



UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARÁ

INSTITUTO DE TECNOLOGIA

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE
ALIMENTOS**

CAMILE RAMOS LISBOA

Avaliação da composição química e do potencial antioxidante de acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* para posterior aplicação como corante natural na formulação de bala de goma

BELÉM – PARÁ

2022

CAMILE RAMOS LISBOA

Avaliação da composição química e do potencial antioxidante de acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* para posterior aplicação como corante natural na formulação de bala de goma

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará, como requisito para obtenção do título de Mestre em Ciência e Tecnologia de Alimentos.

Orientador: Prof. Dr.^a Renan Campos Chisté

Coorientadora: Prof^a. Dr^a. Ana Vânia Carvalho

BELÉM – PARÁ

2022

CAMILE RAMOS LISBOA

**Avaliação da composição química e do potencial antioxidante de acessos de
Euterpe oleracea e *Euterpe precatoria* para posterior aplicação como corante
natural na formulação de bala de goma**

Data da avaliação: 11 / 04 / 2022

Nota/ conceito: _____

BANCA EXAMINADORA

Documento assinado digitalmente
 Renan Campos Chisté
Data: 19/07/2023 09:04:57-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Renan Campos Chisté
(PPGCTA/ITEC/FEA) – Orientador)

Documento assinado digitalmente
 ANA VANIA CARVALHO
Data: 31/07/2023 09:59:51-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr^a. Ana Vânia Carvalho
(EMBRAPA Amazônia Oriental – Coorientadora)

Documento assinado digitalmente
 BRENDA DE NAZARE DO CARMO BRITO
Data: 18/07/2023 18:43:54-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof^a. Dra. Brenda de Nazaré do Carmo Brito

(Usina da Paz - Secretaria Estratégica de Articulação da Cidadania - SEAC/PA -

Governo – Membro externo)

Documento assinado digitalmente
 Rosinelson da Silva Pena
Data: 18/07/2023 20:14:39-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Rosinelson Pena

(PPGCTA/ITEC/FEA – Membro interno)

Dedico este trabalho à minha vó, in memoriam, sua primeira neta a realizar o mestrado. Obrigada por me acolher tão bem em sua casa nos períodos de aula e por lembrar de que estudar é o caminho certo, mas que é preciso comemorar as vitórias e descansar.

“Confie no Senhor de todo o seu coração
e não se apoie na sua própria inteligência.
Lembre-se de Deus em tudo o que fizer,
E Ele lhe mostrará o caminho certo”.

(Provérbios 3:5-6)

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por sempre me proporcionar forças para lutar pelo que eu acredito e por ter colocado as oportunidades que fizeram com que eu crescesse durante toda essa caminhada e conseguisse garantir mais essa vitória.

Aos meus pais que sempre acreditaram e apoiaram meus sonhos, que mesmo em momentos de estresse tiveram palavras e atitudes para me ajudar e apoiar. Aos meus irmãos pela paciência e amor. A minha família em geral que estiveram ao meu lado e que de algum jeito contribuíram até aqui.

Agradeço de imenso coração ao meu orientador Prof. Dr. Renan Chisté, o senhor me deu a oportunidade de realizar o mestrado com um novo olhar, com pessoas incríveis ao meu lado e todo o suporte possível, além disso realizou um sonho meu de ser orientada pelo senhor. Eu gostaria de agradecer também a minha coorientadora Dra. Ana Vânia que nunca mediu esforços para esse trabalho ser realizado, obrigada por toda a paciência e ensinamentos.

Agradeço também as técnicas, monitores e estagiários do Laboratório da Embrapa e de Tecnologia de Alimentos da UFPA, em especial ao Socorro, Lorena, Saulo, Gabriela, Leandra, Jheymyson, e outros, pela ajuda incondicional e paciência no laboratório.

Aos meus amigos de Pós-graduação, que durante todo o curso compartilharam momentos, risadas e preocupações ao meu lado, Niara, Ana Julia, Ianê, Maurício, Willen, Tatyanne, Lorena que me acompanharam mais de perto nessa caminhada e que sempre me ajudaram de alguma forma, vocês têm todo o meu agradecimento. Aos meus amigos de vida, Hugo, Daniela, Luiza, Thalyta, que sessaram muitas vezes a dor da caminhada e fizeram eu acreditar mais em mim, meu muito obrigada.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) de acordo com ISBD
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Pará
Gerada automaticamente pelo módulo Ficat, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- L769a Lisboa, Camile.
 Avaliação da composição química e do potencial antioxidante
 de acessos de Euterpe oleracea e Euterpe precatoria para posterior
 aplicação como corante natural na formulação de bala de goma /
 Camile Lisboa. — 2022.
 126 f. : il. color.
- Orientador(a): Prof. Dr. Renan Campos Chisté
 Coorientação: Profª. Dra. Ana Vania Carvalho
 Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal do Pará,
 Instituto de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Ciência e
 Tecnologia de Alimentos, Belém, 2022.
1. frutos da amazônia. I. Título.

CDD 634.098115

RESUMO

A presente dissertação avaliou a composição química e o potencial antioxidante de oito diferentes acessos de *Euterpe oleracea* e de *Euterpe precatoria*, do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental (Belém/PA), a fim de selecionar o melhor acesso de cada espécie para posterior aplicação na formulação de balas de goma. Foram avaliados os parâmetros de rendimento de polpa, lipídeos totais, compostos fenólicos, flavonoides totais, antocianinas totais e a avaliação da capacidade antioxidante (método ABTS). O acesso PL01, pertencente a espécie de *E. precatoria*, apresentou o maior destaque em comparação aos demais acessos estudados para os compostos fenólicos totais (2414,11 mg equivalente de ácido gálico/100 g), antocianinas monoméricas totais (1822,22 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g), flavonoides totais (325,07 mg equivalente de quercetina/100 g) e capacidade antioxidante (96,54 μ M equivalente de trolox/g), enquanto o acesso L2PL5 da espécie *E. oleracea* obteve maior destaque em relação a sua mesma espécie nos parâmetros de antocianinas monoméricas totais (736,05 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g), flavonoides totais (306,55 mg equivalente de quercetina/100 g) e capacidade antioxidante (53,77 μ M equivalente de trolox/g). A partir deste primeiro estudo foi selecionado um acesso de cada espécie de *E. oleracea* e *E. precatoria*, o PL01 e o L2PL5, respectivamente, com base nos elevados teores de antocianinas, a fim de avaliar a aplicação do açaí liofilizado na formulação de bala de goma visando monitorar a estabilidade do pigmento natural em comparação com uma bala de goma com corante artificial. Foram monitorados o pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, antocianinas monoméricas totais e cor instrumental das balas de goma durante 30 dias de armazenamento sob temperatura ambiente. Ao final do período, foi observado menor velocidade de degradação de antocianinas monoméricas totais na bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe precatoria* ($1,25 \times 10^{-1}$ dias), em comparação a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* ($1,52 \times 10^{-1}$ dias), pelo modelo de primeira ordem, além de uma menor perda de antocianinas monoméricas totais (48,17 % e 61,73 %, respectivamente). Em relação a estabilidade da cor, as balas de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* apresentaram mudança de cor perceptível em um período semelhante de 20 dias, sendo uma alternativa de tempo ideal para armazenamento e consumo. Conclui-se que a aplicabilidade de açaí liofilizado em produtos alimentícios pode ser vista como uma alternativa viável, resultando em alimentos com propriedades bioativas como as antocianinas, e representando uma alternativa mais saudável para a bala de goma.

Palavras-chaves: frutos da amazônia; compostos bioativos; corante natural; antocianinas; bala de goma.

ABSTRACT

The present dissertation evaluate the chemical composition and antioxidant potential of eight different genotypes of *Euterpe oleracea* and eight of *Euterpe precatoria*, from the Active Germplasm Bank of Embrapa Amazônia Oriental (Belém/PA), in order to select the best accession for each species for later application in the formulation of gummy candies. The parameters of pulp yield, total lipids, total phenolic compounds, total flavonoids, total anthocyanins and the evaluation of antioxidant capacity by the ABTS method in the eight accessions of each species were evaluated. PL01 genotype, belonging to the species of *E. precatoria*, showed greater prominence compared to the other genotypes studied, for total phenolic compounds (2414.11 mg gallic acid equivalent/100 g), total monomeric anthocyanins (1822.22 mg cyanidin 3-glycoside/100 g), total flavonoids (325.07 mg quercetin equivalent/100 g) and antioxidant capacity by the ABTS method (96.54 μ M trolox equivalent/g), in relation to the species of *E. oleracea*, the L2PL5 genotype presented better prominence in relation to its same species in the parameters of total monomeric anthocyanins (736.05 mg cyanidin 3-glycoside/100 g), total flavonoids (306.55 mg quercetin equivalent/100 g) antioxidant capacity by the ABTS method (53.77 μ M trolox equivalent/g). From this first study, a genotype of each specie, based on the high levels of anthocyanins, in order to evaluate the application of lyophilized açai in the candy formulation. of gum to monitor the stability of the natural pigment compared to a gummy bear with artificial coloring. Parameters such as pH, total acidity, total soluble solids ($^{\circ}$ Brix), total monomeric anthocyanins and instrumental color of the gummies produced during 30 days of storage at room temperature were monitored. At the end of the 30 days of storage, it was observed that there was a lower rate of degradation of total monomeric anthocyanins in the gummies with lyophilized açai from *Euterpe precatoria*, compared to the gummies with lyophilized açai from *Euterpe oleracea* of 1.25×10^{-1} days and 1.52×10^{-1} days, by the first order model, respectively, in addition to a lower loss of total monomeric anthocyanins, in percentagem, 48.17 % and 61.73 %, respectively. Regarding color stability, the lyophilized açai gummies from *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria* showed a perception of color change in a similar period of 20 days, being an ideal alternative of time for storage and consumption. It is concluded that the applicability of lyophilized açai in food products can be seen as a viable alternative, resulting in foods with a good source of bioactive properties such as anthocyanins, in order to produce a healthier alternative to gummy bears.

Keywords: Amazonian fruit; bioactive compounds; natural dye; anthocyanins; gummy candy.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

- Figura 1.** A1) Fruto de açaí (*Euterpe oleracea*); A2) Polpa de açaí (*Euterpe oleracea*); B1) Fruto de açaí (*Euterpe precatoria*); B2) Polpa de açaí (*Euterpe precatoria*).....3
- Figura 2.** Produção de açaí no estado do Pará em 2019.....6
- Figura 3.** Quantidade produzida e valor da produção de frutos de açaí no Brasil e suas cinco macrorregiões em 2019. *Não havia valores de quantidade produzida e valor de produção para frutos de açaí para as regiões sul, sudeste e centro-oeste.....6
- Figura 4.** Estrutura química das principais antocianinas encontradas no açaí.....15

CAPÍTULO II

Composição química e capacidade antioxidante de acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*

- Figura 1.** Fluxograma da descrição do processo de despulpamento de açaí dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.....34
- Figura 2.** (A1) Frutos maduros de *Euterpe oleracea*; (A2) Amolecimento dos frutos com água a 60 °C/15 min; (A3) Despulpamento dos frutos; (A4) Polpa de açaí; (A5) Polpa para a liofilização; (B1) Frutos maduros de *Euterpe precatoria*; (B2) Amolecimento dos frutos com água a 60 °C/15 min; (B3) Despulpamento dos frutos; (B4) Polpa de açaí; (B5) Polpa para a liofilização.....35
- Figura 3.** Classificação das variáveis respostas no plano formado pelas variáveis ativas e suplementares por análise estatística multivariada. (A) Gráfico de escores da análise de componentes principais – visualização (PC1xPC2) da distribuição dos dados dos oito acessos de *E. oleracea* e oito acessos de *E. precatoria*; (B) Projeção das variáveis pela análise de componentes principais (PCA).....53

CAPÍTULO III

Aplicação de açaí liofilizado (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*) como corante natural na formulação de balas de goma

Figura 1. A1) Fruto de açaí (*Euterpe oleracea*); A2) Polpa de açaí (*Euterpe oleracea*); A3) Açaí liofilizado (*Euterpe oleracea*); (B1) Fruto de açaí (*Euterpe precatoria*); B2) Polpa de açaí (*Euterpe precatoria*); B3) Açaí liofilizado (*Euterpe precatoria*).....64

Figura 2. Fluxograma da descrição do processo de despulpamento de açaí dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.....65

Figura 3. Balas de goma produzidas com corante artificial (controle) e com a adição de polpa de açaí liofilizada de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.....67

Figura 4. Valores de pH da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....73

Figura 5. Teor de acidez total (%) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....75

Figura 6. Teor de Sólidos Solúveis Totais (Brix°) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....77

Figura 7. A) Valores médios adimensionais de antocianinas monoméricas totais (C/C_0) da bala de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente; B) Porcentagem de perda de antocianinas monoméricas totais da bala de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente; C) Espectro de absorbância na região do visível (380-800 nm) ilustrando o decaimento da absorbância (deslocamento hipocrômico) da bala de goma controle adicionada com corante artificial durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....79

Figura 8. Curva de degradação ajustado pelo modelo de primeira ordem analisando os resultados da concentração de antocianinas monoméricas totais em função do tempo para as balas de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* (1) e de *Euterpe precatoria* (2).....81

Figura 9. Coloração e monitoramento visual da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, respectivamente, da esquerda para direita, durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....82

Figura 10. Diferença total de cor instrumental (ΔE) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....83

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO I

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1. Comercialização de açaí nas suas várias modalidades pelas indústrias de beneficiamento no estado do Pará, no ano de 2018.....	7
Tabela 2. Teor de compostos fenólicos totais encontrados em polpas de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> , em diversos estudos.....	11
Tabela 3. Teor de antocianinas observados em polpas de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> , em diversos estudos.....	15
Tabela 4. Identificação de antocianinas nas espécies de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> em diferentes estudos.....	18

CAPÍTULO II

Composição química e capacidade antioxidante de acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*

Tabela 1. Rendimento da polpa (%) dos acessos de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> estudados.....	40
Tabela 2. Teor de lipídeos totais dos acessos de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i>	42
Tabela 3. Valores médios de compostos fenólicos totais referentes aos acessos de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i>	43
Tabela 4. Teor de flavonoides totais dos acessos de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> ..	45
Tabela 5. Teor de antocianinas monoméricas totais dos acessos de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i>	47
Tabela 6. Capacidade antioxidante dos acessos de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i>	49

Tabela 7. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os compostos bioativos e a capacidade antioxidante <i>in vitro</i> pelo método ABTS dos acessos das espécies de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i>	51
---	----

CAPÍTULO III

Aplicação de açaí liofilizado (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*) como corante natural na formulação de balas de goma

Tabela 1. Formulações utilizadas para a produção das balas de gomas adicionadas de corante artificial (controle) e com as polpas de açaí liofilizadas de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i>	67
---	----

Tabela 2. Valores de pH da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....	72
--	----

Tabela 3. Teor de acidez total titulável (%) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....	73
---	----

Tabela 4. Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....	76
--	----

Tabela 5. Valores médios de antocianinas monoméricas totais (mg cianidina 3-glicosídeo/100g) da bala de goma com açaí liofilizado de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....	78
---	----

Tabela 6. Média dos parâmetros de cor instrumental (ΔE) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> durante o armazenamento sob temperatura ambiente.....	85
--	----

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 OBJETIVOS	2
2.1 Objetivo geral	2
2.2 Objetivos específicos	2
CAPÍTULO I	3
1. REVISÃO DE LITERATURA	3
1.1 Açaí	3
1.2 Produtividade e interesse socioeconômico do Açaí.....	4
1.3 Potencial genético do açaí.....	9
1.4 Potencial de compostos bioativos e nutricionais do açaí	11
1.4.1 Compostos fenólicos.....	11
1.4.2 Antocianinas.....	13
1.5 Referências.....	19
CAPÍTULO II.....	30
Composição química e capacidade antioxidante de acessos de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe</i> <i>precatoria</i>	
Resumo.....	30
Abstract.....	31
1 Introdução.....	32
2 Material e métodos.....	33
2.1 Amostras e rendimentos da polpa.....	33

2.2 Lipídeos Totais.....	35
2.3 Obtenção do extrato.....	36
2.4 Compostos Fenólicos Totais.....	36
2.5 Flavonoides Totais.....	37
2.6 Antocianinas Monoméricas Totais.....	37
2.7 Determinação da capacidade antioxidante <i>in vitro</i> pelo método ABTS.....	38
2.8 Análise estatística.....	38
3 Resultados e Discussão.....	40
3.1 Rendimento de polpa dos acessos de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i>	40
3.2 Teor de lipídeos totais.....	41
3.3 Teor de compostos fenólicos totais.....	43
3.4 Determinação dos Flavonoides Totais.....	45
3.5 Teor de Antocianinas monoméricas totais.....	46
3.6 Capacidade Antioxidante <i>in vitro</i>	49
3.4 Correlação entre os compostos bioativos e a capacidade antioxidante <i>in vitro</i>	50
3.5 Classificação dos acessos de <i>Euterpe oleracea</i> e <i>Euterpe precatoria</i> por análise estatística multivariada.....	52
4 Conclusão.....	54
5 Referências.....	55
CAPÍTULO III.....	61

Aplicação de açaí liofilizado (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*) como corante natural na formulação de bala de goma

Resumo.....	61
Abstract.....	62
1 Introdução.....	62
2 Material e métodos.....	63
2.1 Obtenção do açaí liofilizado.....	63
2.2 Elaboração de bala de goma com adição de polpa de açaí liofilizado.....	65
2.3 Monitoramento das características físico-químicas, antocianinas totais e cor instrumental das balas de goma durante o armazenamento sob temperatura ambiente..	68
2.3.1 pH.....	68
2.3.2 Acidez Total Titulável.....	68
2.3.3 Sólidos Solúveis Totais (°Brix).....	68
2.3.4 Cor Instrumental.....	68
2.3.5 Antocianinas Monoméricas Totais.....	69
2.3.6 Monitoramento do corante artificial.....	70
2.3.7 Análise estatística.....	70
3 Resultados e Discussão.....	71
3.1 pH.....	71
3.2 Acidez total titulável.....	74
3.3 Teor de sólidos solúveis totais (Brix°).....	75
3.4 Antocianinas monoméricas totais e cor instrumental.....	77
4 Conclusão.....	86
5 Referência.....	87

1. INTRODUÇÃO GERAL

O açaí é fonte de nutrientes necessários para uma dieta saudável, rico em lipídeos, fibras alimentares, baixo teor de açúcares e compostos fenólicos que possuem ação antioxidante, em especial as antocianinas, que apresentam efeitos benéficos associados com a prevenção de doenças crônico-degenerativas, a exemplo de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (YAMAGUCHI et al., 2015). Os frutos de açaí das espécies de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* são conhecidos por suas altas concentrações de compostos bioativos (CARVALHO et al., 2016; GARZÓN et al., 2017; TORMA et al., 2017).

Um amplo espectro de propriedades e aplicações bioativas tem sido atribuído aos corantes alimentícios naturais, que também são considerados promotores de saúde, quando incluídos adequadamente na dieta diária (SHAHID & MOHAMMAD, 2013; RODRIGUEZ-AMAYA, 2016; RATHER & MOHAMMAD, 2016). Além da sua forma tradicional de consumo, várias outras formas de utilizar o açaí têm sido introduzidas no mercado, como o açaí em pó, geleia, produtos de confeitaria, licor e cerveja (SIDRIM et al., 2018).

As antocianinas constituem alternativas viáveis para a substituição de corantes sintéticos devido seu grande número de conjugações, cores atrativas e sua solubilidade em água, que permite a incorporação em uma grande variedade de formulações alimentícias (POZO-INSFRAN et al., 2004; FREITAS et al., 2021).

Neste estudo, houve a divisão em três capítulos, sendo o capítulo I a revisão bibliográfica do estudo do potencial de compostos bioativos, genético, produtividade e interesse socioeconômico das espécies de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*. No capítulo II é relatado os resultados iniciais da pesquisa sobre a caracterização da composição química e da capacidade antioxidante de diferentes acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* obtidos da Embrapa Amazônia Oriental (Belém/Pará). O objetivo do capítulo III foi avaliar a aplicabilidade do açaí liofilizado proveniente das espécies *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* que foi aplicado na formulação de bala de goma e comparado a bala de goma com corante artificial a fim de analisar a estabilidade destes produtos por meio de análises físico-químicas, bioativos e cor instrumental, durante o armazenamento das balas produzidas sob temperatura ambiente.

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral

Determinar a composição química e o potencial antioxidante de diferentes acessos de *Euterpe oleracea* e de *Euterpe precatoria*, do Banco de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental (Belém/PA), com o objetivo de selecionar o melhor acesso de cada espécie para posterior aplicação na formulação de balas de goma, visando monitorar a estabilidade do pigmento natural, antocianina, em comparação com a bala de goma produzida com o corante artificial, um período de armazenamento de 30 dias sob temperatura ambiente.

2.2 Objetivos específicos

- Determinar o teor de compostos fenólicos totais, lipídeos totais, antocianinas monoméricas totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante em oito acessos de *E. oleracea*, em comparação oito acessos de *E. precatoria*.

- Selecionar um acesso de cada espécie estudada, *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, mais promissor com relação aos teores de antocianinas monoméricas.

- Aplicar o açaí liofilizado obtido dos acessos selecionados na formulação de bala de goma e comparar com a bala de goma produzida com corante artificial.

- Determinar a estabilidade das antocianinas e cor instrumental das balas de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* sob temperatura ambiente em 30 dias. Determinar a degradação e a velocidade de reação de perda de antocianinas das balas de goma elaboradas com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, durante 30 dias de armazenamento sob temperatura ambiente.

CAPÍTULO I

3. REVISÃO DE LITERATURA

3. 1 Açaí

Existem três espécies de açaí que produzem frutos comestíveis e são amplamente dispersos pela Amazônia, a *Euterpe edulis*, a *Euterpe precatoria* e a *Euterpe oleracea* (YAMAGUCHI et al., 2015).

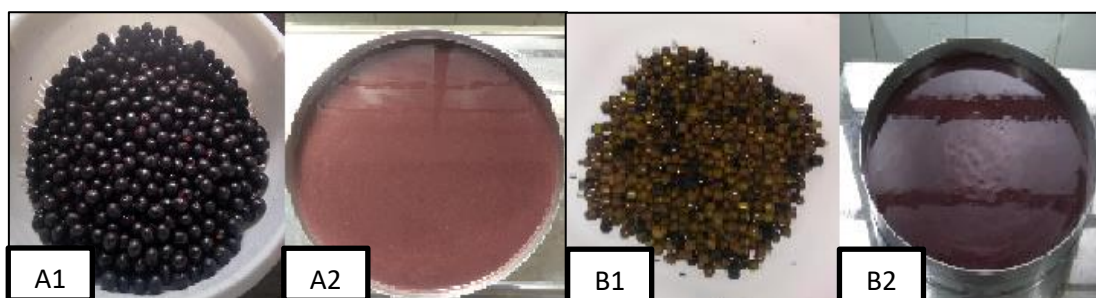


Figura 1. A1) Fruto de açaí (*Euterpe oleracea*); A2) Polpa de açaí (*Euterpe oleracea*); B1) Fruto de açaí (*Euterpe precatoria*); B2) Polpa de açaí (*Euterpe precatoria*). **Fonte:** Autor (2022).

A *Euterpe precatoria* é uma palmeira de haste única que atinge alturas de até 20 m, com um diâmetro de 25 cm. Já a *Euterpe oleracea* têm múltiplos caules com até 25 hastes, crescendo de 18 a 33 m. Os frutos de *E. precatória* (Figura 1) são colhidos fevereiro até junho, a distribuição espacial é bem mais esparsa nas florestas de terra firme na Amazônia Central e Ocidental, no Peru, Bolívia, Equador, Colômbia, Trinidad, Venezuela e Guianas. No Brasil a maior parte dos frutos são proveniente de Rondônia, Acre, Mato Grosso, Amazonas e Pará. Em relação a espécie *E. oleracea* (Figura 1), a colheita dos frutos geralmente inicia em maio ou em meados de junho, e continua até dezembro nos estados do Pará, Amapá, Maranhão e Tocantins. Além do Brasil, ocorre no Panamá, na costa do pacífico norte do Equador, Colômbia, Trinidad, Venezuela e Guianas. Já os frutos de *E. edulis* são colhidos dezembro até fevereiro com maior ocorrência no estado do Maranhão, litoral da Bahia e no Espírito Santo (HENDERSON, 2000; SCHAUSS, 2010; MARTINOT et al., 2017).

Os frutos das espécies *Euterpe precatoria* e *Euterpe oleracea* possuem coloração verde quando não estão maduros e quando amadurecem apresentam cor púrpura intensa. Possuem forma arredondada globular, com diâmetro de 1 a 2 cm e peso de 0,8 a 2,3 g. É

composto de núcleo e polpa. A polpa do fruto representa 5 a 15% do volume do fruto, variando de acordo com a origem e maturidade do fruto (BICHARA; ROGEZ, 2011). Para a comercialização, os frutos são despulpados com água, dando origem a uma polpa roxa espessa e escura, com uma aparência de superfície oleosa e sabor característico (PACHECO-PALENCIA; DUNCAN; TALCOTT, 2009).

Além da sua forma tradicional de consumo, várias outras formas de utilizar o açaí têm sido introduzidas no mercado, como açaí em pó, geleia, produtos de confeitaria, licor e cerveja saborizados com o açaí (SIDRIM et al., 2018).

Segundo a Instrução Normativa nº 37 do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2018), o açaí, o açaí clarificado e o açaí desidratado são produtos obtidos da extração com água da parte comestível do fruto maduro das espécies vegetais: *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*. De acordo com a quantidade de água empregada no processo de extração da parte comestível, bem como etapas de elaboração subsequentes, o produto é classificado da seguinte forma: o açaí, seguido do percentual de sólidos totais, é a bebida obtida a partir da parte comestível do fruto extraída com adição de água e filtração, preservando a cor, o aroma e o sabor característicos, além de quantidade mínima de compostos fenólicos (1,80 g/100 g b.s.) e antocianinas (0,44 g/100 g b.s.), sendo que o teor mínimo de sólidos totais para o açaí deverá ser de 8%.

3.2 Produtividade e interesse socioeconômico do Açaí

O açaí pertence à família *Arecaceae* e ao gênero *Euterpe* que compreende cerca de 28 espécies, sendo a *Euterpe edulis*, a *Euterpe oleracea* e a *Euterpe precatoria* amplamente distribuídas por toda a região amazônica brasileira (ROGEZ et al., 2011).

O açaí é fonte de nutrientes necessários para uma dieta saudável, rico em lipídeos, fibras alimentares, baixo teor de açúcares e compostos fenólicos que possuem ação antioxidante, em especial as antocianinas, que apresentam efeitos benéficos associados com a prevenção de doenças crônico-degenerativas, a exemplo de doenças cardiovasculares e neurodegenerativas (YAMAGUCHI et al., 2015).

A produção de polpa do açaí encontra-se em uma cadeia agroindustrial. Nessa cadeia, estão vários agentes econômicos, tais como produtores de açaí, intermediários ou atravessadores, indústrias processadoras, organizações vinculadas a esses agentes e o governo com suas políticas. No elo de processamento do fruto, encontram-se agentes que desempenham a função de suprir o consumo local, conhecidos culturalmente como batedores de açaí, e a indústria de processamento que produz polpa em larga escala para suprir o mercado nacional e internacional (ARAUJO, 2017).

A produção do fruto de açaí é sazonal e a safra vai basicamente do mês de julho ao mês de dezembro, e entressafra dos meses de janeiro a junho, o que gera grande flutuação no preço do produto no mercado local, devido ao efeito oferta/procura (RODRIGUES et al., 2015). A polpa do fruto de açaí pode ser obtida a partir da produção industrial ou artesanal, e além da ampla utilização pela indústria alimentícia, a polpa também pode ser empregada nas indústrias farmacêuticas e cosméticas (BEZERRA; FREITAS-SILVA; DAMASCENO, 2016; BOEIRA et al., 2020).

O extrativismo do açaí na região amazônica tem um importante papel socioeconômico para o estado do Pará, pois responde pela sustentação econômica das populações ribeirinhas, gerando emprego e renda. Além do mercado regional, o comércio do açaí atende também a demanda nacional e internacional com a produção da polpa do fruto (SILVA, 2021).

A partir da década de 90, com a valorização do fruto, a conservação de açais foi beneficiada, e áreas antes devastadas passaram a significar novas oportunidades de renda para populações locais, chegando a 80% de toda renda gerada, refletindo na manutenção da paisagem e redução de riscos ambientais refletidos diretamente na fauna e flora local pelo processo exploratório do palmito (HOMMA, 2014).

De acordo com a Figura 2, na região do nordeste paraense encontrava-se a maior área de árvores plantadas de açaí no estado do Pará em 2019, dado mais recente divulgado pela SEDAP, incluindo a região do Salgado e os municípios de Limoeiro do Ajuru e Oeiras do Pará.

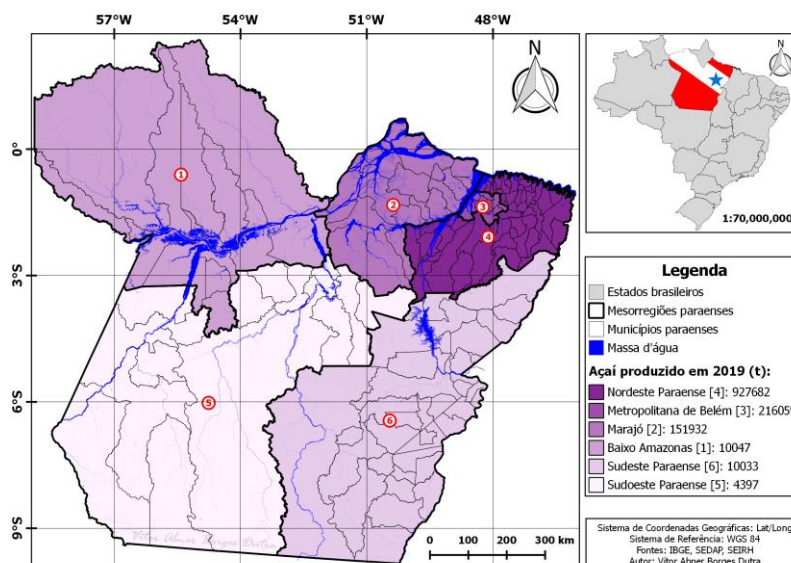


Figura 2. Produção de açaí no estado do Pará em 2019. **Fonte:** Autor (2022).

De acordo com a Figura 3, observa-se que aproximadamente 95% da produção nacional encontra-se no estado do Pará. De fato, o estado apresenta boa parte da sua economia baseada no comércio do fruto, gerando emprego e renda para a população.

No Brasil os principais estados produtores de açaí são: Pará, Acre, Amazonas, Amapá, Rondônia, Roraima, Maranhão e Tocantins (Figura 3). O açaizeiro representa importante fator socioeconômico para a região amazônica, pois é um dos alimentos pertencentes à cultura alimentar da região

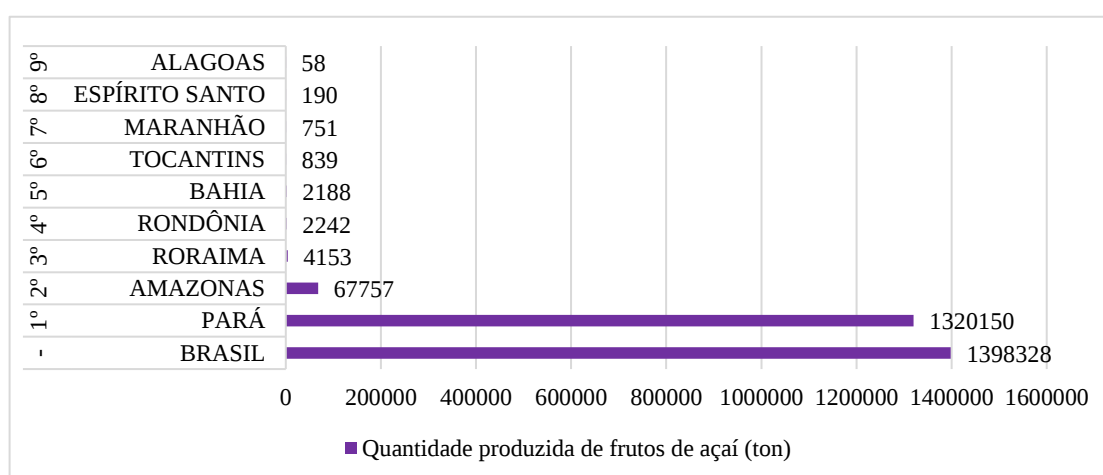


Figura 3. Quantidade produzida de frutos de açaí no Brasil e suas cinco macrorregiões em 2019. *Não havia valores de quantidade produzida e valor de produção para frutos de açaí para as regiões sul, sudeste e centro-oeste. **Fonte:** IBGE (2019).

De acordo com a Tabela 1, observa-se que, dos produtos obtidos do fruto de açaí, o óleo apresentava o maior valor monetário, de 75,73 reais por quilo. O óleo obtido a partir da polpa do fruto é viscoso, de coloração verde escura e aromas que lembram o fruto (PACHECO et al., 2008). Além disso esse óleo é rico em ácidos graxos mono e poli-insaturados, como o ácido oleico e linoleico (XIONG et al., 2020; PACHECO et al., 2009). Na composição do óleo também se destacam os compostos fenólicos, a citar o α -tocoferol (vitamina E), que previnem a oxidação lipídica, proporcionando alta estabilidade de armazenamento para este subproduto (SILVA & ROGEZ, 2013).

Tabela 1. Comercialização de açaí nas suas várias modalidades pelas indústrias de beneficiamento no estado do Pará, no ano de 2018.

Produtos	Quantidade (kg)	Valor (R\$)	Preço médio (R\$/kg)
<i>In natura</i> (fruto)	159.452.582,48	322.724.600,14	2,02
Mix	1.545.472,46	261.871.173,40	16,94
Óleo	1.195,20	90.509,91	75,73
Açaí em pó	6.783,05	111.376,86	16,42
Polpa de açaí especial	1.725.238,53	14.176.639,78	8,22
Polpa de açaí médio	6.567.066,55	28.055.028,91	4,27
Polpa de açaí popular	1.683.808,89	6.655.503,30	3,95
Total geral	172.082.731,69	645.154.624,68	140,35

Fonte: Secretaria da Fazenda do Estado do Pará; Tavares et al. (2020).

O açaí em pó também apresentou um interessante valor agregado, de 16,94 reais o quilo, no ano de 2018 (Tabela 1), podendo ser obtido por uma técnica altamente indicada para a manutenção dos teores de antocianinas, a liofilização. A liofilização do açaí é uma rápida e eficiente alternativa e promove o aumento da estabilidade, conservação e manutenção dos componentes nutricionais do produto, dessa forma é mais fácil o transporte e armazenamento do produto em condições ambientes (LUCAS et al., 2018).

1.3 Potencial genético do açaí

O programa de melhoramento genético de qualquer espécie é dinâmico, de forma a permitir a obtenção de novas cultivares que atendam às exigências do mercado, do produtor, da agroindústria e do consumidor (CARVALHO et al., 2017). Nesse sentido, os programas de melhoramento genético voltados ao desenvolvimento do açaí utilizam a seleção recorrente entre populações, sendo um método cíclico focado em aumentar a média de características desejáveis e manter a variabilidade genética.

Segundo Carvalho et al. (2017), estudos envolvendo a caracterização físico-química e de compostos bioativos de polpas obtidas a partir de materiais selecionados é primordial para aquisição de resultados consistentes em programas de melhoramento genético. Centenas de genótipos são produzidos e suas características constantemente avaliadas. Os melhores genótipos são então selecionados e recombinados, permitindo que uma nova cultivar (população melhorada) seja gerada a cada ciclo (CARVALHO et al., 2016).

A Embrapa Amazônia Oriental estabeleceu, a partir de 1980, um programa de melhoramento genético para o açaizeiro, com ênfase na produção de frutos. Em 2004 foi lançado a primeira cultivar (população melhorada) a BRS Pará, para condições de terra firme, cujas características desejáveis foram: bom perfilhamento, menor tempo de produção, boa produtividade, frutos de coloração violáceo e bom rendimento de polpa (OLIVEIRA; FARIAS NETO, 2005).

Na literatura existem vários estudos voltados à caracterização de genótipos de açaí obtidos a partir de programas de melhoramento genético (AUGUSTI et al., 2016; MATTIETTO et al., 2016; ROSÁRIO et al., 2016; CARVALHO et al., 2017).

Augusti et al. (2016) selecionaram diferentes genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*) e uma amostra comercial com o objetivo de analisar o teor de antocianinas, carotenoides, compostos fenólicos e atividade antioxidante. Os autores observaram que todos os genótipos, exceto L04P16 apresentaram o maior teor de antocianinas em comparação a amostra comercial. Além disso, o teor de antocianinas totais apresentou uma forte correlação com a atividade antioxidante avaliada pelo método ABTS, tendo destaque o genótipo L22P13, uma vez que este apresentou o maior valor de atividade antioxidante (674,83 μ M trolox/g), quando comparado aos demais genótipos (RUFINO et al., 2010; ROJANO et al., 2011).

Com relação ao perfil fenólico, as antocianinas são os principais compostos fenólicos neste fruto, com predominância de cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo (YAMAGUCHI et al., 2015). Carvalho et al. (2017) analisaram três genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*) e três polpas comerciais a fim de avaliar o perfil de antocianinas e a capacidade antioxidante. A antocianina cianidina 3-rutinosídeo foi a principal antocianina presente nas amostras dos genótipos de açaí e a amostra comercial apresentou os maiores teores de cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo (18.942 e 34.397 µg/g, respectivamente).

Ainda no estudo realizado por Carvalho et al. (2017), em relação aos compostos fenólicos, houve variação significativamente entre as amostras comerciais e genótipos, e o ácido vanílico foi encontrado em maior concentração nas amostras estudadas. Além disso, todas as amostras de açaí apresentaram altos valores de DPPH, ORAC e TEAC, destacando a alta capacidade de eliminação de radicais livres da polpa de açaí.

Mattietto et al. (2016) ao avaliarem a polpa de variedades de açaí (*Euterpe oleracea*) branco e roxo observaram que os dois tipos de açaí apresentaram compostos fenólicos em sua composição, mas a presença desses compostos foi significativamente superior no açaí roxo, destacando-se o genótipo L22PL17 com 2335,11 mg equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100g. Os genótipos de açaí roxo apresentaram variação significativa entre si quanto ao teor de compostos fenólicos, indicando que a variabilidade genética também influenciou nessa característica.

De maneira geral, nota-se uma grande variação nos teores de compostos bioativos em frutos de açaí, na literatura existente. Além de fatores externos (clima, cultivo etc.) e de processamento dos frutos que são capazes de alterar sua composição, confirma-se que a variação por fatores genéticos também é significativa. Diversos estudos reportam que a variabilidade genética influencia diretamente na composição química e nos compostos bioativos de frutas melhoradas geneticamente (KRAUJALYTÉ et al., 2015; DUBEY et al., 2015; DIAMANTI et al., 2015; MOEHNINSI; NAVARRE; BROWN, 2015; ROSÁRIO et al., 2016; MATTIETTO et al., 2016).

1.4 Potencial de compostos bioativos e nutricionais do açaí

1.4.1 Compostos fenólicos

A polpa do açaí possui uma riqueza e variedade de compostos fenólicos como antocianinas, além de ácidos fenólicos e tocoferóis. Os constituintes fenólicos são geralmente associados a propriedades promotoras da saúde e à prevenção de várias doenças degenerativas, e a sua crescente demanda tem possibilitado a maior produção de pesquisas científicas (XIA et al., 2010; YAMAGUCHI et al., 2015; KOLNIAK-OSTEK, et al., 2015; GARZÓN et al., 2017; DANTAS et al., 2019).

Estudos sobre a avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* na polpa de açaí observaram que a *E. oleracea* e a *E. precatoria* apresentavam conteúdos consideravelmente altos de compostos fenólicos, como antocianinas, flavonas e ácidos fenólicos (LICHTENTHALER et al., 2005; PACHECO-PALENCIA et al., 2009).

A Tabela 2 apresenta diversas pesquisas sobre os compostos bioativos referentes a polpa de *E. oleracea*, tendo como destaque o teor de compostos fenólicos totais.

Tabela 2. Teor de compostos fenólicos totais encontrados em polpas de *Euterpe oleracea*, em diversos estudos.

Autores	Espécie	Teor de compostos fenólicos totais
Rufino et al. (2010)	<i>Euterpe oleracea</i>	3268 mg EAG/100 g (b.s.)
Gordon et al. (2012)	<i>Euterpe oleracea</i>	3437 mg EAG/100 g (b.s.)
Neves et al. (2015)	<i>Euterpe oleracea</i>	521,75 a 558,56 mg EAG/100 g (b. s.)
Ferreira et al. (2016)	<i>Euterpe oleracea</i>	2123 mg EAG/100 g (b.s.)
Rosário et al. (2016)	<i>Euterpe oleracea</i>	613 a 2107,68 mg EAG/100 g (b.s.)
Torma (2016)	<i>Euterpe oleracea</i>	1729 a 3484 mg EAG/100 g (b.s.)
Silveira (2017)	<i>Euterpe oleracea</i>	527 a 2490 mg EAG/100 g (b.s.)

EAG: equivalente de ácido gálico. b.s.: base seca.

Silva et al. (2017) analisaram parâmetros físico-químicos, composição nutricional e compostos bioativos para a polpa de *Euterpe oleracea*, e observaram valores elevados de umidade (85,36%), atividade de água (0,996) e teor lipídico (7,23%) e um baixo teor proteico (2,80%). Em relação ao teor de compostos bioativos, os autores observaram teor de fenólicos totais de 346,14 mg de ácido gálico equivalente/100g, para antocianinas totais de 73,54 mg/100g e para a capacidade antioxidante o valor de 17,15 μ mol de trolox equivalente/g, sendo um produto que apresenta em sua composição uma boa fonte de compostos bioativos.

No estudo envolvendo estádios de maturidade do fruto de açaí, Gordon et al. (2012) analisaram a capacidade antioxidante e a caracterização química de três estádios de maturidade de frutos de açaí (*Euterpe oleracea*), e observaram que de acordo com o amadurecimento do fruto houve diminuição no teor de compostos fenólicos totais, observando 3437 mg EAG/100 g (b.s.) no estágio maduro.

Em pesquisa sobre diferentes partes do fruto de açaí, Ferreira et al. (2016) avaliaram a composição nutricional, a capacidade antioxidante e o perfil de ácidos graxos da polpa do fruto de açaí (*Euterpe oleracea*), e teor de compostos fenólicos totais para a polpa de 2123 mg EAG/100 g (b.s.) (Tabela 2).

No estudo envolvendo a avaliação de diferentes frutas, Rufino et al. (2010) avaliaram os compostos bioativos e a capacidade antioxidante dos extratos polifenólicos de 18 polpas: açaí, acerola, cajá, caju, camu-camu, carnaúba, gurguri, jabuticaba, jambolão, juçara, mangaba, murici, murta, puçá-coroa-de-frade, puçá-preto, umbu e uvaia. O estudo apontou que o extrato polifenólico do açaí apresentou a maior concentração fenólica (3268 mg EAG/100 g).

Na pesquisa envolvendo acessos de açaí melhorados geneticamente, Rosário et al. (2016) determinaram os compostos bioativos de dez genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*) oriundos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental no município de Belém, Pará. Na pesquisa observou-se uma variação no teor de compostos fenólicos totais de 613 a 2107,68 mg EAG/100 g (b.s.), correspondendo as amostras L7PL19 e L12PL20, respectivamente. Torma (2016) e Silveira et al. (2017) que também utilizaram genótipos de açaí do Pará apresentaram variação nos resultados do teor de compostos fenólicos totais, e obtiveram os resultados de compostos fenólicos entre 1729 e 3484 mg EAG/100 g (b.s.) e 527 a 2490 mg EAG/100 g (b.s.), respectivamente. Neste contexto, as informações desenvolvidas são úteis ao programa de melhoramento genético do fruto, pois permite a

identificação de plantas com características geneticamente superiores e favoráveis ao desenvolvimento de frutos com potencial econômico.

Para estudos envolvendo resultados de flavonoides totais para a polpa de açaí, Wong et al. (2013) avaliaram a relação da capacidade do extrato obtido da polpa de açaí (*E. oleracea*) em aumentar a viabilidade de células neurais após a exposição a duas espécies de amiloides (fibrilas proteicas que podem estar acumuladas nos tecidos, prejudicando a função de vários órgãos), e observaram que o extrato de açaí (338 mg equivalentes de quercetina por 100g de açaí liofilizado) forneceu neuroproteção *in vitro* contra a amilóide utilizada no estudo (β -amilóide neurotóxica).

Em outro estudo, Dias et al. (2013) realizaram a quantificação de flavonoides não-antociânicos de polpas *E. oleracea* obtidas de três fornecedores do Pará, e obtiveram teores de flavonoides totais de 143 a 209 mg/100 g (b.s.), destacando-se com os maiores teores, as flavonas orientina (35,00, 53,93 e 55,19 mg/100 g b.s.) e homorientina (48,82, 64,60 e 71,56 mg/100 g b.s.), sendo alguns compostos quantificados pela primeira vez em polpa de açaí, como a flavonona eriodictiol.

Em outra pesquisa, Paz et al. (2015) ao avaliarem os compostos bioativos de diferentes polpas de frutas tropicais, observaram que a polpa de *E. oleracea* apresentou valores superiores de compostos fenólicos (1808 mg EAG/100 g (b.s.)), incluindo o maior teor de flavonoides (672 mg EE/100 g b.s.), quando comparada às outras polpas estudadas, como acerola (158 mg EE/100 g b.s.), cajá (184 mg EE/100 g b.s.), goiaba (217 mg EE/100 g b.s.), manga (70 mg EE/100 g b.s.), abacaxi (46 mg EE/100 g b.s.), graviola (252 mg EE/100 g b.s.) e tamarindo (178 mg EE/100 g b.s.).

1.4.2 Antocianinas

As antocianinas são pigmentos polifenólicos que atribuem cor em frutas, flores e folhas, e variam entre vermelho à laranja e azul à violeta. Existem pelo menos 20 antocianinas estruturalmente distintas, que são derivadas das antocianidinas, identificadas na natureza. A antocianidina é tipicamente ligada a uma ou mais porções de açúcar, comumente conjugadas na forma de glicosídeos, e ocasionalmente são esterificadas com ácidos fenólicos. As antocianinas existem quase exclusivamente na forma glicosilada, enquanto seus homólogos de

antocianidinas são instáveis e raramente encontrados na natureza (ABDAL DAYEM et al., 2016).

Diferentemente da maioria dos flavonoides que possuem alta absorbância na faixa de 250 a 270 nm (região UV do espectro eletromagnético), as antocianinas, particularmente, apresentam uma intensa absorção na faixa de 520 a 560 nm (região visível) (MERKEN; BECHER, 2000; LOPES et al., 2007; JAGANATH; CROZIER, 2010; YI et al., 2010).

As antocianinas são pigmentos hidrosolúveis, embora sejam instáveis e apresentam maior estabilidade em condições ácidas devido a manutenção de forma protonada da molécula conhecida como cátion flavílio. A faixa de pH que corresponde valores de 1,0 a 3,0 corresponde a predominância da forma protonada da molécula de antocianina, apresentando coloração majoritariamente vermelha (RIBEIRO; MENDES; PEREIRA, 2011).

A degradação da antocianina pode ocorrer durante os procedimentos, processamento e estocagem, e pode ser influenciada por vários fatores como: alteração de pH, aumento de temperatura, presença de enzimas, ácido ascórbico, oxigênio, dióxido de enxofre e íons metálicos. As antocianinas apresentam instabilidade, principalmente devido a fatores externos como presença de luz, oxigênio e copigmento, dessa forma podem sofrer alterações na matriz de cores do meio, variando do vermelho ou azul para nuances de marrom, altamente indesejadas para esses compostos. (BRIDLE & TIMBERLAKE, 1997; CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; MALCHER, 2011).

No entanto, devido à variedade de cores desses metabólitos disponíveis na natureza, as antocianinas apresentam-se como potencial corante, uma vez que podem ser obtidos a partir do extrato de diferentes fontes e com aplicabilidade na indústria alimentícia e cosmética (COULTATE, 2004).

As antocianinas possuem propriedades biológicas reconhecidas como antioxidantes, farmacológicas e medicinais, incluindo propriedades anticarcinogênicas, anti-inflamatórias e antimicrobianas, prevenindo a oxidação de proteínas de baixa densidade (LDL), doenças cardiovasculares e neurológicas, promovendo a circulação sanguínea e protegendo o corpo contra arteriosclerose (AYALA-ZAVALA et al., 2011; POJER et al., 2013; BI et al., 2014; CEDRIM; BARROS; NASCIMENTO, 2018).

As antocianinas cianidina 3-arabinosídeo, cianidina 3-arabinosilarabinosídeo, cianidina 3-glicosídeo, pelargonidina 3-glicosídeo, peonidina 3-rutinosídeo, peonidina 3-glicosídeo e cianidina 3-sambubiosídeo já foram relatados na polpa do açaí (GALLORI et al.,

2004; POZO-INSFRAN et al., 2004; LICHTENTHALER et al., 2005; DE ROSSO et al., 2008; PACHECO-PALENCIA et al., 2009), tendo como destaque as antocianinas cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo (Figura 4) (DIAS et al., 2012; POULOSE et al., 2014; CARVALHO et al., 2016; GARZÓN et al., 2017; TORMA et al., 2017).

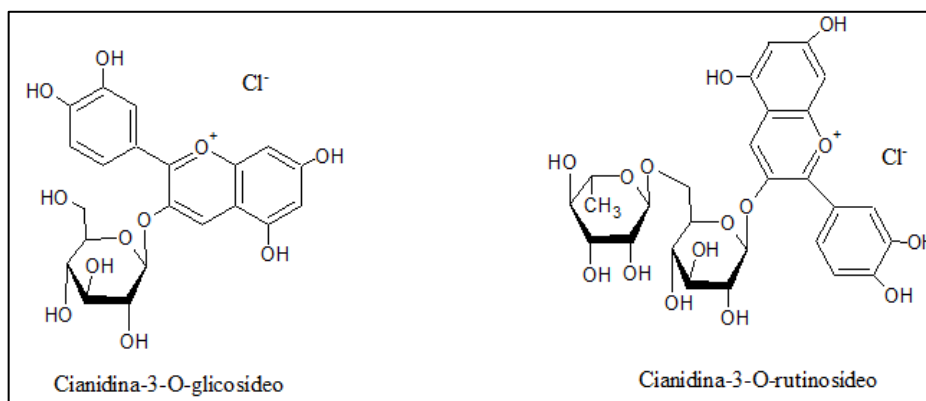


Figura 4. Estrutura química das principais antocianinas encontradas no açai. **Fonte:** Autor (2022).

A Tabela 3 apresenta diversas pesquisas sobre as antocianinas em polpas de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Tabela 3. Teor de antocianinas observados em polpas de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, em diversos estudos.

Autores	Espécie	Teor de antocianinas
Mattietto et al. (2016)	<i>Euterpe oleracea</i>	434,85 a 1138,59 mg/100 g (b.s.) *
Mattietto et al. (2016)	<i>Euterpe oleracea</i>	361,10 a 952,74 mg/100 g (b.s.) **
Garzón et al. (2017)	<i>Euterpe oleracea</i>	458 mg/100 g (b.s.) **
Mattietto et al. (2018)	<i>Euterpe oleracea</i>	339,39 a 900,7 mg/100 g (b.s.) ¹
Mattietto et al. (2018)	<i>Euterpe oleracea</i>	250,97 a 716 mg/100 g (b.s.) ²
Barbosa et al. (2019)	<i>Euterpe oleracea</i>	657,88 a 1197 mg/100 g (b.s.) **
Barbosa et al. (2019)	<i>Euterpe oleracea</i>	491,44 a 987,35 mg/100 g (b.s.) *

b.s.: base seca; *Valores referentes a antocianinas totais; **Valores referentes a antocianinas monoméricas; ¹No período de safra; ²No período de entressafra.

Mattietto et al. (2016) ao avaliarem a polpa extraída de genótipos de açaí roxo e branco, ambos da espécie *Euterpe oleracea*, quanto a composição química e nutricional oriundos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Amazônia Oriental situado no município de Belém, Pará, obtiveram resultados que mostraram que a variabilidade genética afetou a composição do açaí de forma significativa, com teor de antocianinas totais entre 434,85 a 1138,59 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca e para antocianinas monoméricas entre 361,10 a 952,74 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca (Tabela 3) para as polpas de açaí roxo. Já para a polpa de açaí branco, não houve detecção desses compostos bioativos pelo método utilizado.

Garzón et al. (2017) analisaram os compostos bioativos referentes ao conteúdo fenólico total, antocianina monomérica e atividade antioxidante de polpa de açaí (*Euterpe oleracea*) oriundos da Colômbia e obtiveram teor de antocianinas monoméricas de 458 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca (Tabela 3). O estudo indicou que a polpa de açaí de origem colombiana apresentou um perfil polifenólico mais diversificado, e maior atividade antioxidante que o açaí brasileiro.

Mattietto et al. (2018) a partir do estudo referente a composição fenólica e teor de antocianinas monoméricas em açaí (*Euterpe oleracea*) do tipo médio produzido em dez estabelecimentos de Belém, Pará, nos períodos de safra e entressafra, verificaram uma variação significativa dos compostos bioativos entre os estabelecimentos, com teores de antocianinas monoméricas de 250,97 a 716 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca, no período de entressafra, e 339,39 a 900,7 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca (Tabela 3), no período de safra em Belém. A análise de componentes principais demonstrou que houve estabelecimentos que mantiveram níveis elevados de compostos bioativos nos dois períodos estudados, assim como outros mantiveram uma qualidade inferior. Mesmo os valores inferiores observados demonstraram que o açaí artesanal apresentou potencialidade em compostos antioxidantes, enriquecendo assim a dieta regional.

Barbosa et al. (2019) ao avaliarem os teores de antocianinas totais e monoméricas da polpa de açaí (*Euterpe oleracea*) provenientes de estabelecimentos comerciais na cidade de Belém, Pará, obtiveram teores de antocianinas totais de 657,88 a 1197 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca (Tabela 4), e para as antocianinas monoméricas de 491,44 a 987,35 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca (Tabela 4), sendo que mesmos os menores valores observados no estudo são considerados interessantes, e dessa forma permitiu-se constatar que o açaí comercializado nesses pontos de Belém apresenta uma fonte rica nesses pigmentos.

Yuyama et al. (2011) analisaram a composição centesimal e os compostos bioativos de polpa de açaí (*Euterpe precatoria*) de diferentes ecossistemas amazônicos e obtiveram teores de antocianinas entre 128,4 a 868,9 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca (Tabela 4), sendo que o município de Parintins apresentou o menor valor desse parâmetro em comparação com o município de Manaquiri com o maior valor, esses resultados demonstram que existe uma variação no teor de antocianinas de frutos cultivados em diferentes localidades de uma mesma região, nesse caso, ambas são municípios amazonenses.

Garzón et al. (2017) ao avaliarem o perfil de compostos fenólicos não-antociânicos no extrato de açaí (*Euterpe oleracea*) pelo método UHPLC (cromatografia líquida de ultra alta eficiência) observaram que o ácido vanílico foi o composto predominante (1,4 mg/100 g, b.s.), seguido pelo ácido sirínico (0,6 mg equivalentes de ácido vanílico/100 g b.s.), e pequenas quantidades de ácido protocatecuico, ácido protocatecuico hexosídeo e ácido 4-hidroxibenzoico, sendo que todos variaram de 0,1 a 0,2 mg equivalentes de ácido vanílico/100 (b.s.).

Silveira (2017) ao avaliar o perfil de compostos fenólicos não-antociânicos pelo método UHPLC em três polpas comerciais de açaí (*E. oleracea*), observou que o ácido vanílico foi o principal composto encontrado nas amostras (entre 33,65 e 49,65 µg/g) e o ácido *p*-cumárico foi o menor (variando de 4,99 a 6,68 µg/g), sendo que nove de doze compostos fenólicos foram detectados e quantificados, sendo eles ácido 3,4-dihidroxi benzoico, ácido 4-dihidroxi benzoico, ácido vanílico, ácido caféico, ácido sirínico, ácido *p*-cumárico, isoorientina, orientina e ácido ferúlico.

De Moura et al. (2018) ao avaliarem o perfil de compostos fenólicos e a capacidade antioxidante em frutos de açaí (*E. oleracea*), mirtilo e goji berry, identificaram a catequina, a

epicatequina, a rutina e a miricetina, sendo que dentre elas a miricetina (0,054 mg/g) e a rutina (0,001 mg/g) estavam presentes em maior e menor concentração, respectivamente, além disso, segundo os autores, não foram identificados ácidos fenólicos nos extratos de açaí.

A Tabela 4 apresenta diversas pesquisas que obtiveram o perfil cromatográfico das antocianinas referentes a polpas de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Tabela 4. Identificação de antocianinas nas espécies de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* em diferentes estudos.

Autores	Espécie	Perfil cromatográfico
Dias et al. (2012)	<i>Euterpe oleracea</i>	Cianidina-3-glicosídeo; Cianidina-3-rutinosídeo; Pelargonidina-3-glicosídeo; Peonidina-3-glicosídeo; Peonidina-3- rutinosídeo.
Poulose et al. (2014)	<i>Euterpe oleracea</i>	Cianidina-3-O-glicosídeo; Cianidina-3-O-rutinosídeo; Malvidina-3-O-glicosídeo; Delfinidina-3-O- glicosídeo; Pelargonidina-3-O-glicosídeo; Peonidina-3-O-glicosídeo;
Carvalho et al. (2016)	<i>Euterpe oleracea</i>	Cianidina-3-O-glicosídeo; Cianidina-3-O-rutinosídeo;
Garzón et al. (2017)	<i>Euterpe oleracea</i>	Cianidina-3,5-hexosídeo-pentosídeo; Cianidina-3-glicosídeo; Cianidina-3-rutinosídeo; Pelargonidina-3-glicosídeo; Pelargonidina-3-rutinosídeo; Peonidina-3-glicosídeo; Peonidina-3-rutinosídeo.
Torma et al. (2017)	<i>Euterpe oleracea</i>	Cianidina-3-glicosídeo; Cianidina-3-rutinosídeo;
Dantas et al. (2019)	<i>Euterpe oleracea</i>	Cianidina-3-glicosídeo; Cianidina-3,5-diglicosídeo; Delfinidina-3-glicosídeo; Pelargonidina-3-glicosídeo.
Poulose et al. (2014)	<i>Euterpe precatoria</i>	Cianidina-3-O-glicosídeo; Cianidina-3-O-rutinosídeo; Malvidina-3-O-glicosídeo; Delfinidina-3-O- glicosídeo;

		Pelargonidina-3-O-glicosídeo; Peonidina-3-O-glicosídeo;
Peixoto et al. (2016)	<i>Euterpe precatoria</i>	Cianidina-3-rutinosídeo; Cianidina-3- glicosídeo; Peonidina-3-rutinosídeo

Poulose et al. (2014) ao investigarem o perfil de antocianinas nas polpas de *E. oleracea* e *E. precatoria*, por HPLC, observaram que *E. precatoria* apresentou valores superiores de cianidina-3-O-glicosídeo, cianidina-3-O-rutinosídeo, malvidina-3-O-glicosídeo, pelargonidina-3-O-glicosídeo e peonidina-3-O-glicosídeo (Tabela 4), em comparação a *E. oleracea*.

Carvalho et al. (2016) ao determinarem a composição química e o potencial antioxidante de polpas de três diferentes genótipos de açaí (*E. oleracea*) pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Amazônia Oriental, observaram que dentre os resultados obtidos, a cianidina 3-rutinosídeo (Tabela 4) foi a principal antocianina presente nas amostras de polpa de açaí liofilizadas.

Torma et al. (2017) em estudo sobre extratos hidroetanólicos obtidos a partir da polpa de seis genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*), identificaram e quantificaram as antocianinas cianidina 3-glicosídeo (4,72 a 13,71 mg/g) e cianidina 3-rutinosídeo (4,43 a 52,61 mg/g) (Tabela 4).

Dantas et al. (2019) ao investigarem os compostos fenólicos em oito polpas congeladas de diferentes frutas produzidas em biomas brasileiros, obtiveram, a partir da identificação e quantificação por HPLC, o perfil de vinte e oito compostos, e observaram que a polpa de açaí (*E. oleracea*) obteve o segundo valor de antocianinas (198,98 mg/100 g b.s.), atrás apenas do valor encontrado na polpa de blueberry (920,52 mg / 100 g b.s.), o que representou 70% do total de compostos fenólicos quantificados, sendo a pelargonidina 3-glicosídeo (111,92 mg/100 g b.s.) foi a principal antocianina detectada na polpa de açaí do estudo (Tabela 4).

Peixoto et al. (2016) em estudo utilizando frutos de açaí de *E. precatoria*, observaram que a cianidina-3-rutinosídeo correspondeu a 89,44% das antocianinas presentes, além de detectarem a cianidina-3- glicosídeo e peonidina-3-rutinosídeo como minoritárias.

3.5 Referências

ABDAL DAYEM, A.; CHOI, H. Y.; YANG, G. M.; KIM, K.; SAHA, S. K.; CHO, S. G. The anti-cancer effect of polyphenols against breast cancer and cancer stem cells: molecular mechanisms. **Nutrients**, v. 8, n. 9, p. 581, 2016.

ARAUJO, D. do N. Análise dos fatores de competitividade da cadeia produtiva da polpa do açaí do nordeste paraense. **Doutorado (Tese em Engenharia de Produção)**, Universidade Federal de São Carlos, 2017.

AUGUSTI, P. R.; TORMA, P. C. M. R.; CARVALHO, A. V.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. D. O. Compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*). In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais. Gramado: SBCTA Regional, 2016., 2016.

AYALA-ZAVALA, J. F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A.; SIDDIQUI, M. W.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Agroindustrial potential of exotic fruit by products as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866-1874, 2011.

BARBOSA, V. B.; MATTIETTO, R. D. A.; PARACAMPO, N. Antocianinas totais e monoméricas em açaí comercializado na cidade de Belém-Pará. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 23., 2019, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019., 2019.

BEZERRA, V. S.; FREITAS-SILVA, O.; DAMASCENO, L. F. Açaí: produção de frutos, mercado e consumo. In: **Embrapa Amapá-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAPÁ, 2., 2016, Macapá. Resumos. Macapá: Embrapa Amapá, 2016.

BICHARA, C. M. G.; ROGEZ, H. Açaí (*Euterpe oleracea* Martius). In: Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits. **Woodhead Publishing**. p. 1-27e., 2011.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018. Regulamento Técnicos para Fixação dos padrões de identidade e

qualidade de polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 8 out. Seção 1, p. 23, 2018.

BOEIRA, L. S., FREITAS, P. H. B., UCHÔA, N. R., BEZERRA, J. A., CÁD, S. V., JUNIOR, S. D.; MACIEL, L. R. Chemical and sensorial characterization of a novel alcoholic beverage produced with native acai (*Euterpe precatoria*) from different regions of the Amazonas state. **LWT**, v. 117, p. 108632, 2020.

BI, X.; ZHANG, J.; CHEN, C.; ZHANG, D.; LI, P.; MA, F. Anthocyanin contributes more to hydrogen peroxide scavenging than other phenolics in apple peel. **Food Chemistry**, v. 152, p. 205-209, 2014.

CARVALHO, A. V.; FERREIRA FERREIRA DA SILVEIRA, T.; MATTIETTO, R. D. A.; PADILHA DE OLIVEIRA, M. D. S.; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 5, p. 1467-1474, 2016.

CARVALHO, A. V.; FERREIRA FERREIRA DA SILVEIRA, T.; MATTIETTO, R. D. A.; PADILHA DE OLIVEIRA, M. D. S.; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 5, p. 1467-1474, 2016.

CARVALHO, A.; MIRANDA, L.; OLIVEIRA, M. **Caracterização físico-química da polpa em genótipos de açaizeiro do tipo violáceo**. Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2017.

CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R. A.; BECKMAN, J. C. Estudo da estabilidade de polpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. e2016023, 2017.1.

CARVALHO, A. V.; FERREIRA FERREIRA DA SILVEIRA, T.; MATTIETTO, R. D. A.; PADILHA DE OLIVEIRA, M. D. S.; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 5, p. 1467-1474, 2017.

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; DO NASCIMENTO, T. G. Propriedades antioxidantes do açaí (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2017092, 2018.

COULTATE, T.P. Corantes. **Alimentos: A química de seus componentes**. 3 ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. Cap. 6, p. 145-182.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO – CONAB. (2019). **Análise mensal: Açaí (fruto) mar/2019**. Disponível em: <file:///C:/Users/Let%C3%ADcia%20Hungria/Downloads/AcaiZ-ZAnaliseZMensalZZ-ZmarcoZ2019_1%20(2).pdf>. Acesso em: 10 de fevereiro de 2022.

DANTAS, A. M.; MAFALDO, I. M.; OLIVEIRA, P. M. de L.; LIMA, M. dos S.; MAGNANI, M.; BORGES, G. da S. C. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food Chemistry**, v. 274, p. 202–214, 2019.

DE MOURA, C.; DOS REIS, A. S.; DA SILVA, L. D.; DE LIMA, V. A.; OLDONI, T. L. C.; PEREIRA, C.; CARPES, S. T. Optimization of phenolic compounds extraction with antioxidant activity from açaí, blueberry and goji berry using response surface methodology. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, p. 180-189, 2018.

DE ROSSO, V. V.; HILLEBRAND, S.; MONTILLA, E. C.; BOBBIO, F. O.; WINTERHALTER, P.; MERCADANTE, A. Z. Determination of anthocyanins from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) and açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) by HPLC-PDA-MS/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 4, p. 291-299, 2008.

DIAMANTI, J.; BALDUCCI, F.; DI VITTORI, L.; CAPOCASA, F.; BERDINI, C.; BACCHI, A.; MEZZETTI, B. Physico-chemical characteristics of thermally processed puree from different strawberry genotypes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 43, p. 106-118, 2015.

DIAS, A. L.; ROZET, E.; LARONDELLE, Y.; HUBERT, P.; ROGEZ, H.; QUETIN-LECLERCQ, J. Development and validation of an UHPLC-LTQ-Orbitrap MS method for non-anthocyanin flavonoids quantification in *Euterpe oleracea* juice. **Analytical and bioanalytical chemistry**, v. 405, n. 28, p. 9235-9249, 2013.

DUBEY, R. K.; SINGH, V.; UPADHYAY, G.; PANDEY, A. K.; PRAKASH, D. Assessment of phytochemical composition and antioxidant potential in some indigenous chilli genotypes from North East India. **Food chemistry**, v. 188, p. 119-125, 2015.

FERREIRA, D. S.; GOMES, A. L.; DA SILVA, M. G.; ALVES, A. B.; AGNOL, W. H. D.; FERRARI, R. A.; PACHECO, M. T. B. Antioxidant capacity and chemical characterization of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) fruit fractions. **Food Science Technology**, v. 4, n. 5, p. 95-102, 2016.

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

GARZÓN, G. A.; NARVÁEZ-CUENCA, C. E.; VINCKEN, J. P.; GRUPPEN, H. Polyphenolic composition and antioxidant activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. **Food Chemistry**, v. 217, p. 364–372, 2017.

GORDON, A.; CRUZ, A.P.G.; CABRAL, L.M.C.; DE FREITAS, S.C.; TAXI, C.M.A.D.; DONANGELO, C.M. Chemical characterization and evaluation of antioxidante properties of acai fruits (*Euterpe oleracea* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n. 2, p. 256-263, 2012.

HENDERSON, A. The genus *Euterpe* in Brazil. In: REIS, M.S.; REIS, A. (Eds.) *Euterpe edulis* Martius – (Palmitero) biologia, conservação e manejo. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, **Sellowia**, n.49-52, p.1-20, 2000.

HOMMA, A. K. O., 2014. **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**: /editor técnico, Alfredo Kingo Oyama Homma. – Brasília, DF: Embrapa, Amazônia Oriental, Belém. 1-468, 2014.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura, 2019**. Quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal, por tipo de produto extrativo. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados>. Acesso em: 25/02/2021.

KOLNIAK-OSTEK, J.; OSZMIANSKI, J. Characterization of phenolic compounds in different anatomical pear (*Pyrus communis* L.) parts by ultra-performance liquid chromatography photodiode detector-quadrupole/time of flight-mass spectrometry (UPLC-PDA-Q/TOF-MS). **International Journal of Mass Spectrometry**, v. 392, p. 154-163, 2015.

LICHTENTHALER, R.; RODRIGUES, R. B.; MAIA, J. G. S.; PAPAGIANNOPOULOS, M.; FABRICIUS, H.; MARX, F. Total oxidant scavenging capacities of *Euterpe oleracea* Mart. (Acai) fruits. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, n. 1, p. 53-64, 2005.

OLIVEIRA, M. S. P. de; FARIAS NETO, J. T. **Cultivar BRS - Pará: açaizeiro para produção de frutos em terra firme**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 2 p. (Embrapa Amazônia Oriental. Comunicado técnico, 114), 2005.

ROGEZ, H.; POMPEU, D. R.; AKWIE, S. N. T.; LARONDELLE, Y. 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**, v. 24, n. 6, p. 796-800, 2011.

RODRIGUES, E. C. N.; RIBEIRO, S. D. C. A.; DA SILVA, F. L. Influência da cadeia produtiva do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Na geração de renda e fortalecimento de unidades familiares de produção, Tomé Açu-PA. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, p. 210, 2015.

ROSÁRIO, V.; MATTIETTO, R. D. A.; LANES, J. D. J.; OLIVEIRA, M. Determinação de antocianinas e compostos fenólicos totais em diferentes genótipos de açaí. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 4., 2016, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016., 2016.

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

RIBEIRO, de O. L.; MENDES, M. F.; PEREIRA, C. D. S. S. Avaliação da composição centesimal, mineral e teor de antocianinas da polpa de juçá (*Euterpe edulis* Martius). **Revista Eletrônica TECCEN**, v. 4, n. 3, p. 05-16, 2011.

SCHAUSS, A. G. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): A macro and nutrient rich palm fruit from the Amazon rain forest with demonstrated bioactivities in vitro and in vivo. In D. R. Watson & V. R. Preedy (Eds.). **Bioactive Foods in Promoting Health**, p.479–490, 2010.

SANTOS, R. D.; GAGLIARDI, A. C. M.; XAVIER, H. T.; MAGNONI, C. D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A. M. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia: I diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v.100, supl.3, p.1-40, 2013.

SEDAP, Panorama Agrícola do Pará – 2019 – Açaí (Versão Eletrônica). Fonte: IBGE PAM (Ano de referência 2019). Elaboração SEDAP-NUPLAN-ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.sedap.pa.gov.br/content/açaí>. Acesso em: 24 fev. 2022.

SIDRIM, C. S.; VIEIRA, D. D. S.; FREITAS, P. H. B.; UCHÔA, N. R.; BOEIRA, L. S. Elaboração de Fermentado de Açaí Através da Maceração do Caroço. **REVISTA IGAPÓ-Revista de Educação Ciência e Tecnologia do IFAM**, v. 12, n. 2, p. 28-41, 2018.

SILVA, P. D. **Determinação de compostos fenólicos por HPLC**. 2012. 136 p. Dissertação (Química Industrial) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2012.

SILVA, J. J. M. D.; ROGEZ, H. Avaliação da estabilidade oxidativa do óleo bruto de açaí (*Euterpe oleracea*) na presença de compostos fenólicos puros ou de extratos vegetais amazônicos. **Química Nova**, v. 36, p. 400-406, 2013.

SILVA, R. S. Açaí: Importância socioeconômica nos estados do Pará e Goiás. 2021. **Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso)**. Tecnologia em Agronegócio. Instituto Federal Goiano – Campus Rio Verde. 2021.

SILVEIRA, T. F. F. **Phenolic compounds and antioxidant capacity of açaí pulp ("Euterpe oleracea" Mart.): effect of high pressure processing in comparison to thermal pasteurization of purple açaí and a study on" white açaí"**, 2017. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, 2017.

KRAUJALYTĖ, V.; VENSKUTONIS, P. R.; PUKALSKAS, A.; ČESONIENĖ, L.; DAUBARAS, R. Antioxidant properties, phenolic composition and potentiometric sensor array evaluation of commercial and new blueberry (*Vaccinium corymbosum*) and bog blueberry (*Vaccinium uliginosum*) genotypes. **Food Chemistry**. vol. 188, p. 583, 2015.

JAGANATH, I.B.; CROZIER, A. Dietary flavonoids and phenolic compounds. In: FRAGA, C.G. **Plant Phenolics and Human Health**, v. 1, p. 1-50, 2010.

LUCAS, B.F.; ZAMBIAZI, F.C.; COSTA, J.A.V. Biocompounds and physical properties of açai pulp dried by different methods. **LWT - Food Science and Technology**, vol. 98, p. 335-340, 2018.

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

MARTINOT, J. F.; PEREIRA, H. dos S.; SILVA, S. C. P. da. Coletar ou Cultivar: as escolhas dos produtores de açai-da-mata (*Euterpe precatoria*) do Amazonas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 4, p. 751-766, 2017.

MATTIETTO, R. D. A.; CARVALHO, A. V.; LANES, N.; DE OLIVEIRA, M. S. P.; ROSÁRIO, V. N. M. Composição química e nutricional da polpa de açai: comparação entre as variedades roxa e branca. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais... Gramado: SBCTA Regional, 2016., 2016.

MATTIETTO, R. D. A.; PREZA, C. R. A. S.; PARACAMPO, N. E. N. P.; NETA, J. D. J. Teores de compostos bioativos em amostras de açai comercializados em Belém-Pará durante safra e entressafra. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 26., Belém, PA, 2018. O Uso consciente da biodiversidade: perspectivas para o avanço da ciência e tecnologia de alimentos: anais. Belém, PA: SBCTA, 2018. 6 p. CBCTA., 2018.

- MERKEN, H. M.; BECHER, G. R., Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography: A review, **Journal of agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 577-599, 2000.
- MOEHNINSI; NAVARRE, D. A.; BROWN, C. R. Phytonutrient content of *Solanum sisymbriifolium* Lam. Berries. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 44, p. 73-79, 2015.
- MOURA, R. S.; RESENDE, Â. C. Cardiovascular and metabolic effects of açaí, an Amazon plant. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v. 68, n. 1, p. 19-26, 2016.
- NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, D. C. D. S.; MENDES, J. K. S.; URNHANI, C. O.; ARAÚJO, K. G. Quality of fruits manually processed of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) and bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 729-738, 2015.
- NOWAK, D.; GOŚLIŃSKI, M.; PRZYGÓŃSKI, K.; WOJTOWICZ, E. The antioxidant properties of exotic fruit juices from acai, maqui berry and noni berries. **European Food Research and Technology**, v. 244, n. 11, p. 1897-1905, 2018.
- PACHECO, L. A.; TALCOTT, S. T.; MERTENS-TALCOTT, S. Absorption and biological activity of phytochemical rich extracts from açaí (*Euterpe oleracea*) pulp and oil in vitro. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, vol. 56, p. 3593, 2008.
- PACHECO-PALENCIA, L. A.; DUNCAN, C. E.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açaí species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. **Food Chemistry**, vol. 115, p. 1199-1205. 2009.
- PAZ, M., GÚLLON, P., BARROSO, M. F., CARVALHO, A. P., DOMINGUES, V. F., GOMES, A. M.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462-468, 2015.
- PEIXOTO, H.; ROXO, M.; KRSTIN, S.; RÖHRIG, T.; RICHLING, E.; WINK, M. An anthocyanin-rich extract of acai (*Euterpe precatoria* Mart.) increases stress resistance and retards aging-related markers in *Caenorhabditis elegans*. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 64, n. 6, p. 1283-1290, 2016.

PEREIRA, R. R. Obtenção e caracterização de sistemas de cristal líquido contendo óleo de açaí (*Euterpe oleracea*). 2015. **Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)**. Universidade Federal do Pará, 2015.

PEREIRA, G.S.; BASSO, S.L.; FREITAS, P.M.; LIMA, D.A.; MACHADO, A.S. Caracterização físico-química e cromatográfica dos óleos de açaí (*Euterpe precatoria*), pataúá (*Oenocarpus batauá*) e coção (*Attalea tessmanii*). **57º Congresso Brasileiro de Química**. Gramado, Rio Grande do Sul, 2017.

PETRUK, G.; ILLIANO, A.; DEL GIUDICE, R.; RAIOLA, A.; AMORESANO, A.; RIGANO, M. M.; MONTI, D. M. Malvidin and cyanidin derivatives from açaí fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) counteract UV-A-induced oxidative stress in immortalized fibroblasts. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 172, p. 42-51, 2017.

POJER, E.; MATTIVI, F.; JOHNSON, D.; STOCKLEY, C. S. The case for anthocyanin consumption to promote human health: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, n. 5, p. 483-508, 2013.

POULOSE, S. M.; FISHER, D. R.; BIELINSKI, D. F.; GOMES, S. M.; RIMANDO, A. M.; SCHAUSS, A. G.; SHUKITT-HALE, B. Restoration of stressor-induced calcium dysregulation and autophagy inhibition by polyphenol-rich açaí (*Euterpe* spp.) fruit pulp extracts in rodent brain cells in vitro. **Nutrition**, v. 30, n. 7-8, p. 853-862, 2014.

POZO-INSFRAN, D. D.; BRENES, C. H.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and pigment stability of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 52, n. 6, p. 1539-1545, 2004.

TAVARES, G. dos S.; HOMMA, A. K. O; MENEZES, A. J. E. A. de; PALHETA, M. P. Análise da produção e comercialização de açaí no estado do Pará, Brasil, **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 04, p. 35215-35221, 2020.

TORMA, P. C. M. R. Valor nutricional, perfil de compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*). 2016. 132 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

TORMA, P. D. C. M. R.; BRASIL, A. V. S.; CARVALHO, A. V.; JABLONSKI, A.; RABELO, T. K.; MOREIRA, J. C. F.; DE OLIVEIRA RIOS, A. Hydroethanolic extracts from different

genotypes of açai (*Euterpe oleracea*) presented antioxidant potential and protected human neuron-like cells (SH-SY5Y). **Food chemistry**, v. 222, p. 94-104, 2017.

VAZ, A. L. P. Caracterização e avaliação da qualidade de polpas de açai industrializadas e perfil de ácidos graxos do fruto do açazeiro. 2003. **Dissertação (Mestrado em Nutrição)**. Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

XIA, G. F.; DENG, Y.J.; GUO, H. B. Biological activities of polyphenols from grapes. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 11, p. 622-646, 2010.

XIONG, J.; MATTA, F. V.; GRACE, M.; LILA, M. A.; WARD, N. I.; SOTELO, M. F. & ESPOSITO, D. Phenolic content, anti-inflammatory properties, and dermal wound repair properties of industrially processed and non-processed acai from the Brazilian Amazon. **Food Function**, v. 11, p. 4903-4914, 2020.

WONG, D. Y. S.; MUSGRAVE, I. F.; HARVEY, B. S.; SMID, S. D. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry extract exerts neuroprotective effects against β -amyloid exposure in vitro. **Neuroscience letters**, v. 556, p. 221-226, 2013.

YAMAGUCHI, K. K. DE L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARÃO, C. V.; LIMA, E. S.; DA VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon açai: chemistry and biological activities: a review. **Food chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015.

YI, L.; CHEN, C. Y.; JIN, X.; MI, M. T.; YU, B.; CHANG, H.; ZHANG, T. Structural requirements of anthocyanins in relation to inhibition of endothelial injury induced by oxidized low-density lipoprotein and correlation with radical scavenging activity. **FEB Sletters**, v.584, p.583-590, 2010.

YOUSUF, B.; GUL, K.; WANI, A. A.; SINGH, P. Health benefits of anthocyanins and their encapsulation for potential use in food systems: a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. 13, p. 2223-2230, 2016.

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA FILHO, D. F.; YUYAMA, K.; DE JESUS VAREJÃO, M.; FÁVARO, D. I. T.; CARUSO, M. Caracterização físico-química do suco de açai de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas Amazônicos. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 4, 2011.

CAPÍTULO II

Composição química e capacidade antioxidante de acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*

Camile Ramos Lisboa^a, Renan Campos Chisté^a, Maria do Socorro Padilha de Oliveira^b, Ana Vânia Carvalho.^b

^aPrograma de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Instituto de Tecnologia (ITEC), Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém/PA, Brasil.

^bEmpresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA, Brasil.

Resumo

A pesquisa de compostos bioativos envolvendo acessos provenientes de estudos de melhoramento genético é desejável, pois possibilita a melhor seleção para o mercado e para a continuidade de pesquisas. Este estudo teve como objetivo determinar diferenças químicas entre diferentes acessos de frutos de açaí da espécie *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* disponíveis do Banco de Germoplasma da EMBRAPA Amazônia oriental (Belém, PA). Foram avaliados rendimento de polpa, lipídeos totais, compostos fenólicos totais, flavonoides totais, antocianinas totais e a avaliação da capacidade antioxidante pelo método ABTS 8 acessos de cada espécie. O acesso PL01, pertencente a espécie *E. precatoria*, destacou-se em comparação aos demais acessos estudados, para os compostos fenólicos totais (2414,11 mg equivalente de ácido gálico/100 g, em uma faixa de 769,42 a 2414,11), antocianinas monoméricas totais (1822,22 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g, em uma faixa de 76,36 a 1822,22), flavonoides totais (325,07 mg equivalente de quercetina/100 g, em uma faixa de 164,45 a 325,07) e capacidade antioxidante pelo método ABTS (96,54 µM equivalente de trolox/g, em uma faixa de 35,13 a 96,54). Em relação a espécie *E. oleracea*, o acesso L2PL5 apresentou melhor destaque em relação a mesma espécie antocianinas monoméricas totais (736,05 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g, em uma faixa de 104,07 a 736,05), flavonoides totais (306,55 mg EQ/100 g, em uma faixa de 136,76 a 306,55) capacidade antioxidante pelo método ABTS (53,77 µM ET,

em uma faixa de 30,32 a 53,77). A classificação das variáveis respostas no plano formado pelas variáveis ativas e suplementares pela análise estatística multivariada, validou os resultados obtidos no trabalho pois o acesso PL01, referente a espécie *E. precatoria*, apresentou maior concentração de compostos fenólicos totais, bem como maior teor de flavonoides totais, maior teor de antocianinas monoméricas totais, e maior capacidade antioxidante pelo método ABTS, entre os acessos avaliados, o que permite destacá-lo dos demais acessos estudados. Os acessos PL01 e L2PL5, referente as espécies *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente, apresentaram melhor desempenho no presente estudo, sendo uma boa fonte de compostos bioativos a fim de serem selecionados para pesquisas futuras.

Palavras-chave: fruto amazônico; compostos bioativos; genótipos; banco de germoplasma, melhoramento genético.

Abstract

The research of bioactive compounds involving accessions from genetic improvement studies is desirable, as it allows the best selection for the market and for the continuity of research. This study aimed to determine chemical differences between different genotypes of açai fruits of the species *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria* available from the Germplasm Bank of EMBRAPA Amazônia oriental (Belém, PA). The parameters of pulp yield, total lipids, total phenolic compounds, total flavonoids, total anthocyanins and the evaluation of the antioxidant capacity by the ABTS method in the 8 genotypes of each species were evaluated. PL01 genotype, belonging to the species of *E. precatoria*, showed greater prominence compared to the other genotypes studied, for total phenolic compounds (2414.11 mg gallic acid equivalent/100 g, in a range from 2414.11 to 769, 42), total monomeric anthocyanins (1822.22 mg cyanidin 3-glycoside/100 g, in a range of 1822.22 to 76.36), total flavonoids (325.07 mg quercetin equivalent/100 g, in a range of 325.07 to 164.45) and antioxidant capacity by the ABTS method (96.54 μ M trolox equivalent/g, in a range of 96.54 to 35.13). In relation to the species of *E. oleracea*, the genotype L2PL5 presented better prominence in relation to its same species in the parameters of total monomeric anthocyanins (736.05 mg cyanidin 3-glycoside/100 g, in a range from 736.05 to 104, 07), total flavonoids (306.55 mg EQ/100 g, in a range of 306.55 to 136.76) antioxidant capacity by the ABTS method (53.77 μ M ET, in a range of 53.77 to 30, 32). The classification of the response variables in the plan formed by the

active and supplementary variables by the multivariate statistical analysis, validated the results obtained in the work, since the genotype PL01, referring to the species *E. precatoria*, showed a higher concentration of total phenolic compounds, associated with a higher content of flavonoids total, the highest content of total monomeric anthocyanins, and the highest antioxidant capacity by the ABTS method, among the accessions evaluated, which allows it to be distinguished from the other genotypes studied. The PL01 and L2PL5 genotypes, referring to the species *E. oleracea* and *E. precatoria*, respectively, showed better performance in the present study, being a good source of bioactive compounds in order to be selected for future research.

Keywords: Amazonian fruit; bioactive compounds; genotypes; germplasm bank, genetic improvement.

1 Introdução

O conhecimento da diversidade genética é fundamental para desenvolver programas de melhoramento genético direcionados para obtenção de variedades ou cultivares com características agronômicas desejáveis, além da possibilidade de selecionar materiais genéticos com elevados teores de compostos bioativos (DE SOUSA; OLIVEIRA; DE FARIAS NETO, 2015).

Os frutos de açaí das espécies de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* são conhecidos por suas altas concentrações de compostos bioativos. As antocianinas são os principais compostos fenólicos do açaí, com predomínio de cianidina 3-glicosídeo e cianidina 3-rutinosídeo (PACHECO-PALENCIA; DUNCAN; TALCOTT, 2009; YAMAGUCHI et al., 2015; CARVALHO et al., 2016; GARZÓN et al., 2017; TORMA et al., 2017). Porém, estudos anteriores verificaram teores de antocianinas totais de aproximadamente 50% superiores em amostras da espécie *E. precatoria* quando comparadas aos frutos de *E. oleracea* (PACHECO-PALENCIA; DUNCAN; TALCOTT, 2009).

Na literatura existem diversos estudos que indicam que a polpa de açaí apresenta propriedades farmacológicas e medicinais, principalmente anticarcinogênicas (WANG; ZHANG; COCK, 2016; CHOI et al., 2017), além de anti-inflamatórias (FAVACHO et al., 2011; KANG et al., 2011; BONOMO et al., 2014) e atividades antimicrobianas (SHEN et al., 2014; BELDA-GALBIS et al., 2015).

A caracterização química e nutricional de frutos provenientes de estudos de melhoramento genético é indispensável para a tomada de decisão sobre os melhores acessos, e visa subsidiar a identificação de indivíduos com características superiores, no intuito de proporcionar o lançamento de novas cultivares que atendam às necessidades de mercado, assim proporcionar um avanço do conhecimento científico sobre as espécies (MATTIETTO et al., 2016).

Este estudo teve como objetivo avaliar a composição química e a capacidade antioxidante de diferentes acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* provenientes do Banco Ativo de Germoplasma de Açaí (BAG-Açaí) pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, buscando determinar diferenças químicas entre os acessos analisados das duas espécies e contribuir na seleção de novas cultivares.

2 Material e métodos

2.1 Amostras e rendimentos da polpa

Os frutos maduros de oito acessos de *Euterpe oleracea* e oito acessos de *Euterpe precatoria* foram obtidos do Banco Ativo de Germoplasma de Açaí (BAG-Açaí) pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, localizado em Belém, Pará, Brasil (latitude 01°0'28"S, longitude 048°0'27"W), no período de março a setembro de 2019. Os frutos receberam codificações, sendo para *E. oleracea* L2PL5, L2PL6, L2PL14, L3PL3, L3PL20, L4PL16, L7PL1 e L11PL18 e para *E. precatoria* PL01, PL02, PL03, PL04, PL06, PL07, PL08 e PL30.

Todos os acessos de *Euterpe oleracea* foram obtidos a partir da BRS Pará, sendo uma população melhorada formada por 25 materiais elites do BAG-Açaí. As plantas de *Euterpe precatoria* foram coletadas no Acre, pela Embrapa Acre, e os acessos foram obtidos na Embrapa Amazônia Oriental, em Belém, sendo que ambos os acessos foram cultivados em áreas de terra firme. Os oito acessos de *E. oleracea* e oito acessos de *E. precatoria* foram avaliados de acordo com as características físico-químicas, compostos bioativos e capacidade antioxidante.

2 kg de frutos maduros de cada acesso de *E. oleracea* e *E. precatoria* foram transportados para o Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental, onde foram processados para a obtenção da polpa. A Figura 1 apresenta o fluxograma referente a obtenção da polpa de *E. oleracea* e *E. precatoria*.

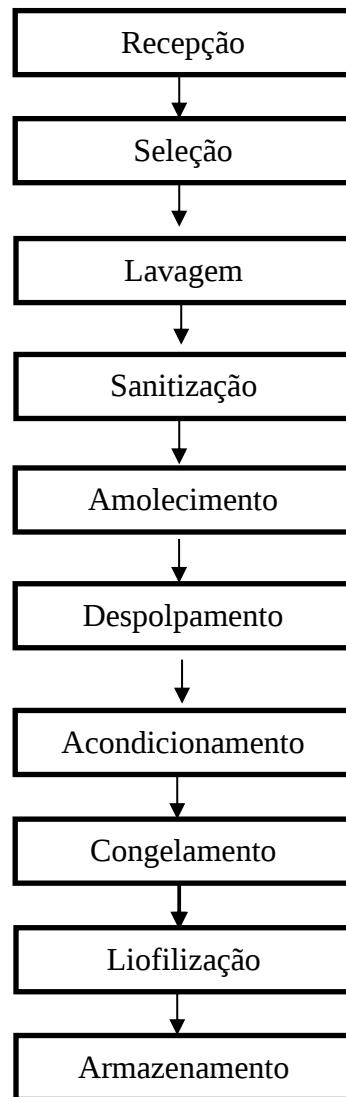


Figura 1. Fluxograma do processo de despulpamento de açaí dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*. **Fonte:** Autor (2022).

Os frutos sadios e maduros de *E. oleracea* e *E. precatoria* foram selecionados, lavados em água corrente, em seguida sanitizados por imersão em água contendo 30 mg/L de cloro livre por 15 minutos, e após foi realizado o amolecimento dos frutos em água quente (60 °C/15 min). O despulpamento mecânico foi realizado em uma despulpadeira de açaí de aço inoxidável tipo “batedeira” (METVISA® DG.10, Belém, Brasil), previamente sanitizada (solução aquosa de hipoclorito de sódio a 200 mg/L). O despulpamento foi realizado na proporção de 2:1 (fruto:água, m/v) em um tempo médio de 10 minutos por acesso, sendo as sementes descartadas. As polpas obtidas foram acondicionadas em formas de inox e identificadas (Figura 2), e em seguida foram congeladas à temperatura de -18°C em câmara fria. Após o congelamento, o material foi submetido à liofilização, utilizando liofilizador de bancada (Liotop, modelo L101),

por 72 horas. As amostras liofilizadas foram acondicionadas ao abrigo da luz e mantidas em temperatura de 10 °C até o momento das análises.

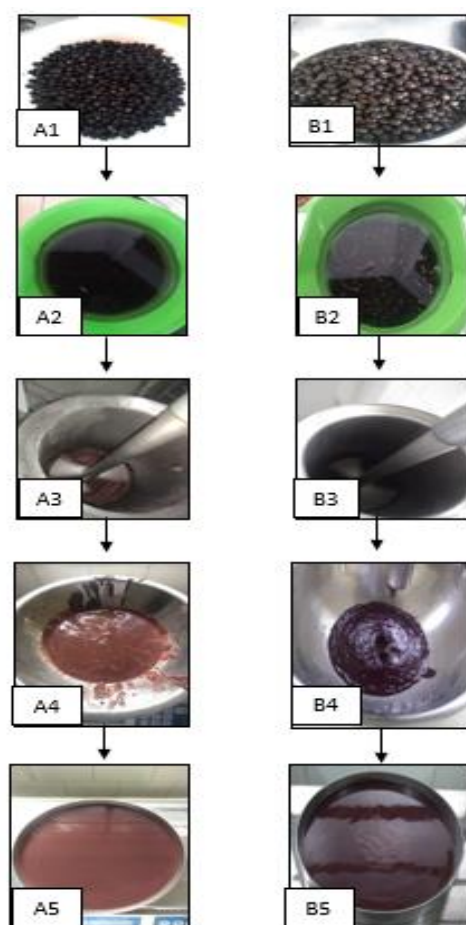


Figura 2. (A1) Frutos maduros de *Euterpe oleracea*; (A2) Amolecimento dos frutos com água a 60 °C/15 min; (A3) Despulpamento dos frutos; (A4) Polpa de açaí; (A5) Polpa para a liofilização; (B1) Frutos maduros de *Euterpe precatoria*; (B2) Amolecimento dos frutos com água a 60 °C/15 min; (B3) Despulpamento dos frutos; (B4) Polpa de açaí; (B5) Polpa para a liofilização. **Fonte:** Autor (2022).

Os rendimentos polpa de açaí obtidos a partir do despulpamento dos acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria* foram calculados de acordo com a equação 1:

$$\text{Rendimento de polpa (\%)} = \frac{(\text{Peso de polpa} * 100)}{\text{Peso dos frutos}} \quad (\text{Equação 1})$$

2.2 Lipídeos Totais

A determinação de lipídeos totais foi feita pelo método soxhlet, segundo AOAC (1997), com a utilização do éter de petróleo. Foi pesado 2 g de amostra liofilizada dos acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*. As extrações foram realizadas por um período de 6 horas. O teor de lipídeos foi calculado e expresso em %.

2.3 Obtenção do extrato

Na determinação de compostos fenólicos totais foram obtidos os extratos pelo método proposto por Singleton e Rossi (1965), com modificações. As amostras de *E. oleracea* e *E. precatoria* foram pesadas ($\approx 0,5$ g) em bécker, em triplicata, e em seguida solubilizadas em 25 mL de acetona a 70 %, e homogeneizadas em vortex (Kasvi basic, modelo K45-2810) por 15 minutos, ao abrigo da luz. A seguir o sobrenadante foi filtrado e o extrato obtido seguiu para a análise.

Na determinação de flavonoides totais e da capacidade antioxidante pelo método ABTS foi utilizado o extrato obtido pelo método otimizado por Silveira (2017). As amostras de *E. oleracea* e *E. precatoria* foram pesadas (≈ 1 g) em bécker, em triplicata, ao abrigo da luz, e solubilizadas em 27 mL de solução acetona/metanol/água (31:24:45, v/v/v). As misturas foram transferidas para tubos de centrífuga de fundo cônico, em ambiente protegido da luz, e homogeneizadas em vortex (Kasvi basic, modelo K45-2810) por 30 seg. Após esse procedimento, os tubos foram alocados em banho ultrassom (Unique, modelo MaxiClean 1450) por 6 min. Em seguida os extratos foram centrifugados (Eppendorf, modelo Centrifuge 5430 R) (15 minutos a 3000xg) e o sobrenadante foi filtrado em papel filtro e o volume foi ajustado para 50 mL, com a solução extratora, e armazenado em frascos âmbar à temperatura de -18°C , até o momento das análises.

2.4 Compostos Fenólicos Totais

A determinação de compostos fenólicos totais foi realizada segundo o método descrito por Singleton e Rossi (1965) e modificado por Georgé et al. (2005), que se fundamenta na reação com o reagente de Folin-Ciocalteu. Para a quantificação foi utilizado como padrão o ácido gálico, nas concentrações de 20, 40, 60, 80 e 100 mg/L para a construção da curva analítica, com a leitura da absorbância em 760 nm, em espectrofotômetro (BEL, modelo UV-M51).

Para a quantificação dos compostos fenólicos totais, uma alíquota de 0,250 mL do extrato obtido de acordo com o item 2.3, foi submetida à reação com 1,25 mL de solução de Folin-Ciocalteu, em seguida a mistura foi agitada em vortex (Kasvi basic, modelo K45-2810) por 30 seg, e após 2 minutos de repouso em temperatura de 22 °C e ao abrigo da luz, foram adicionados ao meio de reação 1,0 mL de solução aquosa de carbonato de sódio (Na_2CO_3) 7,5% (m/v), e em seguida foi agitado em vortex (Kasvi basic, modelo K45-2810) novamente por 30 seg. Os tubos de ensaio contendo a mistura foram colocados em banho-maria à 50°C por 15 min e, em seguida, foi resfriado em banho de gelo por 15 seg. Para o branco, foi utilizado água destilada. A leitura das absorbâncias foi realizada em espectrofotômetro (BEL, modelo UV-M51) a 760 nm.

O conteúdo de compostos fenólicos totais foi calculado utilizando a equação linear, baseada na curva analítica (5, 20, 40, 60, 80 e 100 mg/L), e foi expresso em mg equivalente a ácido gálico por 100 g em base seca (b.s.) (mg AGE/100 g).

2.5 Flavonoides Totais

A quantificação de flavonoides totais foi realizada de acordo com o procedimento descrito por Meda et al. (2005), o qual se baseia na reação com cloreto de alumínio (AlCl_3). Para a determinação de flavonoides totais, uma alíquota de 0,5 mL dos extratos obtidos no item 2.3 serão submetidas à reação com 2 mL de solução metanólica de AlCl_3 2% (m/v). Após a incubação em tubos de ensaio a 22 °C, por 10 min, ao abrigo da luz, a absorbância da mistura foi lida em espectrofotômetro (BEL, modelo UV-M51) a 415 nm. Para o branco, a quantidade de amostra foi substituída pela solução de metanol utilizada na extração. Para a quantificação foi utilizado como padrão a quercetina, nas concentrações 10, 20, 30, 40, 50 e 60 mg/L, para a construção das curva analítica. A partir da equação linear obtida foi realizado o cálculo do teor de flavonoides totais e os resultados foram expressos em mg equivalente a quercetina por 100 g em base seca (b.s.) (mg EQ/100 g).

2.6 Antocianinas Monoméricas Totais

A quantificação de antocianinas monoméricas totais (AMT) foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico do pH diferencial, que utiliza solução tampão a pH 1,0 e 4,5, conforme descrito por Giusti e Wrolstad (2001). As amostras liofilizadas de cada acesso de *E. oleracea* e *E. precatoria* foram pesadas ($\approx 0,01$ g) e transferidas para balões volumétricos,

em seguida solubilizadas com 10 mL de solução tampão a pH 1,0 (HCl/KCl) e 10 mL de tampão a pH 4,5 (HCl/CH₃COONa), em triplicata. As misturas foram homogeneizadas e filtradas em papel de filtro. As leituras das absorbâncias foram medidas a 510 e 700 nm em espectrofotômetro (BEL, modelo UV-M51). Os resultados foram calculados de acordo com a equação a seguir.

$$AMT = \frac{(A \times PM \times FD \times 1000)}{\epsilon \times 1} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

$$A = (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH1.0} - (A_{510nm} - A_{700nm})_{pH4.5}$$

$$PM = 449,2 \text{ (massa molecular da cianidina 3-glicosídeo)}$$

$$FD = \text{Fator de diluição}$$

$$\epsilon = 26.900 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1} \text{ (Absortividade molar de cianidina 3-glicosídeo)}$$

Os resultados foram expressos como mg equivalente de cianidina 3-glicosídeo por 100 g em base seca (b. s.) (mg Cianidina-3-glicosídeo/100 g).

2.7 Determinação da capacidade antioxidante *in vitro* pelo método ABTS

A capacidade antioxidante pelo método *Trolox equivalent antioxidant capacity* (TEAC) foi determinada de acordo com o procedimento proposto por Rufino (2007). Como referência, foi elaborada uma curva analítica com trolox (6-hidroxi-2,5,7,8-tetrametilcromano-2-ácido carboxílico), com soluções variando de 100 µM a 2000 µM, com leitura da absorbância em 734 nm, em espectrofotômetro.

O extrato obtido no item 2.3, foi transferido 30 µL do extrato para a cubeta de quartzo com 3,0 mL do radical ABTS[•]. Foi realizada a leitura (734 nm) após 6 minutos da mistura. A solução extratora foi utilizada como branco. Os resultados foram calculados e expressos em µM equivalente de trolox por grama em base seca (b.s.) (µM ET/g).

2.8 Análise estatística

As médias dos resultados obtidos das análises realizadas, em relação aos acessos de *E. oleracea* e de *E. precatoria*, foram submetidas à análise de variância e, quando significativas,

comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade, com auxílio do programa STATISTICA® versão 7.0 (Statsoft. Inc. Tulsa, EUA). Adicionalmente, foram realizadas análises de correlação de Pearson para avaliar a associação entre pares de variáveis, a 5% de probabilidade. Além disso, foram utilizados dados obtidos da análise de antocianinas monoméricas totais (AMT), compostos fenólicos totais (CFT), flavonoides totais (FT), sendo as variáveis ativas, e a capacidade antioxidante (método ABTS) (CA-ABTS), sendo a variável suplementar, para realizar a análise de componentes principais (PCA), utilizando o software UNSCRAMBLER® Camo Analytix AS. versão 11.0, com o objetivo de classificar/agrupar as amostras de *E. oleracea* e de *E. precatoria* de acordo com o teor de compostos bioativos e o potencial antioxidante.

3 Resultados e Discussão

3.1 Rendimento de polpa dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*

Na Tabela 1 são apresentados os rendimentos das polpas obtidas, em relação aos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* avaliados no estudo.

Tabela 1. Rendimento da polpa (%) dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* estudados.

Espécie	Acessos	Rendimento (%)
<i>Euterpe oleracea</i>	L2PL5	43,15
	L2PL6	23,50
	L2PL14	33,50
	L3PL3	42,14
	L3PL20	24,63
	L4PL16	27,07
	L7PL1	26,17
	L11PL18	22,42
<i>Euterpe precatoria</i>	PL01	18,64
	PL02	23,28
	PL03	34,52
	PL04	20,00
	PL06	25,72
	PL07	45,19
	PL08	42,17
	PL30	33,72

A partir dos resultados obtidos em relação aos rendimentos das polpas de açaí dos acessos das espécies de *E. oleracea* e *E. precatoria*, permitiu-se constatar que o acesso PL07 (45,19 %), referente a espécie *E. precatoria*, apresentou o maior rendimento de extração de polpa enquanto o acesso PL01 obteve o menor rendimento, ambos em comparação com os demais acessos. Em relação aos acessos da espécie *E. oleracea*, o acesso L3PL3 (42,14 %) e L2PL5 (43,15 %) apresentaram valores similares ao maior rendimento obtido (45,19 %) (Tabela 1), referente ao acesso PL07.

Gantuss (2006) ao avaliar a relação das características físicas e químicas com a qualidade e rendimento do fruto de açaí (*Euterpe oleracea*), verificou que os frutos de açaí oriundos de várzea apresentaram 25 % de rendimento de polpa e os frutos que foram obtidos

de encosta e de terra firme tiveram 23 % de rendimento. Já no presente estudo observou-se variação no rendimento de polpa para os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria* entre 18,64 e 45,19 % (Tabela 1).

Carvalho & Muller (2005) ao avaliarem a caracterização biométrica e o rendimento percentual de polpa de 50 frutas nativas da Amazônia, verificaram que o grupo com a categoria de baixo rendimento (21 % a 40 %) englobou 28 % das espécies, incluindo o rendimento obtido para polpa de açaí (*Euterpe oleracea*) de 26,4 %. De acordo com o rendimento percentual de polpa, as espécies de frutas foram enquadradas nas seguintes categorias: muito baixo (igual ou inferior a 20 %), baixo (entre 21 % e 40 %), médio (entre 41 % e 60 %), alto (entre 61 % e 80 %) e muito alto (superior a 81%). Portanto, de acordo com a classificação proposta por esses autores, o rendimento das polpas de *E. oleracea* e *E. precatoria* determinadas neste estudo variam de muito baixo a médio.

Em relação a estudos utilizando a polpa de açaí da espécie *E. precatoria*, Campos et al. (2016) ao avaliarem o rendimento de polpa dos frutos de área de baixo e de terra firme, verificaram que em relação as 40 plantas de açaizeiro estudadas, as plantas de baixo apresentaram a menor média de rendimento de polpa, de 24,71 %, e as plantas de terra firme a maior média de rendimento, de 40,75 %, apresentando similaridade com os resultados reportados pelo presente estudo para os acessos da espécie *E. precatoria*.

3.2 Teor de lipídeos totais

Na Tabela 2 são apresentados os dados médios dos teores de lipídeos totais referentes aos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* avaliados no estudo.

Tabela 2. Teor de lipídeos totais dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Espécie	Acessos	Lipídeos totais (%)
<i>Euterpe oleracea</i>	L2PL5	24,92 ± 0,09 ^{fg}
	L2PL6	20,08 ± 0,03 ^h
	L2PL14	27,88 ± 0,05 ^e
	L3PL3	31,19 ± 0,34 ^d
	L3PL20	16,39 ± 0,06 ⁱ
	L4PL16	23,60 ± 1,34 ^g
	L7PL1	23,50 ± 0,06 ^g
	L11PL18	33,06 ± 0,07 ^d
<i>Euterpe precatória</i>	PL01	49,21 ± 0,12 ^b
	PL02	23,16 ± 0,13 ^g
	PL03	53,10 ± 0,09 ^a
	PL04	38,27 ± 0,68 ^c
	PL06	51,97 ± 0,27 ^a
	PL07	25,98 ± 0,22 ^{ef}
	PL08	48,64 ± 0,65 ^b
	PL30	19,11 ± 0,01 ^h

Dados representam a média ± desvio padrão (base seca). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Os resultados obtidos permitem constatar que os teores médios de lipídeos totais, apresentam diferenças significativas entre si, com valores variando de 16,39 a 33,06 %, e 19,11 a 53,10 % (Tabela 2), para *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente. Os acessos PL06 e PL03, pertencentes a espécie *E. precatoria*, apresentaram os maiores teores de lipídeos, de 53,10 % e 51,97 %, respectivamente, sendo estatisticamente iguais entre si, e diferentes dos demais acessos. Em relação aos acessos da espécie *E. oleracea*, L11PL18 (33,06 %) e L3PL3 (31,19 %) apresentaram os maiores teores lipídicos dentro da mesma espécie, sendo estatisticamente iguais entre si, porém diferentes dos demais acessos avaliados. O acesso L3P20 referente a espécie *E. oleracea*, apresentou o menor teor de lipídeos de 16,39 %, sendo diferente estatisticamente dos demais acessos avaliados. Segundo as afirmações acima, os acessos pertencentes à espécie *E. precatoria* apresentaram os maiores teores de lipídeos totais em comparação aos acessos da espécie *E. oleracea* no presente estudo (Tabela 2).

Nascimento et al. (2008), Freitas et al. (2015), Silva et al. (2017) e Silva et al. (2019), em estudos com açaí (*E. oleracea*), obtiveram teores de lipídeos de 42,61 % para polpa de açaí

comercial, valores entre 38 a 58 % referente a três marcas de polpa de açaí congelada, entre 41,52 a 57,52 % referente a dez marcas de polpas comerciais de açaí, e de 39,15 % para polpa de açaí, respectivamente. Mattietto et al. (2016) ao avaliarem polpas extraídas de frutos de açaí roxo (*Euterpe oleracea*) e branco (*Euterpe oleracea*) quanto à composição química e nutricional, obtiveram valores para o teor de lipídeos, entre 30,74 a 47,33 % para a polpa de açaí roxo, e entre 39,96 a 52,28 % para o açaí branco. Os resultados encontrados para o teor de lipídeos, no presente estudo, apresentaram uma amplitude maior de variação (16,39 a 53,10 %) quando comparados aos resultados relatados na literatura.

3.3 Teor de compostos fenólicos totais

Na Tabela 3 são apresentados os dados médios dos teores de compostos fenólicos totais referentes aos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* avaliados no estudo.

Tabela 3. Valores médios de compostos fenólicos totais referentes aos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Espécie	Acessos	Compostos fenólicos totais (mg EAG/100 g)
<i>Euterpe oleracea</i>	L2PL5	1272,21 ± 36,59 ^{de}
	L2PL6	794,44 ± 6,99 ⁱ
	L2PL14	1321,45 ± 26,44 ^d
	L3PL3	966,89 ± 19,71 ^h
	L3PL20	1046,37 ± 13,91 ^g
	L4PL16	794,38 ± 1,16 ⁱ
	L7PL1	741,50 ± 6,21 ⁱ
	L11PL18	1020,94 ± 1,68 ^{gh}
<i>Euterpe precatoria</i>	PL01	2414,11 ± 5,37 ^a
	PL02	1823,02 ± 14,69 ^b
	PL03	1124,56 ± 11,49 ^f
	PL04	1666,39 ± 28,75 ^c
	PL06	1239,97 ± 30,14 ^e
	PL07	1661,09 ± 5,83 ^c
	PL08	769,42 ± 7,76 ⁱ
	PL30	1030,48 ± 16,36 ^{gh}

Dados representam a média ± desvio padrão (base seca). EAG: equivalente de ácido gálico. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Os resultados obtidos permitem constatar que os teores médios de compostos fenólicos totais apresentam diferenças significativas entre si, com valores variando de 741,50 a 1321,45 mg EAG/100 g (b.s.), e 769,42 a 2414,11 mg EAG/100 g (b.s.) (Tabela 3), entre os acessos das espécies de *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente. O maior teor de compostos fenólicos totais foi observado para o acesso PL01 (2414,11 mg EAG/100 g) referente a espécie *E. precatoria*, a qual foi significativamente superior aos valores obtidos para os demais acessos avaliados. Em relação à espécie *E. oleracea*, o acesso que apresentou maior teor de compostos fenólicos foi o L2PL14 (1321,45 mg EAG/100 g). Destacam-se, também, os acessos PL 02 (1823,02 mg EAG/100 g), PL04 (1666,39 mg EAG/100 g) referentes à espécie *E. precatoria*, e os acessos L2PL5 (1272,21 mg EAG/100 g) referente à espécie *E. oleracea*. Os acessos que apresentaram os menores teores de compostos fenólicos totais foram L2PL6 (794,44 mg EAG/100 g), L4PL16 (794,38 mg EAG/100 g) e L7PL1 (741,50 mg EAG/100 g) referentes a espécie *E. oleracea* e PL08 (769,42 mg EAG/100 g) para a *E. precatoria*, sendo estatisticamente iguais entre si e diferentes dos demais acessos avaliados. De acordo com as afirmações acima, os acessos pertencentes à espécie *E. precatoria* apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos totais em comparação aos acessos da espécie *E. oleracea* (Tabela 3).

Os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*, no presente estudo, apresentaram valores de compostos fenólicos totais abaixo do teor mínimo estipulado pela Instrução Normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018 (1800 mg/100 g em base seca). No entanto, apenas os acessos PL01 (2414,11 mg/100 g) e PL02 (1823,02 mg/100 g) (Tabela 3), ambos pertencentes à espécie *E. precatoria*, apresentaram valores acima ao valor mínimo estabelecido na legislação.

De acordo com a literatura, os frutos de açaí (*Euterpe oleracea*) apresentam elevados teores em compostos fenólicos. Rufino et al. (2010), Gordon et al. (2012) e Ferreira et al. (2016) observaram teores de compostos fenólicos de 3268 mg EAG/100 g (b.s.), de 3437 mg EAG/100 g (b.s.), e de 2123 mg EAG/100 g (b.s.), para polpa de açaí, respectivamente.

Estudos sobre o teor de compostos fenólicos totais de polpas de açaí (*E. oleracea*) oriundos do BAG da Embrapa Amazônia Oriental, verificaram valores entre 613 a 2107,68 mg EAG/100 g (b.s.), (ROSÁRIO et al., 2016), entre 1729 a 3484 mg EAG/100 g (b.s.) (TORMA, 2016) e 527 a 2490 mg EAG/100 g (b.s.) (SILVEIRA et al., 2017). Os resultados encontrados para o teor de compostos fenólicos no presente estudo apresentaram uma ampla faixa de variação (741,50 a 2414,11 mg EAG/100 g) semelhante aos valores relatados na literatura. Esta variação pode ser explicada por diversos fatores extrínsecos e intrínsecos a citar, condições

ambientais (temperatura, índice pluviométrico, insolação), ciclos de crescimento vegetativo, genótipos, tempos de colheitas, técnicas de cultivo (Barbosa et al., 2020).

3.4 Teor de flavonoides totais

Na Tabela 4 são apresentados os dados médios dos teores de flavonoides totais referentes aos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* avaliados no estudo.

Tabela 4. Teor de flavonoides totais dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Espécie	Acessos	Flavonoides totais (mg EQ/100 g)
<i>Euterpe oleracea</i>	L2PL5	306,55 ± 7,70 ^{ab}
	L2PL6	268,49 ± 5,62 ^{bc}
	L2PL14	225,48 ± 18,56 ^{cdef}
	L3PL3	168,06 ± 14,99 ^{gh}
	L3PL20	197,62 ± 13,10 ^{efg}
	L4PL16	166,79 ± 12,50 ^{gh}
	L7PL1	237,15 ± 7,49 ^{cde}
	L11PL18	136,75 ± 10,52 ^h
<i>Euterpe precatoria</i>	PL01	325,07 ± 7,21 ^a
	PL02	165,49 ± 8,44 ^{gh}
	PL03	251,53 ± 1,94 ^{cd}
	PL04	205,38 ± 8,13 ^{defg}
	PL06	249,52 ± 15,57 ^{cd}
	PL07	326,75 ± 17,13 ^a
	PL08	183,80 ± 11,66 ^{fgh}
	PL30	164,45 ± 11,49 ^{gh}

Dados representam a média ± desvio padrão (base seca). EQ: equivalente de quercetina. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Os resultados obtidos permitem constatar que os teores médios de flavonoides totais, entre os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*, apresentaram diferenças significativas entre si, com valores variando de 136,75 a 306,55 mg EQ/100 g (b.s.), e 164,45 a 326,75 mg EQ/100 g (b.s.) (Tabela 4), para *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente. As maiores médias obtidas foram dos acessos PL01 (325,07 mg EQ/100 g) e PL07 (326,75 mg EQ/100 g) (Tabela 4) referente a espécie *E. precatoria*, sendo estatisticamente iguais entre si, porém diferentes dos demais acessos avaliados. Em relação a espécie *E. oleracea*, L2PL5 foi o acesso que apresentou maior teor de flavonoides totais (306,55 mg EQ/100 g). O acesso que apresentou o menor teor de flavonoides totais foi L11PL18 (136,75 mg EQ/100 g) referente a espécie *E. oleracea*, sendo

diferente estatisticamente dos demais acessos. De acordo com as afirmações acima, os acessos pertencentes a espécie *E. precatoria* apresentaram teores de flavonoides totais semelhantes aos acessos da espécie *E. oleracea* (Tabela 4).

De acordo com a literatura, os frutos de açaí apresentam elevados teores de flavonoides totais, sendo que Gallori et al. (2004), Dias et al. (2013) e Wong et al. (2013), estudando polpa de *Euterpe oleracea*, obtiveram os valores de 350 mg/100 g (b.s.), 143,33 a 209,67 mg/100 g (b.s.), e 338 mg EQ/100 g (b.u.), respectivamente. A fim de comparação, estas pesquisas apresentaram valores similares aos teores de flavonoides totais obtidos para os acessos das espécies de *E. oleracea* e *E. precatoria*, do presente estudo. Salienta-se que, especificamente para *E. precatoria*, não foram encontrados estudos publicados que relatem as variações no conteúdo de flavonoides totais.

3.5 Teor de Antocianinas monoméricas totais

Na Tabela 5 são apresentados os dados médios dos teores de antocianinas monoméricas totais referentes aos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* avaliados no estudo.

Tabela 5. Teor de antocianinas monoméricas totais dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Espécie	Acessos	Antocianinas monoméricas totais (mg cianidina 3-glicosídeo/100g)
<i>Euterpe oleracea</i>	L2PL5	736,05 ± 5,27 ^{cd}
	L2PL6	177,83 ± 0,58 ^{gh}
	L2PL14	704,23 ± 2,13 ^d
	L3PL3	404,26 ± 20,17 ^{efg}
	L3PL20	226,76 ± 3,35 ^{fgh}
	L4PL16	104,07 ± 2,37 ^h
	L7PL1	255,29 ± 6,69 ^{fgh}
	L11PL18	318,65 ± 13,11 ^{fgh}
<i>Euterpe precatoria</i>	PL01	1822,22 ± 78,40 ^a
	PL02	890,12 ± 59,12 ^{cd}
	PL03	76,36 ± 0,73 ^h
	PL04	1009,31 ± 43,97 ^{bc}
	PL06	580,64 ± 30,60 ^{de}
	PL07	1273,74 ± 27,51 ^b
	PL08	435,72 ± 26,23 ^{ef}
	PL30	692,09 ± 57,13 ^d

Dados representam a média ± desvio padrão (base seca). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Os resultados obtidos permitem constatar que os teores médios de antocianinas monoméricas totais apresentam diferenças significativas entre si, com valores variando de 104,07 a 736,05 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g (b.s.), e 76,36 a 1822,22 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g (b.s.), para os acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente. A maior média obtida em relação ao teor de antocianinas monoméricas totais foi do acesso PL01 (1822,22 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) (Tabela 5) referente a espécie *E. precatoria*, a qual foi significativamente superior aos valores obtidos para os demais acessos avaliados. Em relação a espécie *E. oleracea*, o acesso que apresentou maior teor de antocianinas monoméricas totais foi o acesso L2PL5 (736,05 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) (Tabela 5). Destacam-se, também, os acessos da espécie *E. precatoria* PL07 (1273,74 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) e PL04 (1009,31 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) (Tabela 5), sendo estatisticamente diferentes entre si. Os acessos que apresentaram os menores teores de antocianinas monoméricas totais foram L4PL16 (104,07 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) referente a espécie *E. oleracea* e PL03 (76,36 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) para *E. precatoria*, sendo estatisticamente iguais entre

si, porém diferentes dos demais acessos. Pode-se constatar que os acessos referentes a espécie *E. precatoria* apresentaram os maiores teores de antocianinas monoméricas totais, em comparação aos valores obtidos para os acessos de *E. oleracea* (Tabela 5).

A Instrução Normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018, referente aos parâmetros analíticos e quesitos complementares aos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta, estabelece que polpas de açaí devem apresentar teor mínimo de antocianinas de 440 mg/100 g em base seca. No presente estudo, observou-se que apenas os acessos L2PL5 (736,05 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) e L2PL14 (704,23 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) referentes a espécie *E. oleracea*, e os acessos PL01 (1822,22 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g), PL02 (890,12 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g), PL04 (1009,31 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g), PL30 (692,09 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g), PL07 (1273,74 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) e PL06 (580,64 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) (Tabela 4) referentes a espécie *E. precatoria*, apresentaram teores de antocianinas superiores ao mínimo estipulado pela legislação para a polpa de açaí.

Barbosa et al. (2019), verificaram para polpas comerciais de açaí (*Euterpe oleracea*) valores de antocianinas totais entre 796,95 a 1197 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca, e para antocianinas monoméricas entre 491,44 a 987,35 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca. Garzón et al. (2017), para polpa de açaí (*Euterpe oleracea*), obtiveram o teor de antocianinas monoméricas de 458 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca.

Mattietto et al. (2016), em estudo com polpas de açaí (*Euterpe oleracea*) referentes a acessos oriundos do BAG da Embrapa Amazônia Oriental, obtiveram valores de antocianinas totais entre 434,85 a 1138,59 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca, e para antocianinas monoméricas entre 361,10 a 952,74 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g em base seca. Os resultados encontrados para o teor de antocianinas monoméricas totais no presente estudo apresentaram uma ampla faixa de variação (76,36 a 1822,22 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g) semelhante a pesquisa citada anteriormente.

No estudo de compostos bioativos na polpa de açaí (*E. precatoria*), Yuyama et al. (2011) observaram teores de antocianinas monoméricas totais variando de 128,4 a 868,9 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g (b.s.). No presente estudo, observou-se uma maior faixa de variação de resultados referentes aos acessos de *E. precatoria*, com valores de 76,36 a 1822,22 mg cianidina-3-glicosídeo/100 g (Tabela 4). Esta variação pode ser explicada por diversos

fatores extrínsecos e intrínsecos a citar, condições ambientais (temperatura, índice pluviométrico, insolação), ciclos de crescimento vegetativo, genótipos, tempos de colheitas, técnicas de cultivo (Barbosa et al., 2020).

3.6 Capacidade Antioxidante *in vitro*

Na Tabela 6 são apresentados os dados médios da capacidade antioxidante pelo método ABTS referentes aos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* avaliados no estudo.

Tabela 6. Capacidade antioxidante dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Espécie	Acessos	ABTS ($\mu\text{M ET/g}$)
<i>Euterpe oleracea</i>	L2PL5	$53,77 \pm 3,56^e$
	L2PL6	$31,63 \pm 1,19^{gh}$
	L2PL14	$64,14 \pm 1,84^{cd}$
	L3PL3	$41,08 \pm 1,21^f$
	L3PL20	$35,67 \pm 0,79^{fgh}$
	L4PL16	$32,31 \pm 0,65^{fgh}$
	L7PL1	$34,89 \pm 0,94^{fgh}$
	L11PL18	$30,32 \pm 0,00^h$
<i>Euterpe precatoria</i>	PL01	$96,54 \pm 0,00^a$
	PL02	$72,66 \pm 2,63^{bc}$
	PL03	$40,75 \pm 0,37^f$
	PL04	$81,49 \pm 3,44^b$
	PL06	$39,73 \pm 0,49^{fg}$
	PL07	$60,99 \pm 0,13^{de}$
	PL08	$35,13 \pm 0,83^{fgh}$
	PL30	$56,87 \pm 0,96^{de}$

Dados representam a média $\pm$ desvio padrão (base seca). ET: equivalente de trolox. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a 5% de probabilidade, pelo Teste de Tukey.

Os resultados obtidos permitem constatar que todos os acessos de *E. oleracea* e *E. precatória* foram capazes de desativar o radical $\text{ABTS}^{+\cdot}$, porém houve variação do valor entre os acessos os quais variaram de 30,32 a 64,14 $\mu\text{M ET/g}$ (b.s.), e de 35,13 a 96,54 $\mu\text{M ET/g}$ (b.s.) (Tabela 6), para *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente. A maior capacidade antioxidante obtida pelo método ABTS foi observada para o acesso PL01 (96,54 $\mu\text{M ET/g}$) referente a espécie *E. precatoria*, sendo estatisticamente diferente dos demais acessos avaliados. Em relação aos acessos de *E. oleracea*, L2PL14 (64,14 $\mu\text{M ET/g}$) e L2PL5 (53,77 $\mu\text{M ET/g}$) apresentaram as maiores capacidades antioxidantes, sendo estatisticamente

diferentes entre si e dos demais acessos avaliados. Além dos acessos citados, PL02 (72,66 $\mu\text{M ET/g}$) e PL04 (81,49 $\mu\text{M ET/g}$) também apresentaram elevada capacidade antioxidante. O acesso que apresentou a menor capacidade antioxidante foi L11PL18 (30,32 $\mu\text{M ET/g}$) referente a espécie *E. oleracea*, sendo estatisticamente diferente dos demais. Pode-se constatar que os acessos referentes à espécie *E. precatoria* apresentaram maior capacidade antioxidante, em comparação aos valores obtidos para os acessos de *E. oleracea* (Tabela 6).

De acordo com a literatura, os frutos de açaí apresentam elevada capacidade antioxidante, sendo que Rufino et al. (2010), Ferreira et al. (2016) e Garzón et al. (2017), para a polpa de açaí (*E. oleracea*), observaram valores de 64,5 $\mu\text{M ET/g}$ (b.s.), 48,18 $\mu\text{M ET/g}$ (b.s.) e 24,7 $\mu\text{M ET/g}$ (b.s.), respectivamente. Esses valores são próximos aos observados para acessos de *E. oleracea* no presente estudo, porém são inferiores quando comparados aos resultados obtidos para os acessos PL01 (96,54 $\mu\text{M ET/g}$), PL02 (72,66 $\mu\text{M ET/g}$) e PL04 (81,49 $\mu\text{M ET/g}$) (Tabela 6), pertencentes à espécie *E. precatoria*.

Pacheco-Palencia et al. (2009), ao avaliarem o teor de compostos bioativos e a capacidade antioxidante das espécies *E. oleracea* e *E. precatoria*, observaram para a capacidade antioxidante, pelo método ABTS, valores de 114 $\mu\text{mol ET/g}$ (b.u.) e 87,4 $\mu\text{mol ET/g}$ (b.u.) para *E. precatoria* e *E. oleracea*, respectivamente.

A partir dos resultados obtidos, observou-se que o acesso PL01, referente a espécie *E. precatoria*, obteve destaque em comparação aos demais acessos avaliados, pois apresentou a maior média para compostos fenólicos totais (Tabela 3), flavonoides totais (Tabela 4), antocianinas monoméricas totais (Tabela 5) e a maior capacidade antioxidante pelo método ABTS (Tabela 6). Para a espécie *E. oleracea*, o acesso L2PL5 apresentou a maior média em comparação aos acessos da mesma espécie, para as análises de compostos fenólicos totais (Tabela 3), flavonoides totais (Tabela 4), antocianinas monoméricas totais (Tabela 5) e para a capacidade antioxidante pelo método ABTS em conjunto com o acesso L2PL14.

3.4 Correlação entre os compostos bioativos e a capacidade antioxidante *in vitro*

Na Tabela 7 são apresentados os coeficientes de correlação de Pearson obtidos entre as médias dos teores de compostos fenólicos totais, flavonoides totais, antocianinas monoméricas totais e capacidade antioxidante pelo método ABTS.

Tabela 7. Coeficientes de correlação linear de Pearson (r) entre os compostos bioativos e a capacidade antioxidante *in vitro* pelo método ABTS dos acessos das espécies de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Variável	Antocianinas monoméricas totais	Compostos fenólicos totais	Flavonoides totais
ABTS	0,8996*	0,9167*	0,3502*

*Significativo a $p \leq 0,05$.

Os valores positivos de r indicam que existe uma correlação linear diretamente proporcional entre as variáveis. Para valores próximos de zero, é possível concluir que não há relações lineares entre variáveis, enquanto os valores extremos (-1 ou +1), referem-se a alta correlação entre as variáveis (COHEN, 1988).

Na Tabela 7, observa-se que houve uma alta correlação positiva (0,9167) entre os compostos fenólicos totais e a capacidade antioxidante *in vitro* dos acessos de *E. oleracea* e *E. precatoria*, apresentando maior grau de dependência estatística linear entre as variáveis, sugerindo que os resultados obtidos dos compostos fenólicos totais contribuíram de forma significativa ($p \leq 0,05$) para a capacidade antioxidante, pelo método ABTS.

Kuskoski et al. (2005) observaram uma alta correlação positiva (0,995) entre a capacidade antioxidante pelo método ABTS e compostos fenólicos totais em polpa de frutas contendo antocianinas, e verificaram uma diminuição na correlação (0,599) em frutas que não apresentavam alto teor de antocianinas em sua composição.

No presente estudo, as antocianinas monoméricas totais também contribuíram de forma significativa para a capacidade antioxidante pelo método ABTS e apresentaram forte correlação positiva (0,8996). No entanto, observou-se uma fraca correlação positiva (0,3502) entre os flavonoides totais e a capacidade antioxidante *in vitro*, fator que pode estar relacionado aos efeitos sinérgicos ou antagônicos dos compostos presentes no extrato, como também ao tipo, quantidade e proporções de compostos fenólicos presentes (JACOBO-VELÁZQUES; CISNEROS-ZEVALLOS, 2009).

3.5 Classificação dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* por análise estatística multivariada

A análise de componentes principais (PCA) realizada a fim de avaliar e classificar os dados obtidos na análise de antocianinas monoméricas totais (AMT), compostos fenólicos totais (CFT), flavanoides totais (FT) e de capacidade antioxidante (método ABTS) (CA-ABTS), permitiu uma análise global dos resultados e a condensação da maior parte das informações referentes aos dados originais. No gráfico de escores da PCA (Figura 3), verifica-se que a componente principal (PC1) descreveu 95% da variância e a componente principal (PC2) foi capaz de explicar 5% da variação total. As duas componentes principais, PC1 e PC2, apresentaram porcentagem acumulativa de 100% da variância total, de acordo com Rencher (2002) e pelo menos 70% da variância total pode ser explicada pela PC1 e PC2.

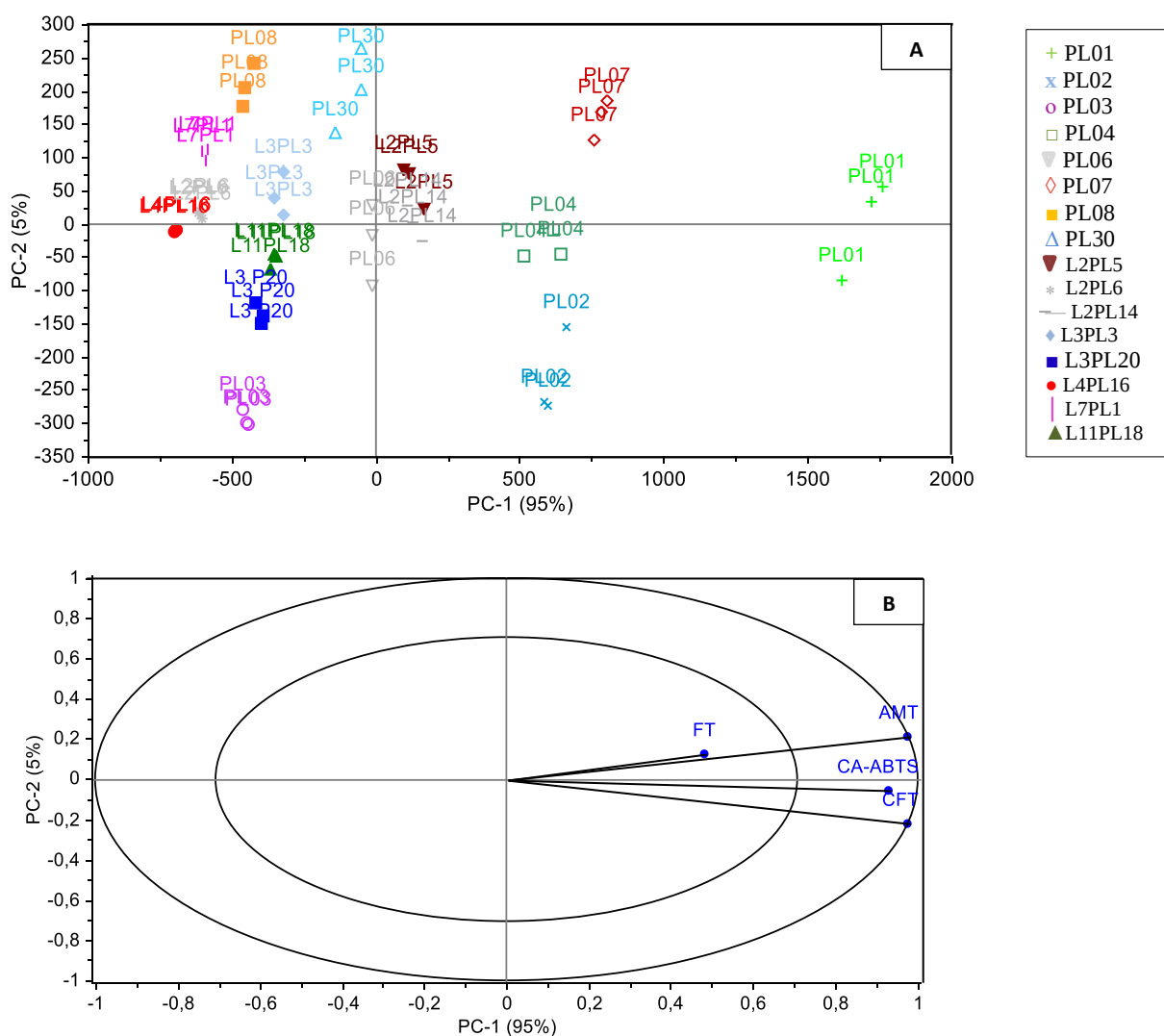


Figura 3. Classificação das variáveis respostas no plano formado pelas variáveis ativas e suplementares por análise estatística multivariada. (A) Gráfico de escores da análise de componentes principais – visualização (PC1xPC2) da distribuição dos dados dos oito acessos de *E. oleracea* e oito acessos de *E. precatoria*; (B) Projeção das variáveis pela análise de componentes principais (PCA).

Segundo a projeção das variáveis representada na Figura 3 (B), as análises de antocianinas monoméricas totais (AMT) ($r = 0,8996$) e os compostos fenólicos totais (CFT) ($r = 0,9167$) em relação a capacidade antioxidante pelo método ABTS (CA-ABTS), atribuem aos dados maior representatividade e possuem maior correlação com a formação dos grupos, pois estão localizados no último quadrante do gráfico, o que apresenta maior projeção, exceto o teor de antocianinas que está no primeiro quadrante.

De acordo com as informações gráficas da Figura 3 (A) e (B), o acesso PL01, referente a espécie *E. precatoria*, encontra-se mais afastado por apresentar a maior concentração de compostos fenólicos totais, associado ao maior teor de flavonoides totais, maior teor de antocianinas monoméricas totais, e a maior capacidade antioxidante pelo método ABTS, entre os acessos avaliados, o que permite destacá-lo dos demais acessos estudados. O destaque nos dados gráficos obtidos pela PCA para o acesso PL01 está de acordo com os resultados apresentados na Tabela 3, 4, 5 e 6.

Os acessos PL07, PL04 e L2PL14, L2PL5 referentes às espécies *E. precatoria* e *E. oleracea*, respectivamente, apresentaram maior teor de antocianinas monoméricas totais, representado pelos dados gráficos distribuídos no lado positivo de PC1 (Figura 3A). Porém, para a espécie *E. precatoria*, os acessos L2PL6 e L4PL16 apresentaram menor valor de antocianinas monoméricas totais, tendendo a se agrupar, sendo representado pelos dados gráficos distribuídos no lado negativo de PC1 (Figura 3A).

No gráfico de escores (Figura 3), observa-se que os acessos PL01, PL07, PL04 e PL02 pertencentes a espécie *E. precatoria*, tenderam a se afastar dos demais acessos para o lado positivo de PC1 (Figura 3A), pois apresentam maiores médias de compostos fenólicos totais (Tabela 3), antocianinas monoméricas totais (Tabela 5) e maior capacidade antioxidante pelo método ABTS (Tabela 6) em comparação aos demais acessos avaliados.

Na literatura, existem estudos utilizando os dados obtidos das análises de compostos bioativos e capacidade antioxidante de acessos de *Euterpe oleracea* e *Oenocarpus distichus* Mart para a aplicação da análise de componentes principais que auxiliou no processo de seleção dos melhores genótipos (TORMA, 2016; SOUSA, 2017).

Torma (2016) aplicou a análise estatística multivariada utilizando dados obtidos das análises de capacidade antioxidante pelo método ABTS, antocianinas totais, compostos fenólicos totais, perfil de antocianinas e carotenoides por HPLC referente a seis genótipos de *E. oleracea* oriundos do BAG-Belém. De acordo com os dados gráficos da PCA, o autor explanou que o genótipo que obteve maior conteúdo de cianidina-3-rutinosídeo, antocianinas totais, β -caroteno, também obteve a maior capacidade antioxidante pelo método ABTS, além de alto teor de luteína e carotenoides totais, em comparação, o genótipo que obteve menor teor de compostos bioativos apresentou menor capacidade antioxidante. O estudo concluiu que os seis genótipos de *E. oleracea* utilizados na pesquisa foram promissores para o desenvolvimento de estudos futuros.

Sousa (2017) utilizando a análise estatística multivariada nos dados obtidos de análises de diferentes acessos de *Oenocarpus distichus* Mart oriundos do BAG-Belém, observa que os acessos que apresentaram teores intermediários em compostos fenólicos totais, flavonoides totais, flavanóis totais e antocianinas totais exibiram escores próximos uns dos outros. As informações gráficas ainda indicaram que os acessos que apresentaram os maiores teores de compostos fenólicos totais, também se mostraram com maior capacidade antioxidante pelos ensaios ABTS e DPPH e tenderam a se agrupar. A partir das informações gráficas obtidas, o autor concluiu que o PCA foi relevante para o destaque de um acesso promissor.

4 Conclusão

A partir dos resultados obtidos no presente estudo em relação aos oito acessos de *E. oleracea* e oito acessos de *E. precatoria*, pode-se concluir que os acessos pertencentes à espécie *E. precatoria* apresentam os maiores teores em todas as análises realizadas, em comparação aos acessos da espécie *E. oleracea*, dando destaque ao acesso PL01 pertencente à espécie *E. precatoria*.

Os acessos L2PL5 e PL01, pertencentes às espécies de *E. oleracea* e *E. precatoria*, respectivamente, apresentaram os melhores resultados em relação a sua mesma espécie, para

os compostos fenólicos totais, antocianinas monoméricas totais, flavonoides totais e capacidade antioxidante pelo método ABTS.

Sugere-se estudos futuros para aplicação dos açaís liofilizados no desenvolvimento de novos produtos, a fim de agregar a sua ótima fonte de compostos bioativos em matrizes alimentares.

5 Referências

AUGUSTI, P. R.; TORMA, P. C. M. R.; CARVALHO, A. V.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. D. O. Compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*). In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais. Gramado: SBCTA Regional, 2016., 2016.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed., 3. rev. Gaithersburg, v. 2, 1997.

BARBOSA, V. B.; MATTIETTO, R. D. A.; PARACAMPO, N. Antocianinas totais e monoméricas em açaí comercializado na cidade de Belém-Pará. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 23., 2019, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019., 2019.

BARBOSA, A. P. P.; MORAES, A. F.; CHISTÉ, R. C. Physicochemical characterization and qualification of bioactive compounds of *Antrocaryon amazonicum* fruits cultivated in Brazilian Amazonia. **Cyta Journal of Food**. v, 18, 2020.

BELDA-GALBIS, C. M.; JIMÉNEZ-CARRETÓN, A.; PINA-PEREZ, M. C.; MARTÍNEZ, A.; RODRIGO, D. Antimicrobial activity of açaí against *Listeria innocua*. **Food Control**, v. 53, p. 212-216, 2015.

BONOMO, L. F.; SILVA, D. N.; BOASQUIVIS, P. F.; PAIVA, F. A.; DA COSTA GUERRA, J. F.; MARTINS, T. A. F.; GROSSIN, N. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. **PloS one**, v. 9, n. 3, p. e89933, 2014.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018. Regulamento Técnicos para Fixação dos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 8 out. Seção 1, p. 23, 2018.

CAMPOS, T. D.; AZÊVEDO, H. D. S.; DE AZEVEDO, J. M. A.; RUFINO, P. B.; SILVA, S. M. M.; DE OLIVEIRA, J. C.; DA SILVA, L. M. Rendimento de polpa de frutos de açaizeiro em áreas de baixio e terra firme em Feijó, AC. In: **Embrapa Acre-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO REGIONAL DE PESQUISA DO ESTADO DO ACRE, 2.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFAC, 25., 2016, Rio Branco/Cruzeiro do Sul. Inovação: sustentabilidade e desenvolvimento regional: anais. Rio Branco, AC: Edufac, 2016., 2016.

CARVALHO, J. E. U. DE; MULLER, C. H. Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. **Embrapa Amazônia Oriental - Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.

CARVALHO, A. V.; FERREIRA FERREIRA DA SILVEIRA, T.; MATTIETTO, R. D. A.; PADILHA DE OLIVEIRA, M. D. S.; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açaí (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 5, p. 1467-1474, 2016.

CARVALHO, A.; MIRANDA, L.; OLIVEIRA, M. **Caracterização físico-química da polpa em genótipos de açaizeiro do tipo violáceo**. Embrapa Amazônia Oriental-Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento (INFOTECA-E), 2017.

CHOI, Y. J.; CHOI, Y. J.; KIM, N.; NAM, R. H.; LEE, S.; LEE, H. S.; LEE, D. H. Açaí berries inhibit colon tumorigenesis in azoxymethane/dextran sulfate sodium-treated mice. **Gut and liver**, v. 11, n. 2, p. 243, 2017.

COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**, 2nd ed., Routledge, New York, 1988.

DE SOUSA, A. M.; OLIVEIRA, M.; DE FARIAS NETO, J. T. Variabilidade genética entre progênes de açaí branco para caracteres da planta. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Seminário de Iniciação Científica, 19.; Seminário de Pós-

graduação da Embrapa Amazônia Oriental, 3., 2015, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015., 2015.

FAVACHO, H. A.; OLIVEIRA, B. R.; SANTOS, K. C.; MEDEIROS, B. J.; SOUZA, P. J.; PERAZZO, F. F.; CARVALHO, J. C. T. Atividade antiinflamatória e antinociceptiva de *Euterpe oleracea* Mart., Arecaceae, óleo. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 21, n. 1, p. 105-114, 2011.

FERREIRA, D. S.; GOMES, A. L.; DA SILVA, M. G.; ALVES, A. B.; AGNOL, W. H. D.; FERRARI, R. A.; PACHECO, M. T. B. Antioxidant capacity and chemical characterization of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) fruit fractions. **Food Science Technology**, v. 4, n. 5, p. 95-102, 2016.

FREITAS, B.; BENTO, F. S.; DE QUEIROZ SANTOS, F.; FIGUEIREDO, M.; AMÉRICA, P.; MARÇAL, P. Características Físico-químicas, Bromatológicas, Microbiológicas e Microscópicas de Polpas de Açai (*Euterpe oleraceae*) Congeladas do Tipo B. **Journal of Applied Pharmaceutical Sciences–JAPHAC**, v. 2, n. 2, p. 2-13, 2015.

GARZÓN, G. A.; NARVÁEZ-CUENCA, C. E.; VINCKEN, J. P.; GRUPPEN, H. Polyphenolic composition and antioxidant activity of acai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. **Food chemistry**, v. 217, p. 364-372, 2017.

GANTUSS, C. A. R. Caracterização física e química de locais de ocorrência do açazeiro (*Euterpe aleracea* Mart) no Estado do Amapá e sua relação com o rendimento e qualidade do fruto, 2006. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)**. Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal de Paraíba, 2006.

GEORGÉ, S; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1370-1373, 2005.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV visible spectroscopy. In: Wrolstad, R. E. (Ed). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, n. 1, p. F1. 2.1-F1. 2.13, 2001.

GORDON, A.; CRUZ, A.P.G.; CABRAL, L.M.C.; DE FREITAS, S.C.; TAXI, C.M.A.D.; DONANGELO, C.M. Chemical characterization and evaluation of antioxidante properties of

acai fruits (*Euterpe oleracea* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n. 2, p. 256-263, 2012.

KANG, J.; XIE, C.; LI, Z.; NAGARAJAN, S.; SCHAUSS, A. G.; WU, T.; WU, X. Flavonoids from acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. **Food Chemistry**, v. 128, n. 1, p. 152-157, 2011.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 25, 726-732, 2005.

JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Correlations of antioxidant activity against phenolic content revisited: a new approach in data analysis for food and medicinal plants. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 9, p. R107-R113, 2009.

MATTIETTO, R. D. A.; CARVALHO, A. V.; LANES, N.; DE OLIVEIRA, M. S. P.; ROSÁRIO, V. N. M. Composição química e nutricional da polpa de açaí: comparação entre as variedades roxa e branca. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais... Gramado: SBCTA Regional, 2016., 2016.

MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; ROMITO, M.; MILLOGO, J.; NACOULMA, O. G. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Fasan honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, n. 3, p. 571-577, 2005.

NASCIMENTO, R. J. S. D.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 498-502, 2008.

OLIVEIRA, A. A. de. Caracterização detalhada do fruto da palmeira jussara (*Euterpe edulis*) e processamento do suco por alta pressão hidrostática. 2014. **Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

PACHECO-PALENCIA, L. A.; DUNCAN, C. E.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açaí species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. **Food Chemistry**, v. 115, n. 4, 1199–1205, 2009.

ROSÁRIO, V.; MATTIETTO, R. D. A.; LANES, J. D. J.; OLIVEIRA, M. Determinação de antocianinas e compostos fenólicos totais em diferentes genótipos de açaí. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 20.; SEMINÁRIO DE PÓS-GRADUAÇÃO DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 4., 2016, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2016., 2016.

RENCER, A. C. **Methods of Multivariate Analysis**. A JOHN WILEY & SONS, INC. PUBLICATION. P.727. 2ed. 2002.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS*+- Metodologia Científica. **EMBRAPA, Fortaleza, CE, Brazil**, 2007.

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

SCHIRMANN, G. D. S. Composição em ácidos graxos do açaí (*Euterpe edulis*) de diversas regiões de Santa Catarina. 2012. **Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

SILVA, A. K. N; BECKMAN, A.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 11, n. 1, p. 2205-2216, 2017.

SILVA, W. B. C.; CARVALHO, A. V. Avaliação físico-química de polpas comerciais de açaí. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 23., 2019, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019., 2019.

SILVEIRA, T. F. F. **Phenolic compounds and antioxidant capacity of açaí pulp ("Euterpe oleracea" Mart.): effect of high-pressure processing in comparison to thermal pasteurization of purple açaí and a study on" white açaí"**, 2017. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, 2017.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid solution acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SHEN, X.; SUN, X.; XIE, Q.; LIU, H.; ZHAO, Y.; PAN, Y.; WU, V. C. Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis*. **Food Control**, v. 35, n. 1, p. 159-165, 2014.

SOUSA, S. H. B.de. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de frutos de acessos de bacaba-de-leque. 2017. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** – Universidade Federal do Pará, Pará, 2017.

VIEIRA, D. D. S.; DO CARMO, C. C. A.; CIPRIANI, H. N., DE SOUZA, V. F.; VIEIRA, A. H. Rendimento de polpa em função do tamanho do fruto do açaizeiro. In: **Embrapa Rondônia-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA RONDÔNIA, 8.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 3., 2017, Porto Velho. Anais... Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2017. p. 37. Editor técnico: Luiz Francisco Machado Pfeifer., 2017.

TORMA, P. C. M. R. Valor nutricional, perfil de compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*). 2016. 132 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

TORMA, P. D. C. M. R.; BRASIL, A. V. S.; CARVALHO, A. V.; JABLONSKI, A.; RABELO, T. K.; MOREIRA, J. C. F.; DE OLIVEIRA RIOS, A. Hydroethanolic extracts from different genotypes of açaí (*Euterpe oleracea*) presented antioxidant potential and protected human neuron-like cells (SH-SY5Y). **Food chemistry**, v. 222, p. 94-104, 2017.

YAMAGUCHI, K. K. L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARAO, C. V.; LIMA, E. S.; DA VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon açaí: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015.

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA FILHO, D. F.; YUYAMA, K.; DE JESUS VAREJÃO, M.; FÁVARO, D. I. T.; CARUSO, M. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas Amazônicos. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 4, 2011.

WANG, X.; ZHANG, J.; COCK, I. E. Acai, cacao and maca extracts: Anticancer activity and growth inhibition of microbial triggers of selected autoimmune inflammatory diseases. **Pharmacognosy Communications**, v. 6, n. 4, 2016.

CAPÍTULO III

Aplicação de açaí liofilizado (*Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*) como corante natural na formulação de bala de goma

Camile Ramos Lisboa^a, Renan Campos Chisté^a, Ana Vânia Carvalho^b

^aPrograma de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos (PPGCTA), Instituto de Tecnologia (ITEC), Universidade Federal do Pará (UFPA), Belém/PA, Brasil.

^bEmpresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA, Brasil.

Resumo

As antocianinas são pigmentos naturais com propriedades benéfica à saúde e encontradas em elevadas concentrações nos frutos de açaí. As antocianinas presentes no açaí são compostos promissores para a aplicação na formulação de produtos alimentícios para a substituição de corantes artificiais. O estudo teve como objetivo avaliar a aplicabilidade da polpa de açaí liofilizada de duas espécies de *Euterpe* (*E. oleracea* e *E. precatoria*), provenientes do Banco Ativo de Germoplasma da EMBRAPA Amazônia oriental (Belém, PA), selecionadas com base nos elevados teores de antocianinas, na formulação de bala de goma visando monitorar a estabilidade do pigmento natural em comparação com um corante artificial. Foram monitorados parâmetros como pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, antocianinas monoméricas totais e cor instrumental das balas de goma produzidas durante 30 dias de armazenamento sob temperatura ambiente ($\pm 30^{\circ}\text{C}$). Ao final dos 30 dias de armazenamento foi observada menor velocidade de degradação de antocianinas monoméricas totais na bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe precatoria*, em comparação a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* de $1,25 \times 10^{-1}$ dias e $1,52 \times 10^{-1}$ dias, pelo modelo de primeira ordem, respectivamente, além de uma menor perda de antocianinas monoméricas totais, de 48,17 % e

61,73 %, respectivamente. Em relação a estabilidade da cor, as balas de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* apresentaram percepção de mudança de cor em um período semelhante de 20 dias, sendo uma alternativa de tempo ideal para armazenamento e consumo, além de ser uma alternativa mais saudável de bala de goma.

Palavras-chave: corante natural; açaí liofilizado; antocianinas.

Abstract

Anthocyanins are natural pigments with beneficial health properties and are found in high concentrations in acai fruits. The anthocyanins present in açaí are promising compounds for application in the formulation of food products to replace artificial dyes. This study aimed to evaluate the applicability of freeze-dried açaí pulp from two varieties of *Euterpe* (*E. oleracea* and *E. precatoria*) from the Germplasm Bank of EMBRAPA Amazônia oriental (Belém, PA), selected based on the high levels of anthocyanins, in the gummy candy formulation to monitor the stability of the natural pigment compared to an artificial colorant. Parameters such as pH, total acidity, total soluble solids, total monomeric anthocyanins and instrumental color of the gummies produced during 30 days of storage at room temperature were monitored. At the end of the 30 days of storage, it was observed that there was a lower rate of degradation of total monomeric anthocyanins in the gummies with lyophilized açaí from *Euterpe precatoria*, compared to the gummies with lyophilized açaí from *Euterpe oleracea* of 1.25×10^{-1} days and 1.52×10^{-1} days, by the first order model, respectively, in addition to a lower loss of total monomeric anthocyanins, in percentagem, 48.17 % and 61.73 %. Regarding color stability, the lyophilized açaí gummies from *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria* showed a perception of color change in a similar period of 20 days, being an ideal alternative of time for storage and consumption, in addition to being an alternative healthiest of gummy bears.

Key words: natural dye; freeze-dried açaí; anthocyanins.

1 Introdução

A crescente demanda dos consumidores por ingredientes alimentícios de origem natural, amplamente associadas à imagem de produtos saudáveis, promotores de saúde, seguros e de boa qualidade, tem promovido a escolha de produtos desenvolvidos com ingredientes, como os corantes naturais, sendo estes apontados como uma alternativa em relação ao uso de corantes artificiais (MARTINS et al., 2016; SILVA et al., 2018).

As antocianinas são pigmentos hidrossolúveis que conferem cores vermelhas, azuis e roxas a uma grande variedade de frutas, vegetais e produtos processados (RODRIGUEZ-AMAYA, 2019). As antocianinas constituem alternativas viáveis para a substituição de corantes sintéticos devido cores atrativas, valor nutricional e sua solubilidade em água, que permite a incorporação em uma grande variedade de formulações alimentícias (POZO-INSFRAN et al., 2004; FREITAS et al., 2021).

Segundo a RDC nº 265, de 22 de setembro de 2005 para balas, bombons e gomas de mascar, a bala é o produto constituído por açúcar e ou outros ingredientes. Pode apresentar recheio, cobertura, formato e consistência variados. Balas de gelatina ou de goma são comercializadas mundialmente, porém, sua fabricação inclui excesso de açúcares e aditivos químicos, gerando baixa qualidade nutricional, com possível risco de desenvolvimento de doenças crônicas e alergias (TEIXEIRA et al., 2021).

Vários estudos sugerem que o consumo excessivo de alimentos com corantes artificiais pode provocar diversas alterações clínicas como reações de hipersensibilidade, dermatites, diarreia, náuseas, vômitos, anafilaxia e asma (AMCHOVA et al., 2015; KUS & EROGLU, 2015; VOJDANI & VOJDANI, 2015; MARTINS et al., 2016). Em contrapartida, um amplo espectro de propriedades e aplicações bioativas tem sido atribuído aos corantes alimentícios naturais, que também são considerados promotores de saúde, quando incluídos adequadamente na dieta diária (SHAHID & MOHAMMAD, 2013; RODRIGUEZ-AMAYA, 2016; RATHER & MOHAMMAD, 2016).

Este estudo teve como objetivo avaliar a aplicabilidade do açaí liofilizado proveniente das espécies *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, na formulação de bala de goma em comparação a bala de goma com corante artificial (controle) a fim de analisar a estabilidade

destes produtos por meio de análises físico-químicas, bioativos e cor instrumental, durante o armazenamento sob temperatura ambiente por 30 dias.

2 Material e métodos

2.1 Obtenção do açaí liofilizado

Foi realizado um estudo prévio sobre as potencialidades de oito acessos de *E. oleracea* e oito acessos de *E. precatoria* a fim de selecionar um acesso de cada espécie para ser aplicado em um novo produto, a bala de goma.

Frutos maduros de um acesso de *Euterpe oleracea* e um acesso de *Euterpe precatoria* foram obtidos do Banco Ativo de Germoplasma de Açaí (BAG-Açaí) pertencente à Embrapa Amazônia Oriental, localizado em Belém, Pará, Brasil (latitude 01°0'28"S, longitude 048°0'27"W), no período de março a setembro de 2019. Os acessos tem codificações, sendo para *E. oleracea* L2PL5 e para *E. precatoria* PL01 (Figura 1).

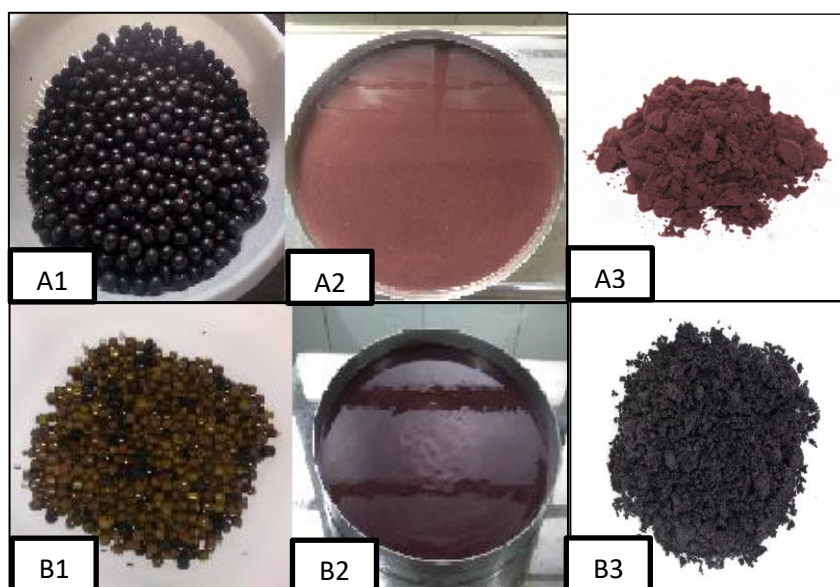


Figura 1. A1) Fruto de açaí (*Euterpe oleracea*); A2) Polpa de açaí (*Euterpe oleracea*); A3) Açaí liofilizado (*Euterpe oleracea*); B1) Fruto de açaí (*Euterpe precatoria*); B2) Polpa de açaí (*Euterpe precatoria*); B3) Açaí liofilizado (*Euterpe precatoria*).**Fonte:** Autor, 2022

Aproximadamente 2 kg de frutos maduros de cada foram transportados para o Laboratório de Agroindústria da Embrapa Amazônia Oriental, onde foram processados para a obtenção da polpa. A Figura 2 apresenta o fluxograma referente a obtenção da polpa de açaí

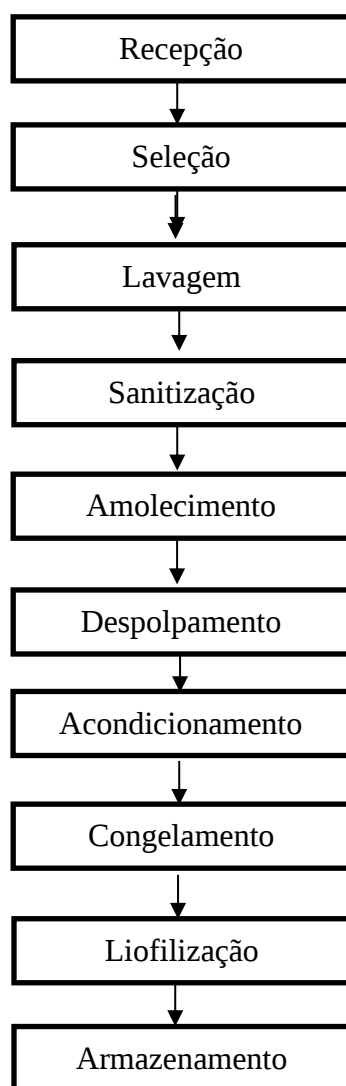


Figura 2. Fluxograma da descrição do processo de despulpamento de açaí dos acessos de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*. **Fonte:** Autor, 2022.

Os frutos sadios e maduros de *E. oleracea* e *E. precatoria* foram selecionados, lavados em água corrente, em seguida sanitizados por imersão em água contendo 30 mg/L de cloro livre por 15 minutos, e após foi realizado o amolecimento dos frutos em água (60 °C/15 min). O despulpamento mecânico foi realizado em máquina de aço inoxidável tipo “batedeira” (METVISA® DG.10, Belém, Brasil), previamente sanitizada (solução aquosa de hipoclorito de sódio a 200 mg/L). O despulpamento foi realizado na proporção de 2:1 (fruto /água, m:v) em um tempo médio de 10 min por acesso, sendo as sementes descartadas. As polpas obtidas foram acondicionadas em formas de inox e identificadas (Figura 1), e em seguida foram congeladas a -18°C em câmara fria. Após o congelamento, o material foi submetido à liofilização, utilizando

liofilizador de bancada (Liotop, modelo L101) por 72 horas. As amostras liofilizadas foram acondicionadas no freezer ao abrigo da luz e mantidas a 10 °C até o momento das análises e formulações.

2.2 Elaboração de bala de goma com adição de polpa de açaí liofilizado

Foram desenvolvidas três formulações de bala de goma para serem utilizadas como sistema-modelo para o estudo da adição de polpa de açaí liofilizada: a bala de goma controle com corante artificial (marca Arcolor, SP/Brasil), que consiste numa mistura de corante orgânico importado e álcool etílico puro, a bala de goma com a adição de polpa de açaí liofilizado da espécie *Euterpe oleracea*, e a bala de goma com a adição da polpa de açaí liofilizado da espécie *Euterpe precatoria*, conforme descrito por Souza et al. (2016), com adaptações (Tabela 1). Os ingredientes utilizados na formulação foram obtidos em mercados locais da região metropolitana de Belém, Pará, e as formulações foram preparadas no Laboratório de Tecnologia de Alimentos da Universidade Federal do Pará.

Na formulação da bala de goma controle, foi utilizada uma concentração de corante artificial delimitado de acordo com a Resolução nº 387, de 05 de agosto de 1999, que preconiza o limite de adição dos corantes alimentícios permitidos no Brasil. O corante artificial utilizado neste estudo contém a mistura de dois tipos de corantes: azul brilhante (E133) e Bordeaux (E123), e a quantidade permitida desses corantes em alimentos varia de 10 mg a 100 mg por 100 gramas de produto. Neste estudo, foi selecionado o teor de 10 mg/100 g a fim de contemplar a quantidade mínima indicada na legislação.

Inicialmente foi dissolvido 12 g de gelatina (marca Arcolor, SP/Brasil) em 100 mL de água mineral sob agitação e aquecimento até 90 °C, de acordo com as instruções do fabricante.

Para a produção da bala de goma com corante artificial (controle), acrescentou-se na no recipiente de aço inox o açúcar, o xarope de glicose e a água sob agitação e aquecimento até alcançar o teor de sólidos solúveis de 86° °Brix a fim de garantir a consistência do produto. O teor de sólidos solúveis foi determinado por refratometria em um refratômetro de bancada (Abbe, modelo AR1000). Após atingir o °Brix desejado, foi adicionada a gelatina pré-aquecida e a mistura foi homogeneizada por mais de 3 min. Após a homogeneização, o pó de antimifo composto de amido de milho e propionato de cálcio (marca Arcolor, SP/Brasil), foi adicionado, sendo uma quantidade de 6 g por quilo de produto de acordo com as instruções do fabricante,

com o objetivo de inibir a deterioração do produto pela ação de fungos durante o armazenamento. Em seguida, o ácido cítrico e o corante artificial foram acrescentados e a mistura foi homogeneizada por mais 5 min com o objetivo de solubilizar o corante artificial de forma homogênea no sistema.

Para a produção das balas de goma com a adição da polpa de açaí liofilizada de *Euterpe oleracea* e de *Euterpe precatoria*, foi utilizado o mesmo processo de produção da bala de goma com corante artificial (controle). No entanto, ao invés da adição do corante artificial, foi adicionada a polpa de açaí liofilizada. Primeiramente, o processo foi iniciado com a pesagem da polpa de açaí liofilizada, seguido de peneiramento do ingrediente, e o pó obtido foi acrescentado ao final do procedimento, conforme descrito anteriormente.

Após a homogeneização, o produto ainda na forma líquida foi transferido para potes de polietileno e esfriadas em temperatura ambiente, e em seguida foram fechados com tampa e estocados sob temperatura ambiente dentro de um dessecador até o momento das análises. O rendimento das balas de goma foi de aproximadamente 100 gramas de balas para cada formulação (Figura 3).

Tabela 1. Formulações utilizadas para a produção das balas de gomas adicionadas de corante artificial (controle) e com as polpas de açaí liofilizadas de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

Ingrediente (%, m/m)	Bala controle	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe oleracea</i>)	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe precatoria</i>)
Gelatina (%)	20	20	20
Açúcar (%)	42	42	42
Xarope de Glicose (%)	18,5	18,5	18,5
Ácido cítrico (%)	1,5	1,5	1,5
Água (%)	17,5	17,5	17,5

Corante artificial (%)	0,010	-	-
Polpa de açaí liofilizado (%)	-	0,5	0,5

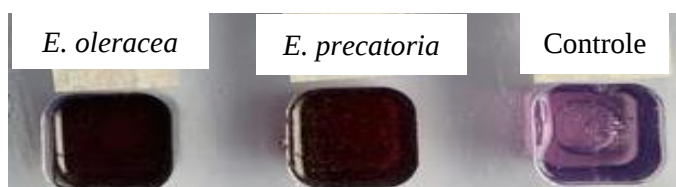


Figura 3. Balas de goma produzidas com corante artificial (controle) e com a adição de polpa de açaí liofilizada de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*.

2.3 Monitoramento das características físico-químicas, antocianinas totais e cor instrumental das balas de goma durante o armazenamento sob temperatura ambiente

Os estudos desenvolvidos nas balas de goma ocorreram durante 30 dias, sendo as amostras analisadas em intervalos de 5 dias, totalizando 7 pontos de análises (0, 5, 10, 15, 20, 25 e 30 dias). Para cada ponto, foram realizadas as análises do pH, acidez total titulável, sólidos solúveis totais, cor instrumental e antocianinas monoméricas totais. Todas as análises foram realizadas em triplicata.

2.3.1 pH

A determinação de pH foi realizada à temperatura ambiente utilizando o potenciômetro digital (Simpla, modelo PH140) previamente calibrado com soluções tampão de pH 4 e 7, segundo a metodologia AOAC (1997).

2.3.2 Acidez Total Titulável

A determinação de acidez total titulável foi realizado por titulação com NaOH 0,1 N com auxílio de potenciômetro (Simpla, modelo PH140) até atingir pH de 8,1 a partir de 10 g de bala de goma adicionada com 90 mL de água destilada e colocado sob agitação para a solubilização do produto, conforme método descrito pela AOAC (1997). Os resultados foram expressos em % de ácido cítrico.

2.3.3 Sólidos Solúveis Totais (°Brix)

A determinação dos sólidos solúveis totais foi determinada por refratometria por meio de leitura direta em refratômetro de bancada (Abbe, modelo AR1000), colocando sobre o prisma 1 gota da amostra de bala de goma e os resultados foram expressos em °Brix.

2.3.4 Cor Instrumental

A determinação da cor instrumental foi realizada utilizando um colorímetro portátil (Kanica Minolta, modelo CR-400), configurado com os seguintes parâmetros: iluminação difusa, especular incluída, e fonte de iluminação D65. Os valores (triplicata) obtidos no sistema CIELAB, L^* (luminosidade), e as coordenadas de cor a^* (vermelho-verde) e b^* (amarelo-azul) foram utilizados para o cálculo da diferença de cor (ΔE) (Equação 1) entre os dias de armazenamento para as balas de goma.

$$\Delta E = \sqrt{(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2} \quad (\text{Equação 1})$$

2.3.5 Antocianinas Monoméricas Totais

A quantificação de antocianinas monoméricas totais foi realizada de acordo com o método espectrofotométrico do pH diferencial, que utiliza solução tampão a pH 1,0 e 4,5, conforme descrito por Giusti e Wrolstad (2001). As balas de goma de cada acesso de *E. oleracea* e *E. precatoria* foram pesadas ($\approx 0,01$ g) e transferidas para balões volumétricos, em seguida solubilizadas com 10 mL de solução tampão a pH 1,0 (HCl/KCl) e 10 mL de tampão a pH 4,5 (HCl/CH₃COONa), em triplicata. As misturas foram homogeneizadas e filtradas em papel de filtro. As leituras das absorbâncias foram medidas a 510 e 700 nm em espectrofotômetro (BEL, modelo UV-M51). No capítulo anterior, o teor de antocianinas monoméricas totais encontrado para a polpa liofilizada de *Euterpe oleracea* (L2PL5) e *Euterpe precatoria* (PL01) foi de 736,05 e 1822,22 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g em b.s., respectivamente. Os resultados foram calculados de acordo com a Equação 2.

$$\text{Antocianinas monoméricas totais} \left(\frac{\text{mg}}{\text{L}} \right) = \frac{A \times MM \times FD \times 1000}{\epsilon \times b} \quad (\text{Equação 2})$$

Onde:

$$A = (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}1.0} - (A_{520\text{nm}} - A_{700\text{nm}})_{\text{pH}4,5}$$

MM = 449,2 g/mol (massa molecular da cianidina 3-glicosídeo)

FD = Fator de diluição

$\varepsilon = 26.900 \text{ M}^{-1} \cdot \text{cm}^{-1}$ (Absortividade molar)

b = caminho óptico (1 cm)

Os resultados foram expressos como mg de equivalentes de cianidina 3-glicosídeo por 100 g (base seca, b. s.) (mg Cianidina-3-glicosídeo/100 g).

Para a medição do espectro da bala de goma com corante artificial durante o armazenamento sob temperatura ambiente, foi pesado 4 g de bala de goma no becker e adicionado 5 ml de água destilada. Em seguida, o becker foi colocado no banho ultrassom (SolidSteel, modelo Q3.8 L) por 5 minutos. Após esse processo, o líquido foi colocado no balão volumétrico âmbar de 10 ml com água destilada, sendo, em seguida, realizada a filtração desse líquido e feito a varredura em espectrofotômetro (BEL, modelo UV-M51), nos comprimentos de onda de 300 nm a 800 nm.

2.3.6 Monitoramento do corante artificial

Para fins de comparação, o corante artificial adicionado nas balas de goma controle foi monitorado por espectrofotometria a partir da extração da mistura de corantes utilizando 4 g de bala de goma adicionado de 5 mL de água destilada com posterior extração em banho ultrassônico (SolidSteel, modelo Q3.8 L) por 5 min. Após a suspensão da bala de goma em água, o líquido resultante foi transferido para balão volumétrico âmbar de 10 mL com água destilada, seguida de filtração e varredura em espectrofotômetro (BEL, modelo UV-M51) na faixa de comprimentos de onda entre 300-800 nm. Foi selecionado esse procedimento para acompanhar o decaimento da absorbância principal dos picos referentes aos corantes artificiais em mistura ao longo do tempo de armazenamento como indicativo de degradação.

2.3.7 Análise estatística

Os resultados (média $\pm$ desvio padrão) para a caracterização e monitoramento das balas de gomas neste estudo foram submetidos à Análise de Variância (ANOVA) e, quando significativas, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$) entre os dias para a

mesma bala de goma, e t-student foi utilizado a fim de comparação nas balas de goma com o açaí liofilizado, em um mesmo dia.

Além disso, foi realizada a modelagem matemática utilizando os resultados da concentração de antocianinas monoméricas totais em função do tempo para as balas de goma adicionadas de polpa de açaí liofilizada de *Euterpe oleracea* e de *Euterpe precatoria* com o objetivo de prever o comportamento de degradação dos pigmentos naturais durante o armazenamento. Foram testados os seguintes modelos cinéticos:

$$\text{Ordem zero: } V_2 = C_0 - k_0 \cdot V_1 \quad (\text{Equação 3})$$

$$\text{Primeira ordem: } V_2 = C_0 \cdot \exp(-k \cdot V_1) \quad (\text{Equação 4})$$

$$\text{Segunda ordem: } V_2 = 1 / (k \cdot V_1 + (1/C_0)) \quad (\text{Equação 5})$$

$$\text{Tempo de meia-vida (t}_{1/2}\text{): } t_{1/2} = \frac{\ln 2}{k} \quad (\text{Equação 6})$$

Onde: a variável 1 (t) representa os tempos de armazenamento em dias, variável 2 (C) os resultados obtidos de antocianinas monoméricas totais, C_0 e C representam a concentração de antocianinas monoméricas totais (mg/100 g) inicial e final, respectivamente, k que representa a velocidade de degradação do pigmento expresso em dias, e o tempo de meia vida ($t_{1/2}$) para primeira ordem.

3 Resultados e Discussão

3.1 pH

A Tabela 2 apresenta os valores de pH da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Tabela 2. Valores de pH da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Tempo (dias)	Controle	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe oleracea</i>)	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe precatoria</i>)
0	5,79 ± 0,07 ^c	5,88 ± 0,08 ^{aA}	5,79 ± 0,02 ^{cA}
5	5,99 ± 0,05 ^{abc}	6,12 ± 0,05 ^{aB}	6,17 ± 0,04 ^{abA}
10	6,15 ± 0,02 ^a	6,16 ± 0,03 ^{aA}	6,25 ± 0,04 ^{aA}
15	6,06 ± 0,07 ^{abc}	6,18 ± 0,12 ^{aB}	6,48 ± 0,07 ^{aA}
20	6,10 ± 0,06 ^{ab}	6,19 ± 0,09 ^{aA}	6,29 ± 0,17 ^{aA}
25	6,06 ± 0,15 ^{abc}	6,04 ± 0,03 ^{aA}	5,85 ± 0,13 ^{bcA}
30	5,81 ± 0,01 ^{bc}	5,94 ± 0,13 ^{aA}	5,84 ± 0,04 ^{bcA}

Letras minúsculas diferentes representam a diferença estatística entre os diferentes dias de armazenamento para a mesma bala de goma (Teste Tukey).

Letras maiúsculas diferentes representam a diferença estatística entre as balas de goma com açaí liofilizado em um mesmo dia (t-student)

No presente estudo, foram realizadas diferentes análises a fim de avaliar como estes parâmetros poderiam influenciar a estabilidade das antocianinas e a cor das balas de goma durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Diversos fatores, como pH, concentração da solução, presença de copigmento, luz e oxigênio, influenciam na estabilidade das antocianinas, alterando as cores do meio, de cor vermelha ou azul para coloração marrom, indesejada. O pH influencia no equilíbrio entre as diferentes formas de antocianinas e consequentemente na estabilidade de sua cor. Na faixa de pH de 1,0 a 3,0, as antocianinas exibem coloração vermelha, que corresponde a predominância da forma protonada denominado cátion flavilium (vermelho) (BRIDLE & TIMBERLAKE, 1997; CASTAÑEDA-OVANDO et al., 2009; MALCHER, 2011).

A Figura 4 observa-se que tanto para as balas de goma controle quanto para as balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, os resultados de pH

mostraram tendência de crescimento até os dias 15 e 20 e após esse período, foi observado o decréscimo do pH até a faixa de 5,81 a 5,94 (Tabela 2), sendo valores próximos ao observado no início dos testes. A bala de goma adicionada de polpa de açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* não exibiu diferença significativa quanto ao valor de pH durante todo o período de armazenamento. De maneira geral, considerando a faixa de pH observada, todas as balas de goma puderam ser caracterizadas como produtos alimentícios de baixa acidez durante todo o período de armazenamento.

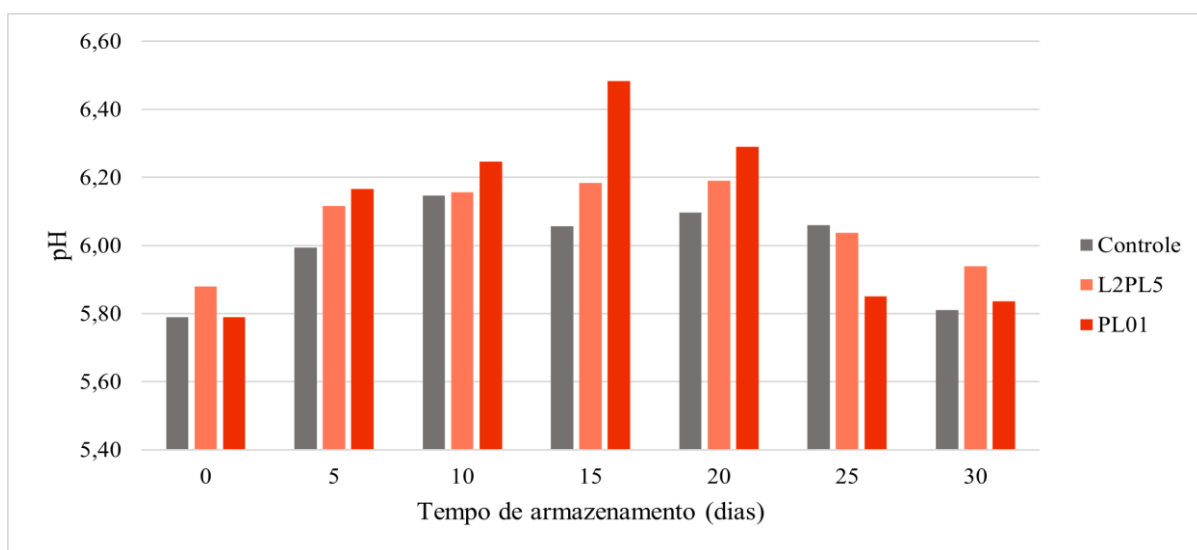


Figura 4. Valores de pH da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

A legislação vigente para balas, bombons e gomas de mascar (BRASIL, 2005) não determina os limites para os resultados físico-químicas destes produtos.

Em relação a literatura existente, Souza et al. (2016) avaliaram o desenvolvimento de um suplemento tipo bala mastigável à base da polpa de açaí e acrescida de cafeína como proposta de um veículo de antioxidantes e carboidratos de alto índice glicêmico para uso na prática desportiva. Segundo os autores, a bala de açaí com cafeína obteve o resultado de 0,43 mL NaOH/100 g de acidez e 3,48 de pH, sendo um produto mais ácido em comparação aos resultados das três balas de goma deste presente estudo.

3.2 Acidez total titulável

Tabela 3. Teor de acidez total titulável (%) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Tempo (dias)	Controle	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe oleracea</i>)	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe precatoria</i>)
0	0,060 ± <0,01 ^a	0,073 ± 0,01 ^{aB}	0,096 ± <0,01 ^{aA}
5	0,052 ± <0,01 ^a	0,022 ± <0,01 ^{bB}	0,025 ± <0,01 ^{bcB}
10	0,023 ± <0,01 ^b	0,027 ± <0,01 ^{bA}	0,025 ± <0,01 ^{bcA}
15	0,031 ± <0,01 ^b	0,025 ± <0,01 ^{bA}	0,016 ± <0,01 ^{cB}
20	0,025 ± <0,01 ^b	0,027 ± <0,01 ^{bA}	0,024 ± <0,01 ^{bcA}
25	0,032 ± <0,01 ^{bA}	0,036 ± <0,01 ^{bA}	0,030 ± <0,01 ^{bcB}
30	0,035 ± <0,01 ^b	0,037 ± <0,01 ^{bA}	0,037 ± <0,01 ^{bA}

Letras minúsculas diferentes representam a diferença estatística entre os diferentes dias de armazenamento para a mesma bala de goma (Teste Tukey).

Letras maiúsculas diferentes representam a diferença estatística entre as balas de goma com açaí liofilizado em um mesmo dia (t-student)

A Tabela 3 observa-se que as balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* apresentaram uma redução de acidez de mais de 50% nos intervalos dos dias 0 a 5 (Figura 5) em comparação a bala de goma controle, que exibiu a mesma tendência de descréscimo após 10 dias. Ao final do tempo de armazenamento (30 dias), as balas de goma com açaí liofilizado não apresentaram diferença significativa entre si, mantendo-se na faixa de 0,03 % (Tabela 3).

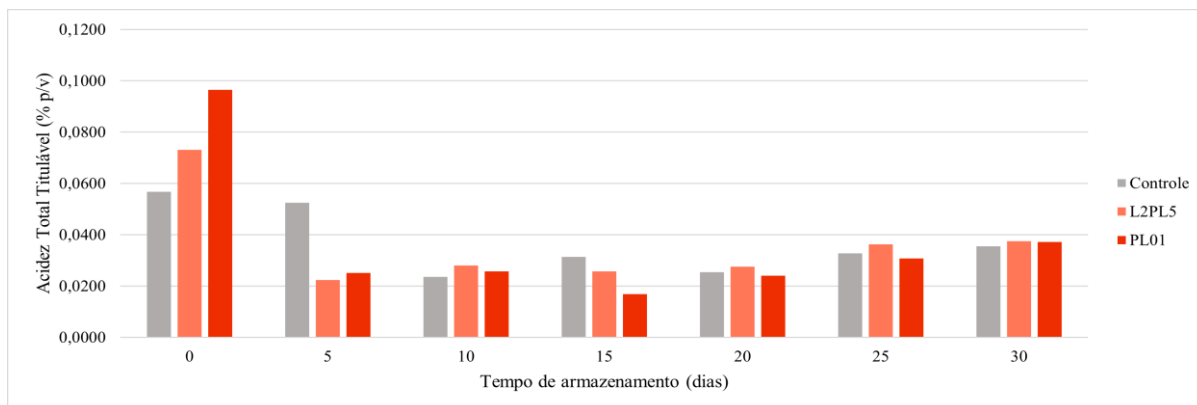


Figura 5. Teor de acidez total (%) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

A acidez de uma bala mastigável é um parâmetro bastante relevante e o adequado equilíbrio entre doçura, aroma e acidez contribui para o sabor da mesma (SOUZA et al., 2016). Avelar et al. (2017) desenvolveram balas de goma utilizando polpas de fruta do Cerrado (Cagaita, Marolo e Ananás) e avaliaram a aceitabilidade, a caracterização físico-química e o estudo da retenção da cor. Segundo os autores, as balas de goma formuladas com polpas de cagaita, ananás e marolo foram bem aceitas em relação a todos os atributos sensoriais avaliados, apresentando potencial mercadológico. A incorporação de polpa de fruta permitiu a obtenção de balas de goma com características físico-químicas próximas às de produtos processados sem adição de fruta, apresentando pH entre 3,84 e 4,79, além de acidez entre 0,22 e 0,69 (% em ácido cítrico) e sólidos solúveis totais entre 36 e 40 °Brix.

3.3 Teor de sólidos solúveis totais

A Tabela 4 apresenta os teores de sólidos solúveis totais (°Brix) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Tabela 4. Teor de Sólidos Solúveis Totais (°Brix) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Tempo (dias)	Controle	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe oleracea</i>)	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe precatoria</i>)
0	72,00 ± 0,00 ^{ab}	69,67 ± 1,56 ^{aA}	71,00 ± 0,67 ^{bcdA}
5	70,67 ± 1,11 ^b	71,67 ± 0,44 ^{aA}	69,33 ± 0,44 ^{dB}
10	70,83 ± 0,22 ^{ab}	70,67 ± 1,11 ^{aA}	70,67 ± 0,44 ^{cdA}
15	70,67 ± 0,44 ^b	70,67 ± 0,44 ^{aA}	70,33 ± 0,44 ^{cdA}
20	71,33 ± 0,89 ^{ab}	71,33 ± 0,89 ^{aA}	71,67 ± 0,44 ^{abcA}
25	72,67 ± 0,44 ^{ab}	72,00 ± 0,67 ^{aA}	73,00 ± 0,00 ^{aA}
30	73,00 ± 0,00 ^a	72,00 ± 0,67 ^{aA}	72,67 ± 0,44 ^{abA}

Letras minúsculas diferentes representam a diferença estatística entre os diferentes dias de armazenamento para a mesma bala de goma (Teste Tukey).

Letras maiúsculas diferentes representam a diferença estatística entre as balas de goma com açaí liofilizado em um mesmo dia (t-student)

A Tabela 4 observa-se que os teores de sólidos solúveis da bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe precatoria* e bala de goma controle apresentaram diferença significativa durante os dias de armazenamento, porém a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* não apresentou diferença significativa durante os 30 dias de estudo. Na Figura 6, observa-se que ao final de 30 dias, as três balas de goma apresentaram o teor de sólidos solúveis ligeiramente maior do que no dia 0, tendo um acréscimo em torno de 1 a 2 %, sendo observado diferença significativa entre as balas de goma com açaí liofilizado apenas no dia 5. Este comportamento pode ser atribuído à perda de umidade da bala, por ter sido mantida dentro de dissecador com sílica-gel.

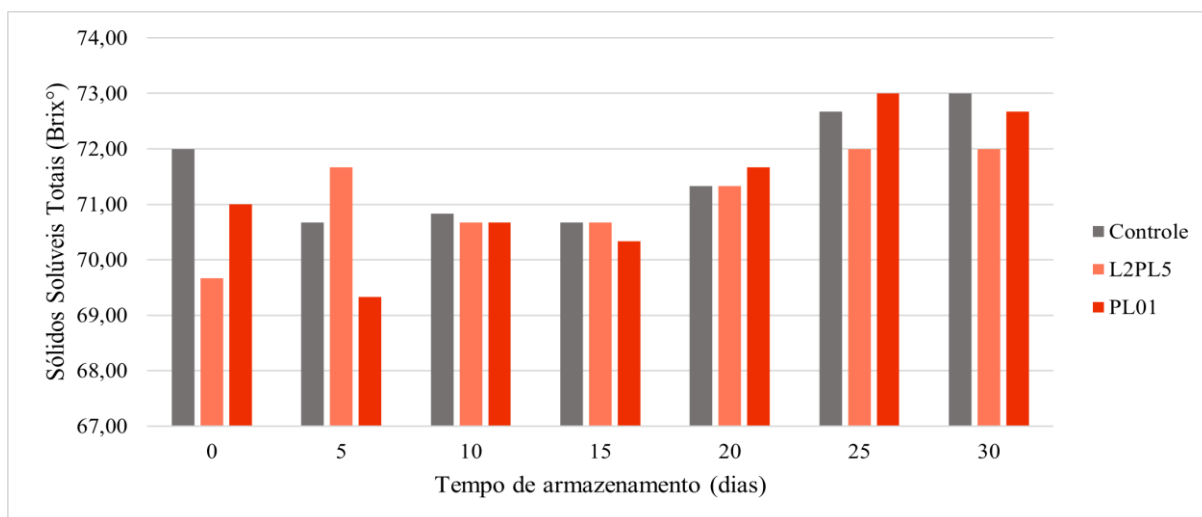


Figura 6. Teor de Sólidos Solúveis Totais (Brix°) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

3.4 Antocianinas monoméricas totais e cor instrumental

As antocianinas são pigmentos que apresentam coloração vermelho, roxo e azul, tendo estabilidade em meio ácido, sendo hidrossolúveis e este fator facilita sua incorporação em formulações alimentícias de características aquosas. Além disso, as antocianinas têm sido utilizadas em produtos fitofarmacêuticos, estimulante de apetite e no tratamento de doenças. O interesse renovado em pigmentos naturais tem sido estimulado por seus potenciais benefícios à saúde e pela preocupação relacionada aos efeitos adversos associados ao consumo frequente de corantes alimentares artificiais, (KHOO et al., 2017; RODRIGUEZ-AMAYA, 2019; SAMPAIO et al., 2021).

Na tabela 5 observa-se que os resultados de antocianinas monoméricas totais apresentaram diferença significativa durante os 30 dias de armazenamento para as balas de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*. Entre as balas de goma, o produto com a adição da polpa de açaí liofilizada de *Euterpe precatoria* apresentou os maiores teores de antocianinas monoméricas totais devido ao maior teor de antocianinas totais presentes inicialmente na polpa liofilizada utilizada como ingrediente na formulação. Segundo o capítulo anterior (II), o teor de antocianinas monoméricas totais para o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* (L2PL5) e *Euterpe precatoria* (PL01) foi de 736,05 e 1822,22 mg cianidina 3-glicosídeo/100 g em b.s., respectivamente.

Na literatura, estudos evidenciam que o açaí pertencente a espécie *Euterpe precatoria* apresenta maior quantidade de antocianinas quando comparado a espécie *Euterpe oleracea* (LICHTENTHALER et al., 2005; PACHECO-PALENCIA et al., 2009; POULOSE et al., 2014)

A Tabela 5 apresenta os valores médios de antocianinas monoméricas totais (mg cianidina 3-glicosídeo/100 g) das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Tabela 5. Valores médios de antocianinas monoméricas totais (mg cianidina 3-glicosídeo/100g) da bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Tempo (dias)	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe oleracea</i>)	Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe precatoria</i>)
0	3,35 ± 0,60 ^a	9,35 ± 0,23 ^a
5	3,30 ± 0,17 ^a	8,91 ± 0,81 ^{ab}
10	2,89 ± 0,24 ^{ab}	8,47 ± 1,26 ^{abc}
15	2,61 ± 0,29 ^{ab}	6,40 ± 1,64 ^{abc}
20	1,84 ± 0,40 ^{ab}	5,30 ± 0,67 ^{bc}
25	1,57 ± 0,33 ^b	5,13 ± 0,77 ^c
30	1,28 ± 0,70 ^b	4,85 ± 1,12 ^c

Letras minúsculas diferentes representam a diferença estatística entre os diferentes dias de armazenamento para a mesma bala de goma (Teste Tukey).

A Figura 7.A podemos observar a tendência para o decréscimo do teor de antocianinas monoméricas totais nas balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o período de 30 dias de armazenamento sob temperatura ambiente.

A Figura 7.B, representa a perda, em porcentagem, do teor de antocianinas monoméricas totais, onde a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* atingiu um decaimento maior do que a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe precatoria* de 61,73 % e 48,17 %, respectivamente, ao final dos 30 dias de armazenamento. As antocianinas são

pigmentos muito instáveis, podendo facilmente sofrer degradação, o que pode justificar as variações observadas entre os dados obtidos no estudo.

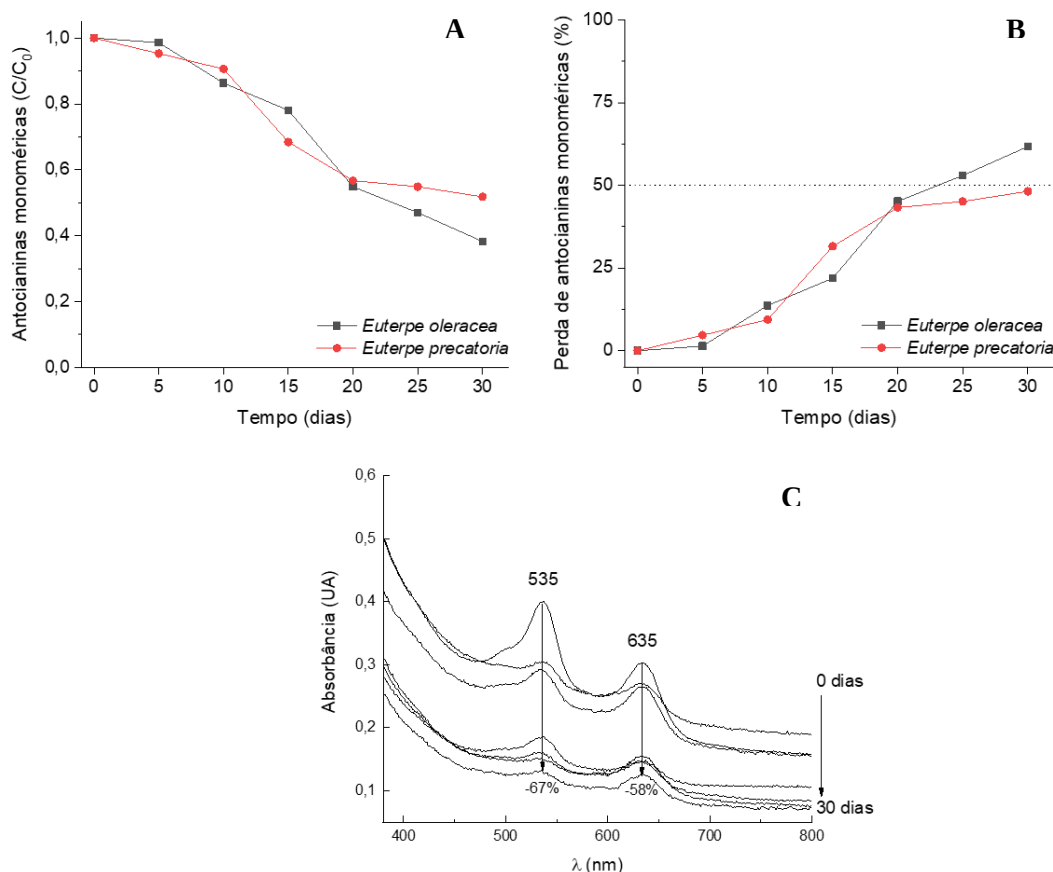


Figura 7. A) Valores médios adimensionais de antocianinas monoméricas totais (C/C_0) da bala de goma com o açai liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente; B) Porcentagem de perda de antocianinas monoméricas totais da bala de goma com o açai liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente; C) Espectro de absorvância na região do visível (380-800 nm) ilustrando o decaimento da absorvância (deslocamento hipocrômico) da bala de goma controle adicionada com corante artificial durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

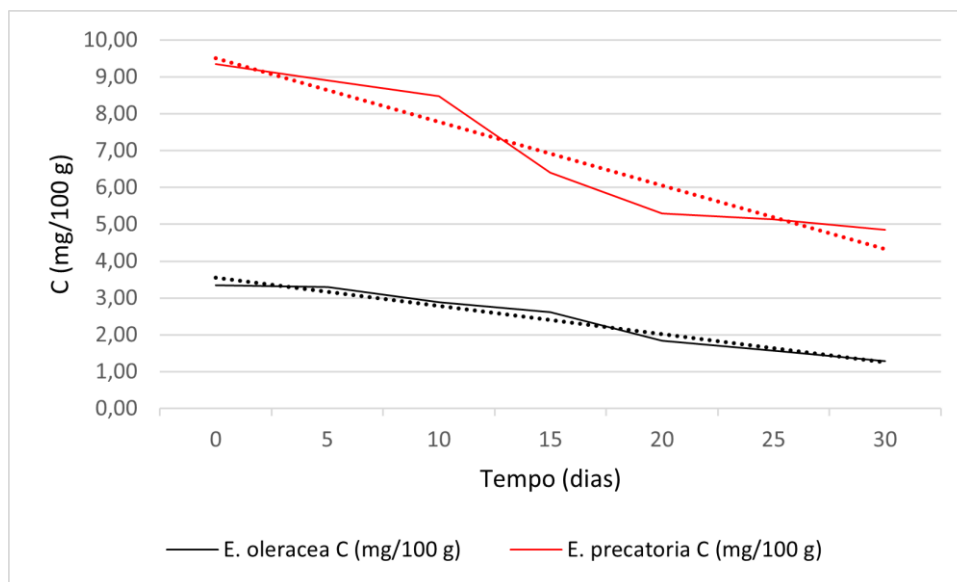
Na Figura 7.C, observa-se deslocamentos hipocrômicos (para menores absorvâncias) para as duas bandas de absorção no comprimento de onda 535 (Bordeaux, E123) e 635 nm (azul brilhante, E133) para a solução de bala de goma controle com corante artificial, sendo que o comprimento de onda de 535 nm e o 635 nm apresentaram decréscimo em torno de 67 % e 58 %, respectivamente, após 30 dias de armazenamento sob temperatura ambiente.

Outro formato utilizado para avaliar a degradação das antocianinas monoméricas totais das balas de goma adicionadas com polpa de açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e de *Euterpe precatoria* foi a modelagem matemática utilizando os resultados da concentração de antocianinas monoméricas totais em função do tempo (Figura 8). Dentre todos os modelos matemáticos avaliados, o modelo de Weibull e o primeira ordem demonstram-se capazes de prever o comportamento de degradação das antocianinas das balas de goma adicionadas de *Euterpe oleracea* e de *Euterpe precatoria*, apresentando o coeficiente de determinação (R^2) de 0,9831 e 0,9381, em comparação (R^2) de 0,9241 e 0,9314, respectivamente, em comparação aos outros modelos avaliados como de ordem zero ($R^2 = 0,5065$ e $R^2 = 0,4251$, respectivamente) e segunda ordem ($R^2 = 0,8613$ e $R^2 = 0,9072$, respectivamente).

A fim de confirmar o ajuste, foi avaliado o parâmetro RMSE. O resultado obtido de RMSE sugere que quanto menor o resíduo médio significativo, melhor o ajuste do modelo. Neste estudo, foi possível observar que o modelo de Weibull apresentou o menor valor de RMSE, para as balas de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* (0,030) e de *Euterpe precatoria* (0,048), em comparação aos modelos de ordem zero (0,044 e 0,052, respectivamente), primeira ordem (0,064 e 0,050, respectivamente) e segunda ordem (0,087 e 0,059, respectivamente).

Outro parâmetro avaliado foram os valores obtidos de k , que representam a velocidade de degradação das antocianinas monoméricas totais, foi utilizado a fim de comparação o modelo de primeira ordem (Figura 8) pois apresentou diferença significativa para os resultados das duas balas de goma com açaí liofilizado em comparação ao modelo de Weibull que apresentou diferença significativa apenas para os resultados da bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea*. Foi observado que a velocidade de degradação foi maior na bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* ($1,52 \times 10^{-1}$ dias) em comparação a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe precatoria* ($1,25 \times 10^{-1}$ dias), supõe-se que, como na polpa liofilizada e na bala de goma com *Euterpe precatoria* apresentou-se o maior teor de antocianinas monoméricas (Tabela 5) a taxa de degradação foi menor em comparação a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* que apresentou menor teor deste mesmo parâmetro.

Figura 8. Modelo de primeira ordem ajustado pelo curva de degradação analisando os resultados da concentração de antocianinas monoméricas totais em função do tempo para as balas de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e de *Euterpe precatoria* (Model: $V2=C0*Exp(-k*V1)$).



De acordo com o valor de k , sendo a velocidade de reação de degradação das antocianinas, para o modelo de primeira ordem, a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe precatoria* apresentou um tempo de meia-vida, ou seja, o tempo necessário para que a concentração de antocianinas reduzisse à metade do seu valor inicial, de 30,4 dias, em comparação ao tempo de meia-vida da bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* de 26,6 dias.

Em relação a estudos voltados a avaliação do uso de antocianinas como corante natural em produtos alimentícios, Morais Silva et al. (2022) desenvolveram um corante natural a partir de antocianinas de capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) e aplicaram em formulações de iogurte. Foram obtidos dois tipos de iogurtes, com e sem a aplicação de corante, em seguida foram avaliados os parâmetros de pH, acidez, capacidade de retenção de água e coloração durante 27 dias de armazenamento. Ao final do estudo, os iogurtes demonstraram boa estabilidade ao armazenamento, com redução na intensidade de cor a níveis não perceptíveis a olho nu.

Em outro estudo, Barbosa & Queiroz (2018) avaliaram o corante obtido a partir de um genótipo (SC 319) de sorgo (*Sorghum bicolor* L.) cultivado na Embrapa Milho e Sorgo, em

seguida aplicaram o corante em um teste de elaboração de bala de goma de gelatina e caracterizaram o produto obtido em relação à cor, compostos fenólicos e antocianinas. Ao final dos 30 dias de armazenamento em temperatura ambiente, obteve-se um corante em pó de tonalidade avermelhada, apresentando estabilidade nos teores de antocianinas e compostos fenólicos totais e demonstrando aplicabilidade na formulação da bala de goma de gelatina.

Com relação à coloração, a Figura 9 apresenta a cor das balas de goma controle e das balas de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante os 30 dias de armazenamento sob temperatura ambiente. Observa-se cor mais intensa das balas de goma elaboradas com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* em comparação a bala de goma controle com corante artificial.

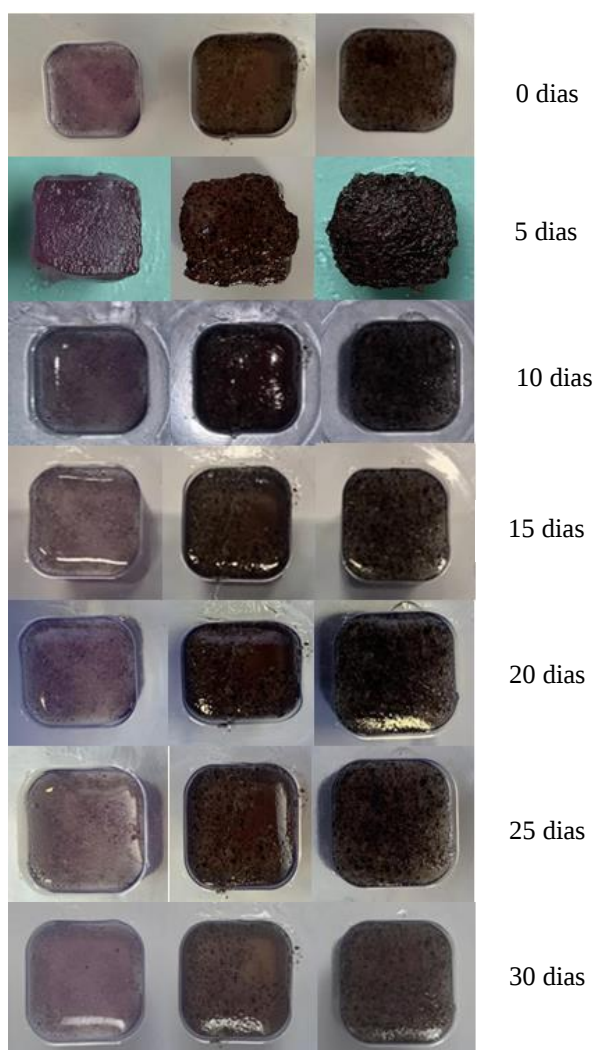


Figura 9. Coloração e monitoramento visual da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria*, respectivamente, da esquerda para direita, durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

A análise da variação de cor consiste em uma forma prática e rápida de monitorar indiretamente as alterações que condições de processamento e armazenamento podem causar nos pigmentos (GIULIANGELI, 2021). O parâmetro ΔE mede a diferença total de cor considerando as mudanças dos parâmetros L^* , a^* , b^* (MANCINI & HUNT, 2005; MITTERER-DALTOÉ, 2017), e para este estudo podem ser visualizadas na Figura 10 a bala de goma controle com corante artificial e as balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente, com valores calculados em relação ao tempo zero.

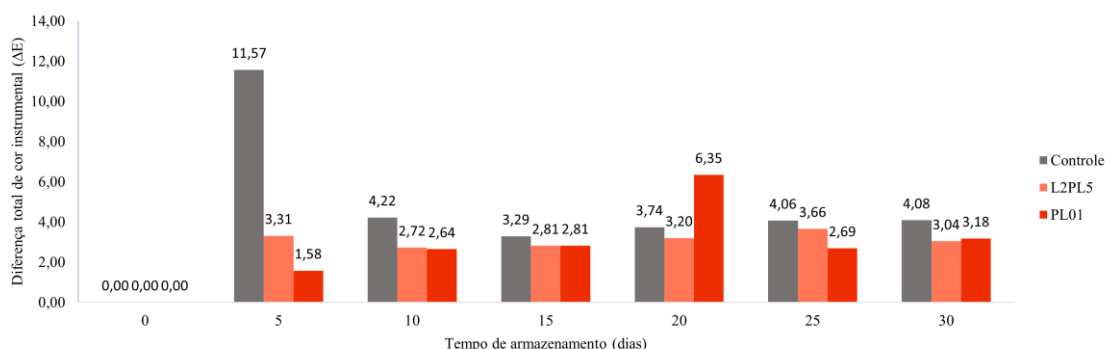


Figura 10. Diferença total de cor instrumental (ΔE) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Valores de $\Delta E < 3$ indicam alterações de cor instrumental não perceptíveis ao olho humano, e a bala de goma controle apresentou alteração de cor perceptível nos 30 dias de armazenamento tendo valores de ΔE entre 11,57 e 3,29 (Figura 10). Já a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* apresentou diferença de cor perceptível apenas a partir de 20 dias de armazenamento demonstrando aumento gradativo de ΔE (variando entre 3,04 e 3,66), de acordo com a tendência de degradação das antocianinas neste mesmo período (Tabela 5). Para a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe precatoria* foi observado alteração de cor perceptível a partir de 20 dias (6,35), de acordo com os resultados obtidos para as antocianinas totais neste mesmo período (Tabela 5).

Na Tabela 6, apresenta-se os dados de cor instrumental da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o período de armazenamento sob temperatura ambiente. De acordo com os resultados obtidos, a bala de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e a bala de goma controle não apresentaram diferença significativa para o parâmetro L^* , referente à luminosidade, nos 30 dias, porém para a bala de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe precatoria* houve diferença significativa variando de 26,64 a 25,56 desde o ponto 1 até o ponto 7 (30 dias) apresentando um tom mais claro ao final do estudo.

Em relação ao parâmetro a^* , referente ao tom vermelho, a bala de goma controle e a bala de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe precatoria* apresentaram diferença significativa apenas nos dias 0 e 5, variando de 5,60 a 2,77 e 2,53 a 1,04, respectivamente, neste mesmo período (Tabela 6). Para a bala de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* foi observado diferença significativa a partir do dia 0 até o final do armazenamento, variando de 3,02 (0 dias) a 1,97 (30 dias) demonstrando similaridade com resultado de antocianinas da mesma bala durante esta mesma faixa de tempo de armazenamento (Tabela 5). Para o parâmetro b^* , referente a tonalidade amarela, as três balas desenvolvidas neste estudo não apresentaram diferença significativa nos 30 dias de armazenamento (Tabela 6).

Na literatura há estudos voltados a utilização do pó de açaí em balas de goma, Souza et al. (2016) avaliaram o desenvolvimento de um suplemento tipo bala mastigável à base da polpa de açaí e acrescida de cafeína, e analisaram a aceitação sensorial e a intenção de compra. Os resultados da análise sensorial demonstraram que a maioria dos provadores selecionaram a resposta “gostei muito” (54,8%) e provavelmente comprariam (56,73%) após a degustação da bala formulada; além disso, destes provadores apenas 0,96% certamente não comprariam. A aparência uniforme do produto, de cor roxa intensa, aroma e sabor bastante característicos do açaí contribuíram com a avaliação positiva do produto, revelando uma grande potencialidade para comercialização.

Em outra pesquisa, Silva et al., (2016) avaliaram o efeito da adição de açaí em pó em balas sem e com sacarose, e observaram que o produto sem sacarose foi aceitável para todos os atributos avaliados, inclusive no atributo sabor e intenção de compra receberam 98 % e 84 % de aceitação, respectivamente, apresentando melhor resultado do que a bala contendo sacarose. A adição de pó de açaí neste sistema possibilitou explorar o potencial de sabor e cor da fruta e eliminar a adição de gordura vegetal geralmente utilizada na formulação convencional.

Tabela 6. Média dos parâmetros de cor instrumental (ΔE) da bala de goma controle com corante artificial e das balas de goma com o açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* durante o armazenamento sob temperatura ambiente.

Tempo (dias)	Controle			Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe oleracea</i>)			Bala de goma com açaí liofilizado (<i>Euterpe precatoria</i>)		
	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*	L^*	a^*	b^*
0	29,24 $\pm$ 1,68 ^a	5,60 $\pm$ 0,81 ^a	1,93 $\pm$ 0,59 ^a	28,00 $\pm$ 0,84 ^a	3,02 $\pm$ 1,04 ^a	5,37 $\pm$ 1,52 ^a	26,64 $\pm$ 0,48 ^{ab}	2,53 $\pm$ 0,58 ^a	4,56 $\pm$ 0,08 ^a
5	32,41 $\pm$ 2,14 ^a	2,77 $\pm$ 0,59 ^b	2,58 $\pm$ 0,54 ^a	25,44 $\pm$ 1,73 ^a	1,12 $\pm$ 0,41 ^{ab}	4,48 $\pm$ 0,64 ^a	26,41 $\pm$ 2,01 ^{ab}	1,04 $\pm$ 0,33 ^b	4,11 $\pm$ 0,87 ^a
10	32,06 $\pm$ 1,73 ^a	2,45 $\pm$ 0,24 ^b	1,79 $\pm$ 0,70 ^a	28,44 $\pm$ 0,99 ^a	1,09 $\pm$ 0,12 ^{ab}	3,51 $\pm$ 0,53 ^a	27,37 $\pm$ 0,35 ^a	0,60 $\pm$ 0,13 ^b	2,91 $\pm$ 0,33 ^a
15	30,34 $\pm$ 1,76 ^a	2,53 $\pm$ 0,44 ^b	2,36 $\pm$ 0,52 ^a	28,20 $\pm$ 1,05 ^a	0,92 $\pm$ 0,43 ^{ab}	3,52 $\pm$ 0,84 ^a	27,44 $\pm$ 1,37 ^a	0,48 $\pm$ 0,11 ^b	2,81 $\pm$ 0,47 ^a
20	28,76 $\pm$ 0,94 ^a	1,93 $\pm$ 0,48 ^b	2,46 $\pm$ 0,17 ^a	25,66 $\pm$ 0,76 ^a	1,26 $\pm$ 0,22 ^{ab}	4,07 $\pm$ 0,59 ^a	20,87 $\pm$ 3,16 ^b	0,37 $\pm$ 0,10 ^b	3,04 $\pm$ 0,57 ^a
25	26,97 $\pm$ 1,26 ^a	2,23 $\pm$ 0,49 ^b	1,99 $\pm$ 0,12 ^a	26,27 $\pm$ 1,06 ^a	0,61 $\pm$ 0,19 ^b	3,24 $\pm$ 0,10 ^a	25,30 $\pm$ 0,49 ^{ab}	0,65 $\pm$ 0,03 ^b	3,18 $\pm$ 0,88 ^a
30	30,83 $\pm$ 3,24 ^a	1,88 $\pm$ 0,10 ^b	1,35 $\pm$ 0,36 ^a	25,45 $\pm$ 0,17 ^a	1,97 $\pm$ 1,02 ^{ab}	4,10 $\pm$ 0,06 ^a	25,56 $\pm$ 1,13 ^{ab}	0,49 $\pm$ 0,15 ^b	2,37 $\pm$ 0,40 ^a

Letras minúsculas representam a diferença estatística entre os diferentes dias de armazenamento para a mesma bala de goma (Teste Tukey, $p > 0,05$).

Considerando o impacto significativo das características sensoriais na seleção e aceitação de alimentos, os atributos de cor podem ser concebidos como um dos indicadores de qualidade mais importantes, com base no qual os consumidores aceitam ou rejeitam um determinado alimento (RAVICHANDRAN et al., 2013; SOUZA et al., 2016; MARTINS et al., 2016).

Em relação a pesquisas voltadas ao uso do açaí em produtos alimentícios a fim de proporcionar melhor aceitabilidade no sabor e no uso como corante natural, Azevedo et al. (2015) em seu estudo, elaboraram biscoitos tipo *cookies* utilizando diferentes concentrações de farinha de açaí (Comercial), e em seguida avaliaram as características físico-químicas e a sua aceitação sensorial. Os resultados da análise sensorial demonstraram uma satisfatória aceitação dos cookies com farinha de açaí em relação a todos os atributos avaliados (cor, sabor, intenção de compra e textura).

Em outra pesquisa, Borges (2018) buscou quantificar os compostos bioativos presentes no extrato e na polpa liofilizada de açaí de juçara (*Euterpe edulis* Mart.), e em seguida foram elaboradas diferentes formulações de iogurte de açaí e avaliado a oxidação lipídica ao longo de 28 dias de armazenamento e a aceitação sensorial do produto. As formulações de iogurte com a adição de polpa e/ou extrato de açaí obtiveram alta aceitação entre os consumidores, superiores a 80%, sendo que a formulação composta de polpa e extrato liofilizados apresentou a maior aceitação, e foi a que possuía maior intensidade de coloração roxa e de sabor de açaí segundo os resultados da pesquisa.

4 Conclusão

Neste estudo foi possível aplicar o corante natural de açaí na bala de goma e concluiu-se que a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe precatoria* obteve os melhores resultados, pois ao final dos 30 dias de armazenamento foi observado que houve menor velocidade de degradação de antocianinas monoméricas totais, em comparação a bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* de $1,25 \times 10^{-1}$ dias e $1,52 \times 10^{-1}$ dias, respectivamente, além de uma menor perda de antocianinas monoméricas totais, em porcentagem, de 48,17 % e 61,73 %, respectivamente.

Em relação a estabilidade da cor, as balas de goma com açaí liofilizado de *Euterpe oleracea* e *Euterpe precatoria* obtiveram percepção de mudança de cor em um período

semelhante de 20 dias, sendo assim sugere-se de acordo com os resultados apresentados que o período ideal selecionado para armazenamento e consumo das balas de goma coloridos com açaí liofilizado seria em um período de até 30 dias.

Para estudos futuros recomenda-se a avaliação sensorial e mercadológica da bala de goma com açaí liofilizado de *Euterpe precatoria*, a qual apresentou melhores resultados neste estudo, a fim de ser uma nova alternativa mais saudável de bala de goma no mercado consumidor.

5 Referências

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed., 3. rev. Gaithersburg, v. 2, 1997.

AMCHOVA, P.; KOTOLOVA, H.; RUDA-KUCEROVA, J. Health safety issues of synthetic food colorants. **Regulatory toxicology and pharmacology**, v. 73, n. 3, p. 914-922, 2015.

AVELAR, M. H. M.; RODRIGUES, C. G.; ARRUDA, A. C.; DA SILVA, E. C.; DE ALMEIDA CARLOS, L. Desenvolvimento de balas de goma elaboradas com frutas do Cerrado. **Magistra**, v. 28, n. 1, p. 21-28, 2017.

AZEVEDO, A. V. S.; RIBEIRO, M. V. S.; DA FONSECA, M. T. S.; GUSMÃO, T. A. S.; DE GUSMÃO, R. P. Avaliação física, físico-química e sensorial de cookies enriquecidos com farinha de açaí. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 10, n. 4, p. 35, 2015.

BARBOSA, M. P.; QUEIROZ, V. A. V. Extração, caracterização química de corante natural de sorgo de genótipo SC 319 e aplicação em bala de goma de gelatina. In: **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA PIBIC/BIC JÚNIOR, 13., 2018, Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2018., 2018.

BORGES, G. C. D. C. **Atividade antioxidante de extrato de Açaí de Juçara (*Euterpe edulis* Mart.) e aplicação em iogurtes**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Paraná, 2018.

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

CASTAÑEDA-OVANDO, A.; DE LOURDES PACHECO-HERNÁNDEZ, M.; PÁEZ-HERNÁNDEZ, E. Estudos químicos de antocianinas: uma revisão. **Química Alimentar**, v. 113, p. 859 – 871, 2009.

FREITAS, B. F. D.; MAGALHÃES, G. L.; JÚNIOR, M. S. S.; CALIARI, M. Produção de corante natural extraído de jabolão (*Syzygium cumini*). **Research, Society and Development**, v. 10, n. 2, p. e27410212600-e27410212600, 2021.

GIULIANGELI, V. C. **Estudo comparativo entre o aquecimento ôhmico e convencional aplicado em polpa de goiaba vermelha**. 2021. Dissertação de Mestrado. Universidade Tecnológica Federal do Paraná, 2021

KHOO, H. E.; AZLAN, A.; TANG, S. T.; LIM, S. M. Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. **Food & nutrition research**, v. 61, n. 1, p. 1361779, 2017.

LICHTENTHALER, R.; RODRIGUES, R. B.; MAIA, J. G. S.; PAPAGIANNOPOULOS, M.; FABRICIUS, H.; MARX, F. Total oxidant scavenging capacities of *Euterpe oleracea* Mart. (Acai) fruits. **International Journal of Food Sciences and Nutrition**, v. 56, n. 1, p. 53-64, 2005.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV visible spectroscopy. In: Wrolstad, R. E. (Ed). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, n. 1, p. F1. 2.1-F1. 2.13, 2001.

MANCINI, R.A.; HUNT, M.C. Current research in meat color. *Meat Science*, v. 71, p. 100–121, 2005.

MALCHER, E. do S. L. T. Influência da sazonalidade sobre a composição química e atividade antioxidante do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). 2011. 207 p. **Tese (Doutorado em Biodiversidade Tropical)** - Universidade Federal do Amapá, Macapá - Amapá.

MARTINS, N.; RORIZ, C.; MORALES, P.; BARROS, L.; FERREIRA, I. “Food Colorants: Challenges, Opportunities and Current Desires of Agro-Industries to Ensure Consumer

Expectations and Regulatory Practices.” **Trends in Food Science & Technology**, vol. 52, p. 1–15. 2016.

MITTERER-DALTOÉ, M. L.; NOGUEIRA, B. A.; RODRIGUES, D. P.; BREDAS, L. S. Sensory perception in the replacement of NaCl by MSG in fish burgers. **Acta Scientiarum**, v. 28660, p. 565–572, 2017.

MORAIS SILVA, I. de; Rocha, L. D. O. F., Schmiele, M., & de Andrade Neves, N. Obtenção de corante natural de antocianinas extraídas de capim-gordura (*Melinis minutiflora* P. Beauv.) e estudo da aplicação em iogurtes. **Research, Society and Development**, v. 11, n. 3, p. e9811326230-e9811326230, 2022.

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 Chemistry**, vol. 115, p. 1199-1205. 2009.

POZO-INSFRAN, D.; BRENES, C. H.; TALCOTT, S. T. Phytochemical Composition and Pigment Stability of Açai. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 52, p. 1539-1545, 2004.

RDC nº 265, de 22 de setembro de 2005. Regulamento Técnico para balas, bombons e gomas de mascar

POULOSE, S. M.; FISHER, D. R.; BIELINSKI, D. F.; GOMES, S. M.; RIMANDO, A. M.; SCHAUSS, A. G.; SHUKITT-HALE, B. Restoration of stressor-induced calcium dysregulation and autophagy inhibition by polyphenol-rich açai (*Euterpe* spp.) fruit pulp extracts in rodent brain cells in vitro. **Nutrition**, v. 30, n. 7-8, p. 853-862, 2014.

SOUZA, S. F. Z.; DE SOUZA ANDRADE, L.; DE SOUZA LIMA, E. C.; ALVES, M. A. R.; SRUR, A. U. D. O. S. Desenvolvimento de bala de açai adicionada de cafeína. **ACTA TECNOLÓGICA**, v.11, nº 2, 2016.

SHAHID, M.; MOHAMMAD, F. Recent advancements in natural dye applications: a review. **Journal of cleaner production**, v. 53, p. 310-331, 2013.

RATHER, L. J.; MOHAMMAD, F. Phytochemistry, biological activities and potential of annatto in natural colorant production for industrial applications–A review. **Journal of advanced research**, v. 7, n. 3, p. 499-514, 2016.

RAVICHANDRAN, K.; SAW, N. M. M. T.; MOHDALY, A. A.; GABR, A. M., KASTELL, A.; RIEDEL, H.; SMETANSKA, I. Impact of processing of red beet on betalain content and antioxidant activity. **Food research international**, v. 50, n. 2, p. 670-675, 2013.

RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. Natural food pigments and colorants. **Current Opinion in Food Science**, v. 7, p. 20-26, 2016.

VOJDANI, A.; VOJDANI, C. Immune reactivity to food coloring. **Altern Ther**, v. 21, p. 1-100, 2015.

KUS, Esra; EROGLU, Halil Erhan. Genotoxic and cytotoxic effects of Sunset Yellow and Brilliant Blue, colorant food additives, on human blood lymphocytes. **Pakistan journal of pharmaceutical sciences**, v. 28, n. 1, 2015.

RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. Update on natural food pigments-A mini-review on carotenoids, anthocyanins, and betalains. **Food Research International**, v. 124, p. 200-205, 2019.

SAMPAIO, S. L.; LONCHAMP, J.; DIAS, M. I.; LIDDLE, C.; PETROPOULOS, S. A.; GLAMOČLIJA, J.; BARROS, L. Anthocyanin-rich extracts from purple and red potatoes as natural colourants: Bioactive properties, application in a soft drink formulation and sensory analysis. **Food Chemistry**, v. 342, p. 128526, 2021.

SILVA, L. B.; QUEIROZ, M. B.; FADINI, A. L.; DA FONSECA, R. C.; GERMER, S. P.; EFRAIM, P. Chewy candy as a model system to study the influence of polyols and fruit pulp (açai) on texture and sensorial properties. **LWT-Food Science and Technology**, v. 65, p. 268-274, 2016.

SILVA, W. P. DA, NUNES, J. S., GOMES, J. P. & SILVA, C. M. D. P. DA S. Obtaining anthocyanin from jambolan fruit: kinetics, extraction rate, and prediction of process time for different agitation frequencies. **Food Science & Nutrition**, vol. 6, p. 1664-1669, 2018.

SOUSA, S. D. F. Liofilização da polpa de tamarindo (*Tamarindus indica* L.) para obtenção de sucos reconstituídos. 2018. Tese de Doutorado, Pós-Graduação em Engenharia de Processos da Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande, 2018.

TEIXEIRA, E. T.; GONZÁLEZ, J. L.; DE CÂNDIA PEREIRA, E.; DE MAGALHÃES, B. A.; DA SILVA, Y. Balas de gelatina adaptadas com ingredientes naturais. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 3, p. 29871-29880, 2021.

ZAPATA, L.M.; CASTAGNINI, J.M.; QUINTEROS, C.F.; VEUTHEY, M.J. Modelagem da cinética de secagem de discos de maçã e abobrinha impregnados a vácuo com antocianinas. **Ciência Rural**, v. 49, 2019.

7 REFERÊNCIAS

ABDAL DAYEM, A.; CHOI, H. Y.; YANG, G. M.; KIM, K.; SAHA, S. K.; CHO, S. G. The anti-cancer effect of polyphenols against breast cancer and cancer stem cells: molecular mechanisms. **Nutrients**, v. 8, n. 9, p. 581, 2016.

ACOSTA-ESTRADA, B. A.; GUTIÉRREZ-URIBE, J. A.; SERNA-SALDÍVAR, S. O. Bound phenolics in foods: a review. **Food Chemistry**, v. 152, p.46-55, 2014.

ALMEIDA, M. M. B.; DE SOUSA, P. H. M.; ARRIAGA, Â. M. C.; DO PRADO, G. M.; DE CARVALHO MAGALHÃES, C. E.; MAIA, G. A.; DE LEMOS, T. L. G. Bioactive

compounds and antioxidant activity of fresh exotic fruits from northeastern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2155-2159, 2011.

ANDRADE, C. A. D.; COSTA, C. K.; BORA, K.; MIGUEL, M. D.; MIGUEL, O. G.; KERBER, V. A. Determinação do conteúdo fenólico e avaliação da atividade antioxidante de *Acacia podalyriifolia* A. Cunn. ex G. Don, *Leguminosae-mimosoideae*. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, João Pessoa, v. 17, n. 2, p. 231-235, 2007.

APAK, R.; ÖZYÜREK, M.; GÜÇLÜ, K.; ÇAPANOĞLU, E. Classification, physicochemical principles, mechanisms, and electron transfer (ET) - based assays. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 64, n. 5, p. 997-1027, 2016.

ARAÚJO, J. Química de alimentos: teoria e prática. In: **Química de alimentos: teoria e prática**, 5ª Edição, 2011.

ARAUJO, D. do N. Análise dos fatores de competitividade da cadeia produtiva da polpa do açaí do nordeste paraense. **Doutorado (Tese em Engenharia de Produção)**, Universidade Federal de São Carlos, 2017.

ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of AOAC international**. 16. ed., 3. rev. Gaithersburg, v. 2, 1997.

AUGUSTI, P. R.; TORMA, P. C. M. R.; CARVALHO, A. V.; FLÔRES, S. H.; RIOS, A. D. O. Compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*). In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais. Gramado: SBCTA Regional, 2016., 2016.

AYALA-ZAVALA, J. F.; VEGA-VEGA, V.; ROSAS-DOMÍNGUEZ, C.; PALAFOX-CARLOS, H.; VILLA-RODRIGUEZ, J. A.; SIDDIQUI, M. W.; GONZÁLEZ-AGUILAR, G. A. Agro-industrial potential of exotic fruit by products as a source of food additives. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 1866-1874, 2011.

BARBOSA, P. O.; PALA, D.; SILVA, C. T.; DE SOUZA, M. O.; DO AMARAL, J. F.; VIEIRA, R. A. L.; DE FREITAS, R. N. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp dietary intake improves cellular antioxidant enzymes and biomarkers of serum in healthy women. **Nutrition**, v. 32, n. 6, p. 674-680, 2016.

BARBOSA, V. B.; MATTIETTO, R. D. A.; PARACAMPO, N. Antocianinas totais e monoméricas em açaí comercializado na cidade de Belém-Pará. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 23., 2019, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019., 2019.

BECHARA, E. J. H. Fontes vegetais naturais de antioxidantes. **Química Nova**, São Paulo, v. 32, n. 3, p. 689-702, 2009.

BELDA-GALBIS, C. M.; JIMÉNEZ-CARRETÓN, A.; PINA-PEREZ, M. C.; MARTÍNEZ, A.; RODRIGO, D. Antimicrobial activity of açaí against *Listeria innocua*. **Food Control**, v. 53, p. 212-216, 2015.

BEZERRA, V. S.; FREITAS-SILVA, O.; DAMASCENO, L. F. Açaí: produção de frutos, mercado e consumo. In: **Embrapa Amapá-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAPÁ, 2., 2016, Macapá. Resumos. Macapá: Embrapa Amapá, 2016., 2016.

BI, X; ZHANG, J.; CHEN, C.; ZHANG, D.; LI, P.; MA, F. Anthocyanin contributes more to hydrogen peroxide scavenging than other phenolics in apple peel. **Food Chemistry**, v. 152, p. 205-209, 2014.

BICHARA, C. M. G.; ROGEZ, H. Açaí (*Euterpe oleracea* Martius). In: **Postharvest biology and technology of tropical and subtropical fruits**. Woodhead Publishing. p. 1-27e., 2011.

BLIGH, E. G.; DYER, W.J. A rapid method of total lipid extraction and purification. **Canadian Journal of Biochemistry and Physiology**, 37, 8, 911-917, 1959.

BONOMO, L. F.; SILVA, D. N.; BOASQUIVIS, P. F.; PAIVA, F. A.; DA COSTA GUERRA, J. F.; MARTINS, T. A. F.; GROSSIN, N. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) modulates oxidative stress resistance in *Caenorhabditis elegans* by direct and indirect mechanisms. **PloS one**, v. 9, n. 3, p. e89933, 2014.

BORGES, G. D. S. C.; VIEIRA, F. G. K.; COPETTI, C.; GONZAGA, L. V.; ZAMBIAZI, R. C.; MANCINI FILHO, J.; FETT, R. Chemical characterization, bioactive compounds, and antioxidant capacity of jussara (*Euterpe edulis*) fruit from the Atlantic Forest in southern Brazil. **Food Research International**, v. 44, n. 7, p. 2128-2133, 2011.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução normativa nº 37, de 08 de outubro de 2018. Regulamento Técnicos para Fixação dos padrões de identidade e qualidade de polpa de fruta. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**. Brasília, DF, 8 out. Seção 1, p. 23, 2018.

CALAS-BLANCHARD, C.; CATANANTE, G.; NOGUER, T. Electrochemical Sensor and Biosensor Strategies for ROS/RNS Detection in Biological Systems. **Electroanalysis**, v. 26, n. 6, p. 1277-1286, 2014.

CAMATARI, F.O.S. Determinação de curcuminoides e avaliação da capacidade antioxidante contra espécies reativas de oxigênio e nitrogênio de extratos de curcuma longa e constituintes isolados. 2017. **Tese (Doutorado em Química e Biotecnologia)**. Universidade Federal de Alagoas, 2017.

CAMPOS, T. D.; AZÊVEDO, H. D. S.; DE AZEVEDO, J. M. A.; RUFINO, P. B.; SILVA, S. M. M.; DE OLIVEIRA, J. C.; DA SILVA, L. M. Rendimento de polpa de frutos de açaizeiro em áreas de baixio e terra firme em Feijó, AC. In: **Embrapa Acre-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO REGIONAL DE PESQUISA DO ESTADO DO ACRE, 2.; SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA UFAC, 25., 2016, Rio Branco/Cruzeiro do Sul. Inovação: sustentabilidade e desenvolvimento regional: anais. Rio Branco, AC: Edufac, 2016., 2016.

CAREY, A. N.; MILLER, M. G.; FISHER, D. R.; BIELINSKI, D. F.; GILMAN, C. K.; POULOSE, S. M.; SHUKITT-HALE, B. Dietary supplementation with the polyphenol-rich açai pulps (*Euterpe oleracea* Mart. and *Euterpe precatoria* Mart.) improves cognition in aged rats and attenuates inflammatory signaling in BV-2 microglial cells. **Nutritional neuroscience**, v. 20, n. 4, p. 238-245, 2017.

CARVALHO, J. E. U. DE; MULLER, C. H. Biometria e rendimento percentual de polpa de frutas nativas da Amazônia. **Embrapa Amazônia Oriental - Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2005.

CARVALHO, A. V.; FERREIRA FERREIRA DA SILVEIRA, T.; MATTIETTO, R. D. A.; PADILHA DE OLIVEIRA, M. D. S.; GODOY, H. T. Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 97, n. 5, p. 1467-1474, 2016.

- CARVALHO, A.V.; SILVEIRA, T. F; SOUSA. S. H. B; MORAES, M. R.; GODOY, H.T. Phenolic compounds and antioxidant activity of bacaba (*Oenocarpus distichus* Mart.) genotypes. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 54, p. 1-9, 2016.
- CARVALHO, A. V.; MATTIETTO, R. A.; BECKMAN, J. C. Estudo da estabilidade de polpas de frutas tropicais mistas congeladas utilizadas na formulação de bebidas. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 20, p. e2016023, 2017.
- CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; DO NASCIMENTO, T. G. Propriedades antioxidantes do açaí (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 21, p. e2017092, 2018.
- CHISTÉ, R. C.; MERCADANTE, A. Z.; GOMES, A.; FERNANDES, E.; DA COSTA LIMA, J. L. F.; BRAGAGNOLO, N. In vitro scavenging capacity of annatto seed extracts against reactive oxygen and nitrogen species. **Food Chemistry**, v. 127, n. 2, p. 419-426, 2011.
- CHISTÉ, R. C.; FREITAS, M.; ZERLOTTI MERCADANTE, A.; FERNANDES, E. Superoxide anion radical: generation and detection in cellular and non-cellular systems. **Current medicinal chemistry**, v. 22, n. 37, p. 4234-4256, 2015.
- CHOI, Y. J.; CHOI, Y. J.; KIM, N.; NAM, R. H.; LEE, S.; LEE, H. S.; LEE, D. H. Açaí berries inhibit colon tumorigenesis in azoxymethane/dextran sulfate sodium-treated mice. **Gut and liver**, v. 11, n. 2, p. 243, 2017.
- COBB, C. A.; COLE, M. P. Oxidative and nitrative stress in neurodegeneration. **Neurobiology of disease**, v. 84, p. 4-21, 2015.
- COHEN, J. **Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences**, 2nd ed., Routledge, New York, 1988.
- CORDEIRO, V. S. C.; BEM, G. F.; COSTA, C. A.; SANTOS, I. B.; CARVALHO, L. C. R. M.; OGNIBENE, D. T.; ROCHA, A. P. M.; CARVALHO, J. J.; MOURA, R. S.; RESENDE, A. C. *Euterpe oleracea* Mart. seed extract protects against renal injury in diabetic and spontaneously hypertensive rats: role of inflammation and oxidative stress. **European Journal of Nutrition**, v. 57, n. 2, p. 817-832, 2018.

CSEPREGI, K.; NEUGART, S.; SCHREINER, M.; HIDEG, É. Comparative evaluation of total antioxidant capacities of plant polyphenols. **Molecules**, v. 21, n. 2, p. 208, 2016.

DA SILVA, J. J. M.; ROGEZ, H. L. G. Avaliação da estabilidade oxidativa do óleo bruto de açaí (*Euterpe oleracea*) na presença de compostos fenólicos puros ou de extratos vegetais amazônicos. **Química Nova**, v. 36, n. 3, p. 400-406, 2013.

DANTAS, A. M.; MAFALDO, I. M.; DE LIMA OLIVEIRA, P. M.; DOS SANTOS LIMA, M.; MAGNANI, M.; BORGES, G. D. S. C. Bioaccessibility of phenolic compounds in native and exotic frozen pulps explored in Brazil using a digestion model coupled with a simulated intestinal barrier. **Food chemistry**, v. 274, p. 202-214, 2019.

DÁVALOS, A.; GOMÉZ-CORDOVEZ, C.; BARTOLOMÉ, B. Extending applicability of the oxygen radical absorbance capacity (ORAC-fluorescein) assay. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, v. 52, p. 48-54, 2004.

DEGÁSPARI, C. H.; WASZCZYNSKYJ, N. Propriedades antioxidantes de compostos. **Visão acadêmica**, Curitiba, v. 5, n. 1, p. 33-40, 2004.

DE MOURA, C.; DOS REIS, A. S.; DA SILVA, L. D.; DE LIMA, V. A.; OLDONI, T. L. C.; PEREIRA, C.; CARPES, S. T. Optimization of phenolic compounds extraction with antioxidant activity from açaí, blueberry and goji berry using response surface methodology. **Emirates Journal of Food and Agriculture**, p. 180-189, 2018.

DE ROSSO, V. V.; HILLEBRAND, S.; MONTILLA, E. C.; BOBBIO, F. O.; WINTERHALTER, P.; MERCADANTE, A. Z. Determination of anthocyanins from acerola (*Malpighia emarginata* DC.) and açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) by HPLC-PDA-MS/MS. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 21, n. 4, p. 291-299, 2008.

DE SOUSA, A. M.; OLIVEIRA, M.; DE FARIAS NETO, J. T. Variabilidade genética entre progênes de açaí branco para caracteres da planta. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: Seminário de Iniciação Científica, 19.; Seminário de Pós-graduação da Embrapa Amazônia Oriental, 3., 2015, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2015., 2015.

DI MEO, S.; REED, T. T.; VENDITTI, P.; VICTOR, V. M. Role of ROS and RNS sources in physiological and pathological conditions. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**, v. 2016, 2016.

DIAS, A. L. S.; ROZET, E.; CHATAIGNÉ, G.; OLIVEIRA, A. C.; RABELO, C. A. S.; HUBERT, P.; QUETIN-LECLERCQ, J. A rapid validated UHPLC–PDA method for anthocyanins quantification from *Euterpe oleracea* fruits. **Journal of Chromatography B**, v. 907, p. 108-116, 2012.

DIAS, A. L.; ROZET, E.; LARONDELLE, Y.; HUBERT, P.; ROGEZ, H.; QUETIN-LECLERCQ, J. Development and validation of an UHPLC-LTQ-Orbitrap MS method for non-anthocyanin flavonoids quantification in *Euterpe oleracea* juice. **Analytical and bioanalytical chemistry**, v. 405, n. 28, p. 9235-9249, 2013.

FARIAS NETO, J. T.; MÜLLER, C. H.; MÜLLER, A. A.; CARVALHO, J. E. U.; VIÉGAS, I. J. M. Cultivar e produção de mudas. In: NOGUEIRA, O. L.; FIGUEIRÊDO, F. J. C.; MÜLLER, A. A. (Ed.). **Açaí**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. p. 20-27. (Embrapa Amazônia Oriental. Sistema de Produção, 4), 2005.

FAVACHO, H. A.; OLIVEIRA, B. R.; SANTOS, K. C.; MEDEIROS, B. J.; SOUZA, P. J.; PERAZZO, F. F.; CARVALHO, J. C. T. Atividade antiinflamatória e antinociceptiva de *Euterpe oleracea* Mart., Arecaceae, óleo. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 21, n. 1, p. 105-114, 2011.

FERREIRA, D. S.; GOMES, A. L.; DA SILVA, M. G.; ALVES, A. B.; AGNOL, W. H. D.; FERRARI, R. A.; PACHECO, M. T. B. Antioxidant capacity and chemical characterization of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) fruit fractions. **Food Sci Technol**, v. 4, n. 5, p. 95-102, 2016.

FREITAS, B.; BENTO, F. S.; DE QUEIROZ SANTOS, F.; FIGUEIREDO, M.; AMÉRICA, P.; MARÇAL, P. Características Físico-químicas, Bromatológicas, Microbiológicas e Microscópicas de Polpas de Açaí (*Euterpe oleraceae*) Congeladas do Tipo B. **Journal of Applied Pharmaceutical Sciences–JAPHAC**, v. 2, n. 2, p. 2-13, 2015.

FREITAS, D. D. S.; MORGADO-DÍAZ, J. A.; GEHREN, A. S.; VIDAL, F. C.; FERNANDES, R. M. T.; ROMÃO, W.; NASCIMENTO, M. D. D. S. Cytotoxic analysis and chemical characterization of fractions of the hydroalcoholic extract of the *Euterpe oleracea* Mart. seed

in the MCF-7 cell line. **Journal of Pharmacy and Pharmacology**, v. 69, n. 6, p. 714-721, 2017.

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

GANTUSS, C. A. R. Caracterização física e química de locais de ocorrência do açaizeiro (*Euterpe aleracea* Mart) no Estado do Amapá e sua relação com o rendimento e qualidade do fruto, 2006. **Dissertação (Mestrado em Agronomia)**. Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal de Paraíba, 2006.

GARZÓN, G. A.; NARVÁEZ-CUENCA, C. E.; VINCKEN, J. P.; GRUPPEN, H. Polyphenolic composition and antioxidant activity of acai (*Euterpe oleracea* Mart.) from Colombia. **Food chemistry**, v. 217, p. 364-372, 2017.

GEORGÉ, S; BRAT, P.; ALTER, P.; AMIOT, M. J. Rapid determination of polyphenols and vitamin C in plant-derived products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 53, n. 5, p. 1370-1373, 2005.

GIL, E. S.; COUTO, R. O. Flavonoid electrochemistry: a review on the electroanalytical applications. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 23, n. 3, p. 542-558, 2013.

GIUSTI, M. M.; WROLSTAD, R. E. Characterization and measurement of anthocyanins by UV visible spectroscopy. In: Wrolstad, R. E. (Ed). **Current Protocols in Food Analytical Chemistry**. New York: John Wiley & Sons, n. 1, p. F1. 2.1-F1. 2.13, 2001.

GOMES, A.; FERNANDES, E.; SILVA, A. M. S.; SANTOS, C. M. M.; PINTO, D. C. G. A.; CAVALEIRO, J. A; LIMA, J. L. 2-Styrylchromones: Novel strong scavengers of reactive oxygen and nitrogen species. **Bioorganic and Medicinal Chemistry**, v. 15, n. 18, p. 6027-6036, 2007.

GOMES, S. M.; GHICA, M. E.; RODRIGUES, I. A.; GIL, E. S.; OLIVEIRA-BRETT, A. M. Flavonoids electrochemical detection in fruit extracts and total antioxidant capacity evaluation. **Talanta**, v. 154, p. 284-291, 2016.

GORDON, A.; CRUZ, A.P.G.; CABRAL, L.M.C.; DE FREITAS, S.C.; TAXI, C.M.A.D.; DONANGELO, C.M. Chemical characterization and evaluation of antioxidante properties of acai fruits (*Euterpe oleracea* Mart.) during ripening. **Food Chemistry**, v. 133, n. 2, p. 256-263, 2012.

HE, F.; MU, L.; YAN, G. L.; LIANG, N. N.; PAN, Q. H.; WANG, J.; DUAN, C. Q. Biosynthesis of Anthocyanins and Their Regulation in Colored Grapes. **Molecules**, v. 15, n. 12, p. 9057-9091, 2010.

HENDERSON, A. The genus *Euterpe* in Brazil. In: REIS, M.S.; REIS, A. (Eds.) *Euterpe edulis* Martius – (Palmito) biologia, conservação e manejo. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues, Sellowia, n.49-52, p.1-20, 2000.

HOMMA, A. K. O., 2014. **Extrativismo vegetal na Amazônia: história, ecologia, economia e domesticação**: /editor técnico, Alfredo Kingo Oyama Homma. – Brasília, DF: Embrapa, Amazônia Oriental, Belém. 1-468, 2014.

IBGE. **Produção da extração vegetal e da silvicultura, 2019**. Quantidade produzida e valor da produção na extração vegetal, por tipo de produto extrativo. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/economicas/agricultura-e-pecuaria/9105-producao-da-extracao-vegetal-e-da-silvicultura.html?=&t=resultados>. Acesso em: 25/02/2021.

IBGE. Biblioteca. **Produção Agrícola Municipal - 2017**. ISSN 0101-3963. Disponível em: https://biblioteca.ibge.gov.br/visualizacao/periodicos/66/pam_2017_v44_br_informativo.pdf . Acesso em: 29/04/2019.

JACOBO-VELÁZQUEZ, D. A.; CISNEROS-ZEVALLOS, L. Correlations of antioxidant activity against phenolic content revisited: a new approach in data analysis for food and medicinal plants. **Journal of Food Science**, v. 74, n. 9, p. R107-R113, 2009.

JAGANATH, I.B.; CROZIER, A. Dietary flavonoids and phenolic compounds. In: FRAGA, C.G. **Plant Phenolics and Human Health**, v. 1, p. 1-50, 2010.

KANG, J.; XIE, C.; LI, Z.; NAGARAJAN, S.; SCHAUSS, A. G.; WU, T.; WU, X. Flavonoids from acai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp and their antioxidant and anti-inflammatory activities. **Food Chemistry**, v. 128, n. 1, p. 152-157, 2011.

KANG, J.; THAKALI, K. M.; XIE, C.; KONDO, M.; TONG, Y.; OU, B.; WU, X. Bioactivities of acai (*Euterpe precatoria* Mart.) fruit pulp, superior antioxidante and anti-inflammatory properties to *Euterpe oleracea* Mart. **Food Chemistry**, v. 133, n. 3, p. 671-677, 2012.

KANG, M. H.; CHOI, S.; KIM, B.H. Skin wound healing effects and action mechanism of acai berry water extracts. **Toxicological research**, v. 33, n. 2, p. 149, 2017.

KOLNIAK-OSTEK, J.; OSZMIANSKI, J. Characterization of phenolic compounds in different anatomical pear (*Pyrus communis* L.) parts by ultra-performance liquid chromatography photodiode detector-quadrupole/time of flight-mass spectrometry (UPLC-PDA-Q/TOF-MS). **International Journal of Mass Spectrometry**, v. 392, p. 154-163, 2015.

KOSKENKORVA-FRANK, T. S.; WEISS, G.; KOPPENOL, W. H.; BURCKHARDT, S. The complex interplay of iron metabolism, reactive oxygen species, and reactive nitrogen species: insights into the potential of various iron therapies to induce oxidative and nitrosative stress. **Free Radical Biology and Medicine**, v. 65, p. 1174-1194, 2013.

KUSKOSKI, E. M.; ASUERO, A. G.; TRONCOSO, A. M.; MANCINI-FILHO, J.; FETT, R. Aplicación de diversos métodos químicos para determinar actividad antioxidante en pulpa de frutos. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, 25, 726-732, 2005.

LICHTENTHÄLER, R.; RODRIGUES, R. B.; MAIA, J. G. S.; PAPAGIANNPOULOS, M.; FABRICIUS, H.; MARX, F. Capacidade total de eliminação de oxidantes de frutos de *Euterpe oleracea* Mart. (Açaí). **Revista Internacional de Ciências Alimentares e Nutrição**, v. 56, n. 1, p. 53-64, 2005.

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. Tese (em Bromatologia) - Universidade de São Paulo, 2008.

LIU, Y.; WANG, P.; CHEN, F.; YUAN, Y.; ZHU, Y.; YAN, H.; HU, X. Role of plant polyphenols in acrylamide formation and elimination. **Food Chemistry**, v. 186, n. 1, p. 46-53, 2015.

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

MacDONALD-WICKS, L. K.; WOOD, L. G.; GARG, M. L. Methodology for the determination of biological antioxidant capacity in vitro: a review. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 86, n. 13, p. 2046-2056, 2006.

MAGALHÃES, L. M.; SEGUNDO, M. A.; REIS, S.; LIMA, J. L. F. C. Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. **Analytica chimica acta**, v. 613, n. 1, p. 1-19, 2008.

MARTINOT, Jan Feldmann; PEREIRA, Henrique dos Santos; SILVA, Suzy Cristina Pedroza da. Coletar ou Cultivar: as escolhas dos produtores de açaí-da-mata (Euterpe precatoria) do Amazonas. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 55, n. 4, p. 751-766, 2017.

MATTIETTO, R. D. A.; CARVALHO, A. V.; LANES, N.; DE OLIVEIRA, M. S. P.; ROSÁRIO, V. N. M. Composição química e nutricional da polpa de açaí: comparação entre as variedades roxa e branca. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 25., 2016, Gramado. Anais... Gramado: SBCTA Regional, 2016., 2016.

MATTIETTO, R. D. A.; PREZA, C. R. A. S.; PARACAMPO, N. E. N. P.; NETA, J. D. J. Teores de compostos bioativos em amostras de açaí comercializados em Belém-Pará durante safra e entressafra. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTOS, 26., Belém, PA, 2018. O Uso consciente da biodiversidade: perspectivas para o avanço da ciência e tecnologia de alimentos: anais. Belém, PA: SBCTA, 2018. 6 p. CBCTA., 2018.

MEDA, A.; LAMIEN, C. E.; ROMITO, M.; MILLOGO, J.; NACOUUMA, O. G. Determination of the total phenolic, flavonoid and proline contents in Burkina Faso honey, as well as their radical scavenging activity. **Food Chemistry**, v. 91, n. 3, p. 571-577, 2005.

MERKEN, H. M.; BECHER, G. R., Measurement of food flavonoids by high-performance liquid chromatography: A review, **Journal of agricultural and Food Chemistry**, v. 48, p. 577-599, 2000.

MEYER, J. M. Teor e composição de ácidos graxos de óleos de frutos de palmeiras nativas, 2012. **Dissertação (Mestrado em Ciências)**. Universidade de São Paulo, 2012.

MOURA, R. S.; RESENDE, Â. C. Cardiovascular and metabolic effects of açaí, an Amazon plant. **Journal of Cardiovascular Pharmacology**, v. 68, n. 1, p. 19-26, 2016.

NASCIMENTO, R. J. S. D.; COURI, S.; ANTONIASSI, R.; FREITAS, S. P. Composição em ácidos graxos do óleo da polpa de açaí extraído com enzimas e com hexano. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 30, n. 2, p. 498-502, 2008.

NEVES, L. T. B. C.; CAMPOS, D. C. D. S.; MENDES, J. K. S.; URNHANI, C. O.; ARAÚJO, K. G. Quality of fruits manually processed of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) and bacaba (*Oenocarpus bacaba* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 37, n. 3, p. 729-738, 2015.

NIMSE, S.B.; PAL, D. Free radicals, natural antioxidants, and their reaction mechanisms. **Rsc Advances**, v. 5, n. 35, p. 27986-28006, 2015.

NOWAK, D.; GOŚLIŃSKI, M.; PRZYGOŃSKI, K.; WOJTOWICZ, E. The antioxidant properties of exotic fruit juices from acai, maqui berry and noni berries. **European Food Research and Technology**, v. 244, n. 11, p. 1897-1905, 2018.

OLIVEIRA, A. A. de. Caracterização detalhada do fruto da palmeira jussara (*Euterpe edulis*) e processamento do suco por alta pressão hidrostática. 2014. **Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos)**. Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2014.

OU, B.; HAMPSCH-WOODILL, M.; PRIOR, R. L. Development and validation of an improved oxygen radical absorbance capacity assay using fluorescein as the fluorescent probe. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 49, p. 4619–4626, 2001.

PACHECO-PALENCIA, L. A.; DUNCAN, C. E.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and thermal stability of two commercial açaí species, *Euterpe oleracea* and *Euterpe precatoria*. **Food Chemistry**, v. 115, n. 4, 1199–1205, 2009.

PAZ, M., GÚLLON, P., BARROSO, M. F., CARVALHO, A. P., DOMINGUES, V. F., GOMES, A. M.; DELERUE-MATOS, C. Brazilian fruit pulps as functional foods and additives: Evaluation of bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 172, p. 462-468, 2015.

PEIXOTO, H.; ROXO, M.; KRSTIN, S.; RÖHRIG, T.; RICHLING, E.; WINK, M. An anthocyanin-rich extract of acai (*Euterpe precatoria* Mart.) increases stress resistance and

retards aging-related markers in *Caenorhabditis elegans*. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 64, n. 6, p. 1283-1290, 2016.

PEREIRA, R. R. Obtenção e caracterização de sistemas de cristal líquido contendo óleo de açaí (*Euterpe oleracea*). 2015. **Dissertação (Mestrado em Ciências Farmacêuticas)**. Universidade Federal do Pará, 2015.

PEREIRA, G.S.; BASSO, S.L.; FREITAS, P.M.; LIMA, D.A.; MACHADO, A.S. Caracterização físico-química e cromatográfica dos óleos de açaí (*Euterpe precatoria*), pataúá (*Oenocarpus bataúá*) e coçõ (*Attalea tessmanii*). **57º Congresso Brasileiro de Química**. Gramado, Rio Grande do Sul, 2017.

PETRUK, G.; ILLIANO, A.; DEL GIUDICE, R.; RAIOLA, A.; AMORESANO, A.; RIGANO, M. M.; MONTI, D. M. Malvidin and cyanidin derivatives from açaí fruit (*Euterpe oleracea* Mart.) counteract UV-A-induced oxidative stress in immortalized fibroblasts. **Journal of Photochemistry and Photobiology B: Biology**, v. 172, p. 42-51, 2017.

POJER, E.; MATTIVI, F.; JOHNSON, D.; STOCKLEY, C. S. The case for anthocyanin consumption to promote human health: A review. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 12, n. 5, p. 483-508, 2013.

POULOSE, S. M.; FISHER, D. R.; BIELINSKI, D. F.; GOMES, S. M.; RIMANDO, A. M.; SCHAUSS, A. G.; SHUKITT-HALE, B. Restoration of stressor-induced calcium dysregulation and autophagy inhibition by polyphenol-rich açaí (*Euterpe* spp.) fruit pulp extracts in rodent brain cells in vitro. **Nutrition**, v. 30, n. 7-8, p. 853-862, 2014.

POZO-INSFRAN, D. D.; BRENES, C. H.; TALCOTT, S. T. Phytochemical composition and pigment stability of açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, Easton, v. 52, n. 6, p. 1539-1545, 2004.

PROCHÁZKOVÁ, D.; BOUŠOVÁ, I.; WILHELMOVÁ, N. Antioxidant and prooxidant properties of flavonoids. **Fitoterapia**, v. 82, n. 4, p. 513-523, 2011.

RENCER, A. C. **Methods of Multivariate Analysis**. A JOHN WILEY & SONS, INC. PUBLICATION. P.727. 2ed. 2002.

RIBEIRO, L. O.; MENDES, M. F.; PEREIRA, C. S. S. Avaliação da composição centesimal, mineral e teor de antocianinas da polpa de juçai (*Euterpe edulis* Martius). **Revista eletrônica TECCEN**, Vassouras, v.4, n.2, p. 5-16, 2011.

RIBEIRO, A. B.; CHISTÉ, R. C.; FREITAS, M.; DA SILVA, A. F.; VISENTAINER, J. V.; FERNANDES, E. *Psidium cattleianum* fruit extracts are efficient in vitro scavengers of physiologically relevant reactive oxygen and nitrogen species. **Food Chemistry**, v. 165, p. 140-148, 2014.

RODRIGUES, E.; MARIUTTI, L. R.; MERCADANTE, A. Z. Carotenoids and phenolic compounds from *Solanum sessiliflorum*, an unexploited Amazonian fruit, and their scavenging capacities against reactive oxygen and nitrogen species. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 61, n. 12, p. 3022-3029, 2013.

RODRIGUES, E. C. N.; RIBEIRO, S. D. C. A.; DA SILVA, F. L. Influência da cadeia produtiva do açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) Na geração de renda e fortalecimento de unidades familiares de produção, Tomé Açu-PA. **Observatorio de la Economía Latinoamericana**, n. 210, 2015.

ROJANO, B. A.; VAHOS, I. C. Z.; ARBELÁEZ, A. F. A.; MARTÍNEZ, A. J. M.; CORREA, F. B. C.; CARVAJAL, L. G. Polifenoles y actividad antioxidante del fruto liofilizado de palma naidi (açaí colombiano) (*Euterpe oleracea* Mart). **Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín**, v. 64, n. 2, 2011.

RUBIO, C. P.; HERNÁNDEZ-RUIZ, J.; MARTINEZ-SUBIELA, S.; TVARIJONAVICIUTE, A.; CERON, J. J. Spectrophotometric assays for total antioxidant capacity (TAC) in dog serum: an update. **BMC veterinary research**, v. 12, n. 1, p. 166, 2016.

RUFINO, M. S. M.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S.; MORAIS, S. M.; SAMPAIO, C. G.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; SAURA-CALIXTO, F. D. Determinação da atividade antioxidante total em frutas pela captura do radical livre ABTS*+- Metodologia Científica. **EMBRAPA, Fortaleza, CE, Brazil**, 2007.

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

SACHECK, J. Pediatric obesity: an inflammatory condition?. **Journal of parenteral and enteral nutrition**, v. 32, n. 6, p. 633-637, 2007.

SANTOS, R. D.; GAGLIARDI, A. C. M.; XAVIER, H. T.; MAGNONI, C. D.; CASSANI, R.; LOTTENBERG, A. M. et al. Sociedade Brasileira de Cardiologia: I diretriz sobre o consumo de gorduras e saúde cardiovascular. *Arquivos Brasileiros de Cardiologia*, v.100, supl.3, p.1-40, 2013.

SANTOS, M. D.F.G.D.; ALVES, R. E.; BRITO, E. S. D.; SILVA, S. D. M.; SILVEIRA, M. R. S. D. Quality characteristics of fruits and oils of palms native to the Brazilian Amazon. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 39, n. spe, 2017.

SCHIEKE, S. M.; BRIVIBA, K.; KLOTZ, L. O.; SIES, H. Activation pattern of mitogen-activated protein kinases elicited by peroxynitrite: attenuation by selenite supplementation. **FEBS letters**, v. 448, n. 2-3, p. 301-303, 1999.

SCHIRMANN, G. D. S. Composição em ácidos graxos do açaí (*Euterpe edulis*) de diversas regiões de Santa Catarina. 2012. **Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas)**. Universidade Federal de Santa Catarina, 2009.

SEDAP, Panorama Agrícola do Pará – 2019 – Açaí (Versão Eletrônica). Fonte: IBGE PAM (Ano de referência 2019). Elaboração SEDAP-NUPLAN-ESTATÍSTICA. Disponível em: <http://www.sedap.pa.gov.br/content/açaí>. Acessado em: 24 fev. 2021.

SHEN, X.; SUN, X.; XIE, Q.; LIU, H.; ZHAO, Y.; PAN, Y.; WU, V. C. Antimicrobial effect of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) extracts against the growth of *Listeria monocytogenes* and *Salmonella Enteritidis*. **Food Control**, v. 35, n. 1, p. 159-165, 2014.

SILVA, I. M.; SANTANA, A. C.; REIS, M. S. Análise dos retornos sociais oriundos de adoção tecnológica na cultura de açaí no estado do Pará. **Amazônia: Ciência & Desenvolvimento**, v. 2, n. 3, 2006.

SILVA, P. D. **Determinação de compostos fenólicos por HPLC**. 2012. 136 p. Dissertação (Química Industrial) - Universidade da Beira Interior, Covilhã, 2012.

SILVA, A. K. N.; BECKMAN, A.; RODRIGUES, A. M. C.; SILVA, L. H. M. Avaliação da composição nutricional e capacidade antioxidante de compostos bioativos da polpa de açaí. **Revista Brasileira de Tecnologia Agroindustrial**, v. 11, n. 1, p. 2205-2216, 2017.

SILVA, A. K. N.; DA SILVA JORGE, M. R.; DA SILVA, W. P.; MUNIZ, B. B.; DOS SANTOS. Avaliação da qualidade higiênico-sanitária e agroindustrial, com vistas à composição nutricional, microbiológica e colorimétrica da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart). **Editora da Universidade do Estado do Pará**, p. 34., 2017.

SILVA, W. B. C.; CARVALHO, A. V. Avaliação físico-química de polpas comerciais de açaí. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL, 23., 2019, Belém, PA. Anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2019., 2019.

SILVEIRA, T. F. F. **Phenolic compounds and antioxidant capacity of açaí pulp ("Euterpe oleracea" Mart.): effect of high pressure processing in comparison to thermal pasteurization of purple açaí and a study on" white açaí"**, 2017. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Estadual de Campinas, 2017.

SINGLETON, V. L.; ROSSI, J. A. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid solution acid reagents. **American Journal of Enology and Viticulture**, v. 16, n. 3, p. 144-158, 1965.

SOARES, J. J. Avaliação da atividade antioxidante in vitro e in vivo de extratos preparados a partir das folhas de *Syzygium cumini* (L.) Skeels. 2013. **Dissertação (Mestrado em Bioquímica)** – Fundação Universidade Federal do Pampa, Uruguai, 82p., 2013.

SOUSA, S. H. B.de. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de frutos de acessos de bacaba-de-leque. 2017. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** – Universidade Federal do Pará, Pará, 2017.

SOUZA, B. S. F.; CARVALHO, H. O.; FERREIRA, I. M.; DA CUNHA, E. L.; BARROS, A. S.; TAGLIALEGNA, T.; CARVALHO, J. C. Effect of the treatment with *Euterpe oleracea* Mart. oil in rats with Triton-induced dyslipidemia. **Biomedicine & Pharmacotherapy**, v. 90, p. 542-547, 2017.

SCHAUSS, A. G. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): A macro and nutrient rich palm fruit from the Amazon rain forest with demonstrated bioactivities in vitro and in vivo. In D. R. Watson & V. R. Preedy (Eds.), **Bioact foods promot health**, p.479–490, 2010.

SPECIALE, A.; CANALI, R.; CHIRAFISI, J.; SAIJA, A.; VIRGILI, F.; CIMINO, F. Cyanidin-3-O-glucoside protection against TNF- α -induced endothelial dysfunction: involvement of nuclear factor- κ B signaling. **Journal of agricultural and food chemistry**, v. 58, n. 22, p. 12048-12054, 2010.

SUCUPIRA, N. R.; DA SILVA, A. B.; PEREIRA, G.; DA COSTA, J. N. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **Journal of Health Sciences**, v. 14, n. 4, 2015.

Tavares, G. dos S.; Homma, A. K. O; Antônio José Elias Amorim de Menezes; Marivaldo Palha Palheta. Análise da produção e comercialização de açaí no estado do Pará, Brasil, **International Journal of Development Research**, v. 10, n. 04, p. 35215-35221, 2020.

TORMA, P. D. C. M. R.; BRASIL, A. V. S.; CARVALHO, A. V.; JABLONSKI, A.; RABELO, T. K.; MOREIRA, J. C. F.; DE OLIVEIRA RIOS, A. Hydroethanolic extracts from different genotypes of açaí (*Euterpe oleracea*) presented antioxidant potential and protected human neuron-like cells (SH-SY5Y). **Food chemistry**, v. 222, p. 94-104, 2017.

TORMA, P. C. M. R. Valor nutricional, perfil de compostos bioativos e atividade antioxidante de genótipos de açaí (*Euterpe oleracea*). 2016. 132 f. **Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)** - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2016.

VASCONCELOS, S. M. L. et al. Espécies reativas de oxigênio e de nitrogênio, antioxidants e marcadores de dano oxidative em sangue humano: principais métodos analíticos para sua determinação. **Química Nova**, v. 30, n. 5, p. 1323-1338, 2007.

VAZ, A. L. P. Caracterização e avaliação da qualidade de polpas de açaí industrializadas e perfil de ácidos graxos do fruto do açazeiro. 2003. **Dissertação (Mestrado em Nutrição)**. Universidade Federal de Pernambuco, 2003.

VICENTE, E. M. D. N. S. (2018). **Quantificação e classificação do teor de antocianinas e suas actividades biológicas em três variedades de Hibiscus rosasinensis L.** Dissertação (Mestrado em Hortofruticultura), Universidade do Algarve, 2018.

VIEIRA, D. D. S.; DO CARMO, C. C. A.; CIPRIANI, H. N., DE SOUZA, V. F.; VIEIRA, A. H. Rendimento de polpa em função do tamanho do fruto do açaizeiro. **In: Embrapa Rondônia-Resumo em anais de congresso (ALICE)**. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO À PESQUISA DA EMBRAPA RONDÔNIA, 8.; ENCONTRO DE PÓS-GRADUAÇÃO, 3., 2017, Porto Velho. Anais... Porto Velho: Embrapa Rondônia, 2017. p. 37. Editor técnico: Luiz Francisco Machado Pfeifer., 2017.

VISSOTO, L. C.; RODRIGUES, E.; CHISTÉ, R. C.; BENASSI, M. D. T.; MERCADANTE, A. Z. Correlation, by multivariate statistical analysis, between the scavenging capacity against reactive oxygen species and the bioactive compounds from frozen fruit pulps. **Food Science and Technology**, v. 33, p. 57-65, 2013.

WANG, X.; ZHANG, J.; COCK, I. E. Acai, cacao and maca extracts: Anticancer activity and growth inhibition of microbial triggers of selected autoimmune inflammatory diseases. **Pharmacognosy Communications**, v. 6, n. 4, 2016.

WONG, D. Y. S.; MUSGRAVE, I. F.; HARVEY, B. S.; SMID, S. D. Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) berry extract exerts neuroprotective effects against β -amyloid exposure in vitro. **Neuroscience letters**, v. 556, p. 221-226, 2013.

WHITEMAN, M.; KETSAWATSAKUL, U.; HALLIWELL, B. A reassessment of the peroxynitrite scavenging activity of uric acid. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 962, n. 1, p. 242-259, 2002.

XIA, G. F.; DENG, Y.J.; GUO, H. B. LiBiological activities of polyphenols from grapes. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 11, p. 622-646, 2010.

YAMAGUCHI, K. K. L.; PEREIRA, L. F. R.; LAMARAO, C. V.; LIMA, E. S.; DA VEIGA-JUNIOR, V. F. Amazon açaí: Chemistry and biological activities: A review. **Food Chemistry**, v. 179, p. 137-151, 2015.

YI, L.; CHEN, C. Y.; JIN, X.; MI, M. T.; YU, B.; CHANG, H.; ZHANG, T. Structural requirements of anthocyanins in relation to inhibition of endothelial injury induced by oxidized low-density lipoprotein and correlation with radical scavenging activity. **FEBS Letters**, v.584, p.583-590, 2010.

YOUSUF, B.; GUL, K.; WANI, A. A.; SINGH, P. Health benefits of anthocyanins and their encapsulation for potential use in food systems: a review. **Critical reviews in food science and nutrition**, v. 56, n. 13, p. 2223-2230, 2016.

YUYAMA, L. K. O.; AGUIAR, J. P. L.; SILVA FILHO, D. F.; YUYAMA, K.; DE JESUS VAREJÃO, M.; FÁVARO, D. I. T.; CARUSO, M. Caracterização físico-química do suco de açaí de *Euterpe precatoria* Mart. oriundo de diferentes ecossistemas Amazônicos. **Acta Amazonica**, v. 41, n. 4, 2011.