numbers. In Step 1, each panelist evaluated two samples, and the order of presentation was randomized. In Step 2, each panelist evaluated one sample. The sensory attributes appearance, color, aroma, flavor, and overall impression were measured using a 9-point-structured hedonic scale (1=dislike extremely, 9=like extremely). Purchase intention was also evaluated using a 5-point-structured hedonic scale (1=certainly would not buy; 5=certainly would buy). Results were analyzed using ANOVA and the Tukey test at 5% significance.

## 10. RESULTS AND DISCUSSION

### 10.1 Step 1 – Quality of nectar prepared with low-fat açai pulp in comparison with nectar prepared with full-fat açai pulp

The average physicochemical composition of the cupuaçu pulp used as raw material was as follows: total dry matter  $6.82 \pm 0.51\%$ ; ash  $0.42 \pm 0.01\%$ ; total protein  $0.65 \pm 0.05\%$ ; lipids  $0.64 \pm 0.09\%$ ; crude fiber  $0.51 \pm 0.08\%$ , carbohydrates  $4.59 \pm 0.23\%$ ; pH  $3.15 \pm 0.03$ ; titratable acidity  $1.41 \pm 0.21\%$  citric acid; and soluble solids  $7.13 \pm 0.02^\circ\text{Brix}$ . Total solids, soluble solids, and titratable acidity of cupuaçu pulp

were not in accordance with Brazilian law, which determines a minimum of 12 g.100g<sup>-1</sup>, 9.0°Brix, and 1.5%, respectively, for this product (Brasil, 2000). Santos et al. (2010) and Freire et al. (2009) also obtained lower acidity values than the minimum required for cupuaçu pulp (1.29% and 1.38%, respectively). Regarding the soluble solid content, Freire et al. (2009) also found values lower than 9.0 ° Brix for one of the commercial samples evaluated. These authors obtained values of total solids lower than the minimum established by law (9.36 a 10.05%). On the other hand, the pH of cupuaçu pulp was in compliance with the minimum established by law (2.60) (Brasil, 2000) and was similar to the values found by Freire et al. (2009) (3.40-3.50), Canuto et al. (2010) (3.5) and Santos et al. (2010) (3.24-3.72).

Table 7 shows the physicochemical composition of açai pulps used to prepare the nectars.

The full-fat açai had total dry matter content of 9.98%, and thus it was classified as fine or popular açai (type C), according to Brazilian legislation (Brasil, 2000). The pH and the lipid content were within the range established by law (4.0-6.2 and 20-60 g.100 g<sup>-1</sup> dry matter, respectively), but titratable acidity was higher than the maximum established for fine açai (0.27%) (Brasil, 2000). Oliveira et al. (2011) also found high acidity values (0.53% citric acid) for fine açai and a pH value similar to that obtained in this experiment (4.30).

The anthocyanins content (19.21 mg.100 g<sup>-1</sup>) was lower than that found by Borovik (2010) for fine açai (23.39 mg.100 g<sup>-1</sup>). The crude fiber content was also lower than that reported by Borovik (2010) for fine açai (3.34%), while the protein and lipid levels were higher than those found by this author (0.82% and 2.95%, respectively). On the other hand, the protein and lipid contents reported by Oliveira et al. (2011) for fine açai sold in Rio Branco/AC (9.45 and 31.07 g.100 g<sup>-1</sup> of dry matter, respectively) were similar to those found in the present study. The differences between the values found in the literature regarding the chemical composition of açai can be explained by its variability depending on the species, production area, harvest time, maturation time, and type of processing.

**Table 7.** Physicochemical composition of açai pulps used as raw material to prepare the full-fat and low-fat nectars in step 1.

Parameter	Full-fat açai pulp	Low-fat açai pulp
Total dry matter (%)	9.98 ± 0.21	7.32 ± 0.19
Total protein (%)	0.95 ± 0.07/ 9.50 ± 0.71*	0.71 ± 0.06/ 9.68 ± 0.58*
Lipids (%)	3.95 ± 0.52/ 39.64 ± 5.23*	1.94 ± 0.33/ 26.49 ± 3.82*
Ash (%)	0.04 ± 0.01/ 0.36 ± 0.02*	0.03 ± 0.01/ 0.35 ± 0.02*
Crude fiber (%)	1.26± 0.16/ 12.63 ± 0.49*	0.62 ± 0.11/ 8.52 ± 0.97*
Carbohydrates (%)	3.78 ± 0.21/ 37.87 ± 2.55*	4.02 ± 0.25/ 54.96 ± 3.08*
pH	4.34 ± 0.03	4.02 ± 0.02
Titratable acidity (% citric acid)	0.29 ± 0.04	0.25 ± 0.06
Soluble solids (°Brix	3.33 ± 0.03	3.13 ± 0.04
Anthocyanins (mg.100 g-1)	36.38 ± 2.25	25.63 ± 1.15

\*g/100g dry matter.

The low-fat açai pulp had lipid content 50.9% lower than that of the full-fat açai pulp. Moreover, the defatting step reduced the total dry matter, anthocyanins, and, especially, crude fiber contents, indicating that during centrifugation there was a significant loss of other components besides fat.

The defatting step was performed using a disc stack separator. Although this study did not have the objective of optimizing the centrifugation conditions, it is appropriate to make some considerations about this procedure since it influenced the results. There are very few studies in the literature on the defatting of açai pulp. The studies found (Cruz et al., 2011; Monteiro et al., 2009) reported the use of centrifugation as a pretreatment for the microfiltration process of açai pulp, but did not provide any specific information about this pretreatment. In view of the lack of available data, several preliminary tests were conducted in order to allow the açai pulp centrifugation. In these trials, the centrifugal separator effectively separated the fat only in the first 5-7 minutes of operation. After that, there was insoluble material deposition between the discs, making it impossible to continue the process without prior disassembly and cleaning of the equipment. For the purpose of this study, the amount of raw material (low-fat açai pulp) obtained in the first minutes of processing was enough,

but the centrifugation process cannot be considered commercially viable under these conditions. It is necessary, therefore, to study alternative technologies to reduce the amount of solid material suspended in the açai pulp in order to make the defatting step by centrifugation on a pilot scale viable.

It should be noted that the low total solids and fiber contents obtained for the low-fat açai pulp are probably related to the deposition of suspended material between the discs of the centrifuge. With respect to anthocyanins, the loss may have been caused by deposition of material on the equipment and also by the greater degradation of these compounds due to the longer exposure time to air-oxygen and to the temperature of 50 °C during centrifugation. Anthocyanins are extremely unstable and can be degraded during processing and storage. The main factors that influence the stability of these pigments are pH, temperature, and the presence of oxygen and enzymes, as well as interaction with other components such as ascorbic acid, metal ions, and sugars. In general, anthocyanins are more stable at lower temperatures and in the absence of oxygen (Lopes et al., 2007; Bobbio & Bobbio, 1992). During the defatting step, the açai pulp was exposed to adverse conditions over a longer period of time, which probably contributed to the degradation of these compounds.

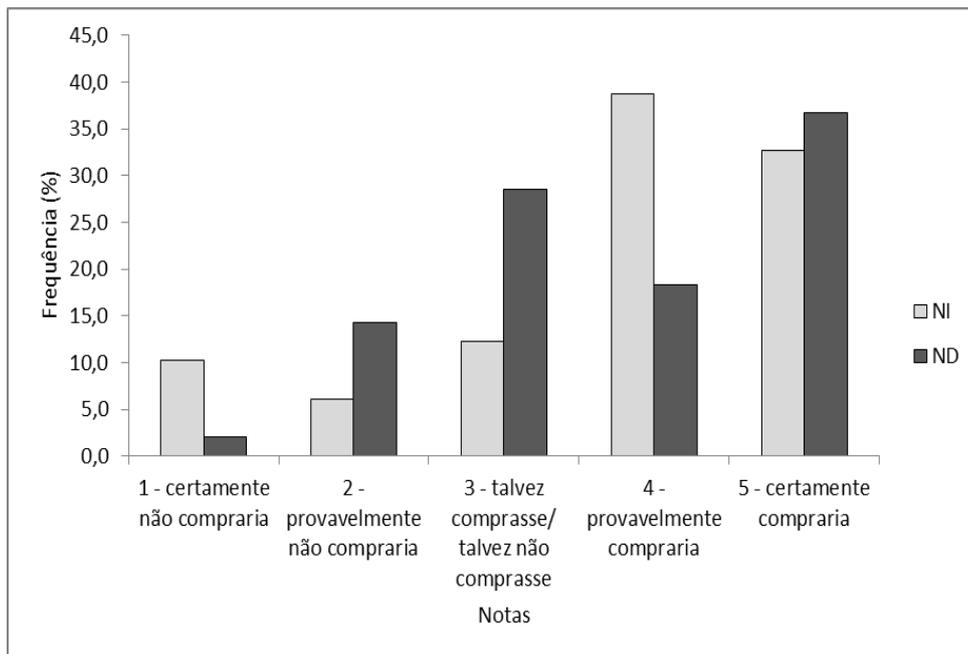
Table 8 shows the average physicochemical composition values and the energy value of full-fat and low-fat nectars. The titratable acidity, pH, soluble solids and total dry matter content of full fat nectars were similar to those reported by Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006) for the açai and cupuaçu nectar (0.57%, 3.89, 17.8 °Brix and 19.72%, respectively). On the other hand, other physicochemical parameters were quite different, probably due to compositional differences of the raw material used in both studies.

The low-fat nectar had 79% less lipids and 36.8% less energy than the full-fat nectar. Furthermore, low-fat nectar had lower dry matter, protein, fiber, ash and anthocyanins contents than full-fat nectar, which was expected due to the difference in composition between the raw material (full-fat and low-fat açai pulp).

All nectars were in compliance with the microbiological safety requirements, showing no contamination with total and thermotolerant coliforms or salmonella sp. This result allowed the sensory evaluations to be performed. In general, it can be said that both nectars had good sensory acceptance since they received scores above 6 for all

sensory attributes (Table 8). However, the low-fat nectar had lower scores than the full-fat nectar ( $p < 0.05$ ) for color and appearance. This difference in color and appearance influenced the purchase intention responses since while over 70% of the panelists probably or certainly would buy the full-fat nectar, only 55% would do it for low-fat nectar (Figure 1). Results reported by Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 2006) for the açaí and cupuaçu nectar showed that the product had 81.25% of positive purchase intention, a percentage similar to that obtained in the present study.

The results of instrumental color (Table 10) showed no significant difference ( $p > 0.05$ ) between the products in the parameters  $L^*$  and  $a^*$ . On the other hand, the parameter  $b^*$  was significantly higher ( $p < 0.05$ ) in the low-fat nectar, indicating that this product had a more intense yellow color than the full-fat nectar. This color difference, which resulted in lower sensory acceptance, was probably related to the lower levels of total solids, lipids, and anthocyanins found in LFN when compared to those of FFN.



**Figure 6.** Histogram of purchase intention of full-fat nectars (FFN) and low-fat nectars (LFN).

**Table 8.** Average physicochemical composition values and energy value of the full-fat nectars (FFN) and low-fat nectars (LFN).

<b>Parameter</b>	<b>FFN</b>	<b>LFN</b>
<b>Total dry matter (%)</b>	19.27 ± 1.43a	14.01 ± 0.37b
<b>Total protein (%)</b>	0.88 ± 0.06a	0.48 ± 0.05b
<b>Lipids (%)</b>	3.71 ± 1.24a	0.77 ± 0.01b
<b>Ash (%)</b>	0.06 ± 0.01a	0.04 ± 0.01b
<b>Crude fiber (%)</b>	1.07 ± 0.24a	0.54 ± 0.09b
<b>Carbohydrates (%)</b>	13.55 ± 0.31a	12.19 ± 0.26a
<b>Energy value (kcal.100 g-1)</b>	91.11 ± 10.90a	57.61 ± 1.18b
<b>pH</b>	3.88 ± 0.05a	3.81 ± 0.03a
<b>Titrateable acidity (% citric acid)</b>	0.45 ± 0.03a	0.42 ± 0.02a
<b>Soluble solids (°Brix)</b>	16.39 ± 1.01a	14.01 ± 0.95a
<b>Anthocyanins (mg.100g-1)</b>	19.21 ± 1.10a	16.46 ± 1.47b

Means with the same letter in the same row do not differ significantly ( $p > 0.05$ ).

**Table 9.** Average sensory evaluation scores of aroma, appearance, color, flavor, and overall impression of full-fat nectars (FFN) and lowfat nectars (LFN).

<b>Sensory Attribute</b>	<b>FFN</b>	<b>LFN</b>
Aroma	7.39 ± 1.34a	7.08 ± 1.55a
Appearance	7.67 ± 1.39a	6.73 ± 1.69b
Color	7.98 ± 0.97a	6.96 ± 1.54b
Flavor	6.78 ± 2.03a	6.86 ± 1.80a
Overall impression	6.86 ± 1.95a	6.88 ± 1.68a

Means with the same letter in the same row do not differ significantly ( $p > 0.05$ ).

**Table 10.** Average values of the instrumental color parameters L\*, a\*, and b\* of the full-fat nectars (FFN) and low-fat nectars (LFN).

Color parameter	FFN	LFN
L*	26.39 ± 0.37a	25.93 ± 0.45a
a*	5.72 ± 0.39a	5.71 ± 0.20a
b*	2.06 ± 0.38b	3.25 ± 0.08a

Means with the same letter in the same row do not differ significantly ( $p > 0.05$ ).

### 10.2 Step 2 – Changes during storage of the low-fat açai and cupuaçu nectar

The average physicochemical composition of the cupuaçu pulp used as raw material was as follows: total dry matter  $19.30 \pm 0.88\%$ ; ash  $0.14 \pm 0.01\%$ ; total protein  $0.67 \pm 0.06\%$ ; lipids  $1.03 \pm 0.09\%$ ; crude fiber  $2.21 \pm 0.09\%$ , carbohydrates  $15.25 \pm 0.97\%$ ; pH  $3.24 \pm 0.02$ ; titratable acidity  $2.38 \pm 0.44\%$  citric acid; and soluble solids  $9.05 \pm 0.03$  °Brix. The total solids, soluble solids, pH, and titratable acidity of cupuaçu pulp were in accordance with the Brazilian law, which determines a minimum of 12 g.100g<sup>-1</sup>, 9.0°Brix 2.60 and 1.5%, respectively, for this product (Brasil, 2000).

Table 11. shows the physicochemical composition of açai pulps used to prepare the low-fat nectars. The full-fat açai pulp had total dry matter content of 13.24%, and thus it was classified as medium açai (type B), according to Brazilian legislation (Brasil, 2000). The pH, lipid content, and titratable acidity were within the range established by law (4.0-6.2, 20-60 g.100 g<sup>-1</sup> dry matter and 0.40% maximum, respectively) (Brasil, 2000). The physicochemical composition values found are in accordance with those reported by Fregonesi et al. (2010), who evaluated 17 commercial samples of açai type B and obtained the following results: ash 0.16-0.39%, lipids 24.47-58.54 g.100 g<sup>-1</sup> dry matter, protein 8.01-10.67 g.100 g<sup>-1</sup> dry matter, fiber 0.69-4.57%, carbohydrates 0.70-4.65 g.100 g<sup>-1</sup>, and acidity 0.11-0.52% citric acid. The content of anthocyanins (30.78 mg.100 g<sup>-1</sup>) was higher than that found by Borovik (2010) for fine açai (23.39 mg.100 g<sup>-1</sup>) and higher than the values found for full-fat açai pulp in the first step (Table 6). Fregonesi et al. (2010) showed that there is great variability in the composition of commercially available açai pulps. This result was confirmed in the present study since the composition of açai pulp used in the second step differed greatly from that of the açai used in the first step. Since the two raw materials were obtained in the same region

and acquired from the same producer/processor, this difference can be attributed to differences in harvest season and/or maturation stage or to the lack of standardization of the processing conditions.

The low-fat açai pulp had lipid content 55.9% lower than that of the full-fat açai pulp. Like what occurred in the first step, the defatting step reduced the total dry matter, anthocyanins, and crude fiber contents.

The average chemical composition of the low-fat nectars was as follows: total dry matter  $15.16 \pm 1.30\%$ ; ash  $0.04 \pm 0.01\%$ ; total protein  $0.55 \pm 0.12\%$ ; lipids  $0.89 \pm 0.54\%$ ; crude fiber  $2.23 \pm 0.87\%$ , and carbohydrates  $11.44 \pm 0.33\%$ . The mean energy value was  $55.97 \pm 2.16$  kcal.100g<sup>-1</sup>. As shown in Figure 2, the anthocyanin content decreased over time ( $p < 0.05$ ) and there was no difference in soluble solids, pH, and titratable acidity over time. Pacheco-Palencia et al. (2007) also observed a reduction in the total anthocyanins content of açai during storage at 20 °C.

**Table 11.** Physicochemical composition of açai pulps used as raw material to prepare the low-fat nectars in step 2.

Parameter	Full-fat açai pulp	Low-fat açai pulp
Total dry matter (%)	$13.24 \pm 0.35$	$6.76 \pm 0.28$
Total protein (%)	$1.07 \pm 0.05/7.99 \pm 0.49^*$	$0.58 \pm 0.06/8.65 \pm 0.72^*$
Lipids (%)	$6.99 \pm 0.41/52.21 \pm 3.81^*$	$3.08 \pm 0.28/45.57 \pm 3.13^*$
Ash (%)	$0.31 \pm 0.02/2.32 \pm 0.03^*$	$0.23 \pm 0.02/3.40 \pm 0.03^*$
Crude fiber (%)	$2.15 \pm 0.55/16.36 \pm 1.88^*$	$0.44 \pm 0.10/6.47 \pm 1.16^*$
Carbohydrates (%)	$2.73 \pm 0.62/21.13 \pm 5.45^*$	$2.42 \pm 0.52/35.91 \pm 5.77^*$
pH	$4.28 \pm 0.03$	$4.70 \pm 0.03$
Titratable acidity (% citric acid)	$0.20 \pm 0.05$	$0.25 \pm 0.08$
Soluble solids (°Brix)	$4.80 \pm 0.03$	$3.75 \pm 0.02$
Anthocyanins (mg.100 g <sup>-1</sup> )	$30.78 \pm 2.85$	$19.48 \pm 2.03$

\*g/100g dry matter.

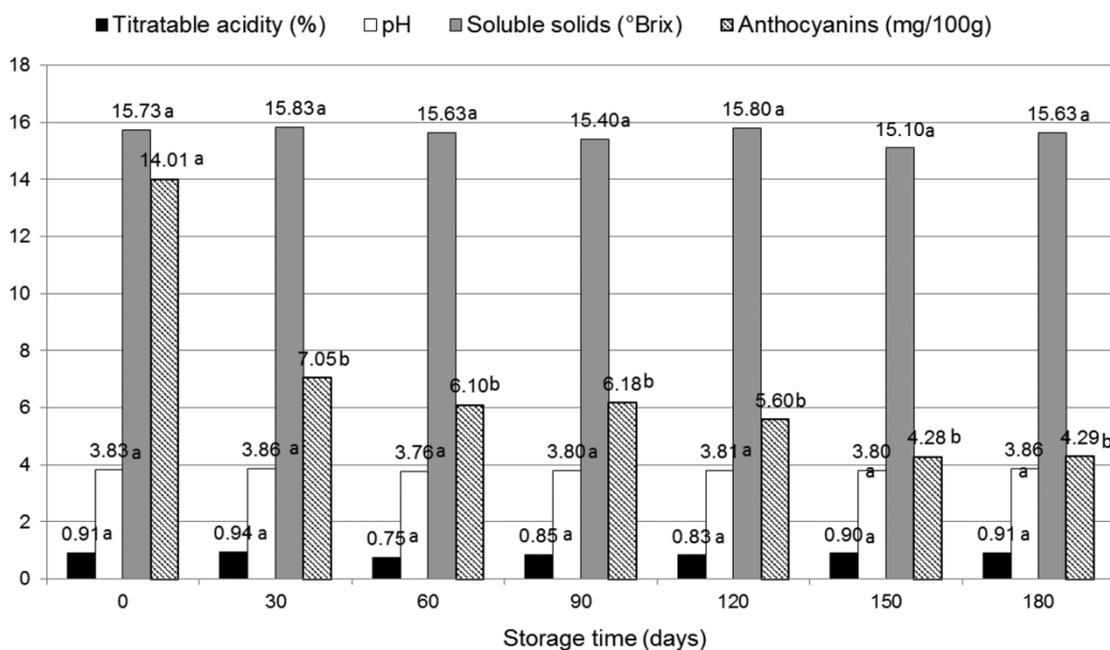
Regarding instrumental color, the intensity of the yellow color (parameter b\*) increased during storage ( $p < 0.05$ ) (Table 10). A similar result was found by Alexandre et al. (2004), who observed an increase in the values of the color parameter b\* for açai pulp during storage at 25 °C. The increase in the intensity of the yellow color was probably related to degradation or transformation of anthocyanins since they are the main compounds responsible for the açai fruit color. As previously explained,

anthocyanins are extremely unstable and are particularly affected by factors such as pH, temperature, interaction with air-oxygen, enzymes, ascorbic acid, metal ions, and sugars (Lopes et al., 2007). Pacheco-Palencia et al. (2007) reported an increase in the polymerization of anthocyanins of açai during storage at 20 °C. According to these authors, monomeric anthocyanins are responsible for the color purple present in fruits, but polymerized anthocyanins make them turn into a brownish color. Pacheco-Palencia et al. (2007) also found that the presence of ascorbic acid in açai significantly increased polymerization of anthocyanins, which probably had a deleterious effect on the product color. In the present study, the results suggest that the anthocyanins were affected by both storage at relatively high temperature (25 °C) and interaction with ascorbic acid, which is present in the cupuaçu pulp.

**Table 12.** Average values of instrumental color parameters L\*, a\*, and b\* of low-fat nectars as a function of storage time at 25 °C.

Color parameter	Storage time (days)						
	0	30	60	90	120	150	180
L*	28.30 ± 1.21a	28.07 ± 0.95a	28.02 ± 1.06a	28.26 ± 1.07a	28.09 ± 1.18a	28.52 ± 1.24a	28.70 ± 1.17a
a*	6.09 ± 0.79a	5.80 ± 0.85a	5.79 ± 0.91a	5.84 ± 0.90a	5.80 ± 0.91a	6.07 ± 0.92a	6.18 ± 0.99a
b*	3.78 ± 1.33a	3.77 ± 1.33a	3.80 ± 1.36a	3.87 ± 1.35a	4.10 ± 1.43ab	4.14 ± 1.46ab	4.49 ± 1.60b

Means with the same letter in the same row do not differ significantly (p > 0.05).



**Figure 7.** Average values of titratable acidity, pH, soluble solids, and anthocyanin contents of low-fat nectars as a function of storage time. Means with the same letter in the same variable do not differ significantly ( $p > 0.05$ ).

It is worth noting that, although the nectar was subjected to intense heat treatment (115 °C/10 minutes), the anthocyanins content right after preparation of the nectar (14.01 mg.100 g<sup>-1</sup>) did not differ significantly from that of the low-fat açai pulp (19.48 mg.100 g<sup>-1</sup>). This slight difference seems to be related more to the mass balance than to the heat treatment. Although most of the available studies indicate that thermal treatment reduces the levels of bioactive compounds, there is still controversy about it (Rawson et al., 2011). Albarici & Pessoa (2012) showed that pasteurization at 90 °C for 30 seconds reduced the degradation rate of anthocyanins compared to that of the unpasteurized pulp. On the other hand, these authors also demonstrated the importance of using low temperatures during processing and storage to increase the stability of anthocyanins. The results obtained in the present study showed that the prolonged storage at 25 °C and the possible interactions between anthocyanins and other components of the nectars had more significant effect on the degradation of these compounds than did the thermal treatment performed.

There was no evidence of the presence of total and thermotolerant coliforms or salmonella during the storage of the nectars. This result allowed the sensory evaluations to be performed. The samples showed good sensory acceptance during the studied

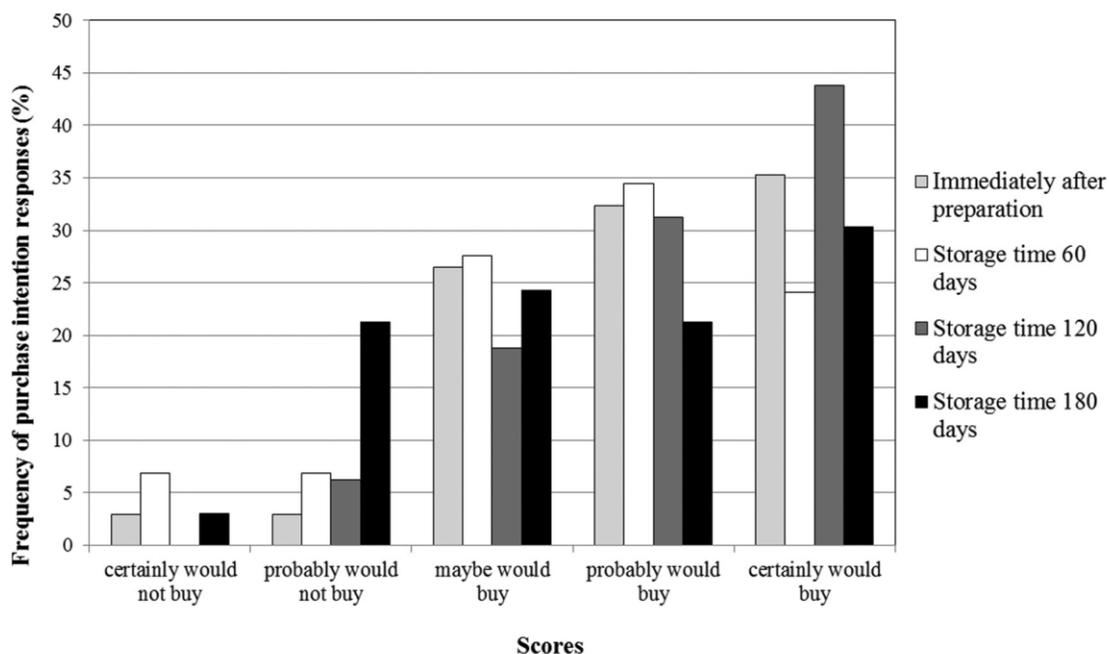
period, with scores higher than 6.0 for all sensory attributes evaluated (appearance, aroma, color, flavor, and overall impression) (Table 13). Nevertheless, the color scores gradually decreased over time; thus, the score on day 180 was significantly lower than that on days 0 and 60. This result was probably due to the degradation and/or transformation of the anthocyanins, which resulted in an increase in the intensity of yellow color (Figure 8 and Table 12). For the other sensory attributes evaluated, there was no significant difference over time ( $p > 0.05$ ).

**Table 13.** Average sensory evaluation scores of aroma, appearance, color, flavor and overall impression of the low-fat nectars as a function of storage time at 25 °C.

Sensory attribute	Storage time (days)			
	0	60	120	180
Appearance	6.82 ± 1.57a	6.79 ± 1.50a	6.59 ± 1.52a	6.45 ± 1.56a
Color	7.06 ± 1.52a	7.00 ± 1.54a	6.41 ± 1.81ab	6.09 ± 1.77b
Aroma	6.68 ± 1.66a	6.62 ± 1.63a	6.91 ± 1.71a	6.00 ± 2.14a
Flavor	7.09 ± 1.68a	6.69 ± 1.71a	7.06 ± 1.56a	6.24 ± 2.35a
Overall impression	7.26 ± 1.29a	6.86 ± 1.55a	6.84 ± 1.83a	6.48 ± 1.95a

Means with the same letter in the same row do not differ significantly ( $p > 0.05$ ).

Figure 8 shows the histogram of purchase intention of the nectars at 0, 60, 120, and 180 days of storage. Up to 120 days of storage, the positive purchase intent (responses that corresponded to “probably or certainly would buy”) was quite high, ranging between 60 and 75%, while the negative purchase intent (responses that corresponded to “probably or certainly would not buy”) was low, between 5 and 14%. At 180 days, on the other hand, the positive purchase intent was much lower (52%), while the negative purchase intent was more significant, demonstrated by almost 25% of the panelists. This result indicates lower acceptance of the product regarding color after 6 months of storage. Therefore, from a sensory point of view, the recommended shelf life of this product is up to 120 days.



**Figure 8.** Histogram of purchase intention of low-fat nectars as a function of storage time.

## 11. CONCLUSIONS

The defatting process of açai pulp needs to be improved in order to minimize the loss of components other than lipids, in particular fibers and anthocyanins. The use of defatted açai pulp as a raw material resulted in açai and cupuaçu nectars with good sensory acceptance, but with lower acceptance than the full-fat nectar in terms of color and appearance. With regard to the changes during storage of the low-fat nectar for up to 180 days, there was degradation and/or transformation of anthocyanins, which changed the color of the product and reduced its sensory acceptance. Under the preparation and storage conditions used in this experiment, the recommended shelf life of this product is up to 120 days.

## ACKNOWLEDGEMENTS

The authors are grateful for the financial support provided by Funtac (Fundação de Tecnologia do Estado do Acre).

## REFERENCES

Albarici, T. R., & Pessoa, J. D. C. (2012). Effects of heat treatment and storage temperature on the use of açai drink by nutraceutical and beverage industries. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 32(1), 9-14.

Alexandre, D., Cunha, R. L., & Hubinger, M. D. (2004). Conservação do açai pela tecnologia de obstáculos. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 24(1), 114-119. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000100021>.

Association of Official Analytical Chemists – AOAC. (1998). *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists (15th ed.)*. Washington:AOAC International.

Bobbio, G. O., & Bobbio, P. A. (1992). *Química do processamento de alimentos (2nd ed.)*. São Paulo:Editora Varela.

Borovik, C. P. B. (2010). *Fracionamento de polpa de açai e concentração de antocianinas utilizando membranas poliméricas (Dissertação de mestrado)*. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.

Brasil, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. (2000, January 10). *Aprova o Regulamento Técnico Geral para Fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta (Instrução Normativa nº 1, de 7 de janeiro de 2000)*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.

Brasil, Ministério da Saúde. (2001, January 10). *Aprova o Regulamento Técnico sobre Padrões Microbiológicos para Alimentos (Resolução- RDC nº 12, de 2 de janeiro de 2001)*. Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil.

Canuto, G. A. B., Xavier, A. A. O., Neves, L. C., & Benassi, M. T. (2010). Caracterização físico-química de polpas de frutos da Amazônia e sua correlação com a atividade anti-radical livre. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 32(4), 1196-1205. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-29452010005000122>.

Carvalho, A. V. (2007). *Otimização dos parâmetros tecnológicos para produção de estruturados de frutas funcionais a partir de polpa de açai e “mix” de taperebá com mamão*. Belém:Embrapa Amazônia Oriental.

Cruz, A. P. G., Mattietto, R. A., Taxi, C. M. A. D., Cabral, L. M. C., Donangelo, C. M., & Matta, V. M. (2011). Effect of microfiltration on bioactive components and antioxidant activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.). *Desalination and Water Treatment*, 27(1-3), 97- 102. <http://dx.doi.org/10.5004/dwt.2011.2064>.

Del Pozo-Insfran, D., Percival, S. S., & Talcott, S. T. (2006). Açai (*Euterpe oleracea*) polyphenolics in their glycoside and aglycone forms induce apoptosis of HL-60 leukemia cells. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 54(4), 1222-1229. <http://dx.doi.org/10.1021/jf052132n>. PMID:16478240.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária. (2006). Néctar misto de açaí, processo de produção e de conservação: Patente BR No. PI 0404457- 6. Rio de Janeiro:INPI.

Francis, F. J. (1982). Analysis of anthocyanins. In P. Markakis (Ed.), *Anthocyanins as food colors* (pp. 181-207). New York:Academic Press.

Fregonesi, B. M., Yokosawa, C. E., Okada, I. A., Massafera, G., Costa, T. M. B., & Prado, S. P. T. (2010). Polpa de açaí congelada:características nutricionais, físico-químicas, microscópicas e avaliação da rotulagem. *Revista do Instituto Adolfo Lutz*, 69(3), 387-395.

Freire, M. T. A., Petrus, R. R., Freire, C. M. A., Oliveira, C. A. F., Felipe, A. A. P. F., & Gatti, J. B. (2009). Caracterização físico-química, microbiológica e sensorial de polpa de cupuaçu congelada (*Theobroma grandiforum* Schum). *Brazilian Journal of Food Technology*, 12(1), 9-16.

Instituto Adolfo Lutz – IAL. (1985). Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos para análise de alimentos (3rd ed., Vol. 1). São Paulo:IMESP.

Lopes, T. J., Xavier, M. F., Quadri, M. G. N., & Quadri, M. B. (2007). Antocianinas:uma breve revisão das características estruturais e da estabilidade. *Revista Brasileira de Agrociência*, 13(3), 291-297.

Meilgaard, M., Civille, G. V., & Carr, B. T. (2006). *Sensory evaluation techniques* (4th ed., 448 p.). Boca Raton:CRC Press.

Menezes, E. M. S., Torres, A. T., & Sabaa Srur, A. U. (2008). Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. *Acta Amazonica*, 38(2), 311-316. <http://dx.doi.org/10.1590/S0044-59672008000200014>.

Monteiro, F. S., Gomes, F. S., Mattietto, R. A., & Cabral, L. M. C. (2009). Effect of pre-treatment on açaí pulp microfiltration process. In *European Federation of Food Science and Technology Conference (EFFoST)*, Budapest, Hungary.

Oliveira, P. A. A. C., Silva, I. G., Souza, M. L., Furtado, C. M., & Silva, R. F. (2011). In natura açaí beverage:quality, pasteurization and acidification. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 31(2), 502-507. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612011000200035>.

Pacheco-Palencia, L. A., Duncan, C. E., & Talcott, S. T. (2009). Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açaí species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. *Food Chemistry*, 115(4), 1199-1205. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.01.034>.

Pacheco-Palencia, L. A., Hawken, P., & Talcott, S. T. (2007). Phytochemical, antioxidant and pigment stability of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) as affected by clarification, ascorbic acid fortification and storage. *Food Research International*, 40(5), 620-628. [http:// dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2006.11.006](http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2006.11.006).

Queiroz, M., Cunha, S. C., & Rogez, H. (1998). Impacto da pasteurização no suco de açaí (*Euterpe Oleracea* Mart.) sobre a atividade da peroxidase. In Livro de Resumos do Congresso da Associação Brasileira de Química. São Luís, Brasil.

Rawson, A., Patras, A., Tiwari, B. K., Noci, F., Koutchma, T., & Brunton, N. (2011). Effect of thermal and non thermal processing technologies on the bioactive content of exotic fruits and their products:review of recent advances. *Food Research International*, 44(7), 1875-1887. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodres.2011.02.053>.

Rogez, H. (2000). Açaí: preparo, composição e melhoramento da conservação (313 p.). Belém:Universidade Federal do Pará.

Santos, G. M., Maia, G. A., Sousa, P. H. M., Figueiredo, R. W., Costa, J. M. C., & Fonseca, A. V. V. (2010). Atividade antioxidante e correlações com componentes bioativos de produtos comerciais de cupuaçu. *Ciência Rural*, 47(7), 1636-1642. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782010005000103>.

Sousa, M. A. C., Yuyama, L. K. O., Aguiar, J. P. L., & Pantoja, L. (2006). Suco de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.):avaliação microbiológica, tratamento térmico e vida de prateleira. *Acta Amazonica*, 36(4), 483-496.

Souza, C. L., Melo, G. M. C., & Almeida, S. C. S. (1999). Avaliação da qualidade do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) comercializado na cidade de Macapá - AP. *Boletim CEPPA*, 17(2), 127-136.

Tonon, R. V., Brabet, C., & Hubinger, M. D. (2009). Influência da temperatura do ar de secagem e da concentração de agente carreador sobre as propriedades físico-químicas do suco de açaí em pó. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, 29(2), 444-450. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612009000200034>.

Vanderzant, C., & Splittstoesser, D. F. (1992). *Compendium of methods for the microbiological examination of foods* (3rd ed., 1219 p.). Washington:American Public Health Association.