



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO – UFOP
ESCOLA DE NUTRIÇÃO – ENUT
DEPARTAMENTO DE ALIMENTOS - DEALI



TÁCILA DANIELLE DO NASCIMENTO

CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DO AÇAÍ
(*Euterpe oleracea* Martius) *IN NATURA*

OURO PRETO

2021

TÁCILA DANIELLE DO NASCIMENTO

CARACTERIZAÇÃO NUTRICIONAL E ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DO AÇAÍ
(*Euterpe oleracea* Martius) *IN NATURA*

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Graduação em Nutrição, da Universidade Federal de Ouro Preto, como requisito parcial para formação e obtenção do título de Nutricionista.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Melina Oliveira de Souza

OURO PRETO

2021

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

N244c Nascimento, Tacila Danielle do .
Caracterização nutricional e antioxidante in vitro do açaí (Euterpe oleracea Martius) in natura. [manuscrito] / Tacila Danielle do Nascimento. - 2021.
59 f.: il.: color., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Melina Oliveira de Souza.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto.
Escola de Nutrição. Graduação em Nutrição .

1. Açaí. 2. Alimentos Funcionais. 3. Antioxidantes. I. Souza, Melina Oliveira de. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

CDU 613.2:634.61

Bibliotecário(a) Responsável: Sônia Marcelino CRB/2247



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO

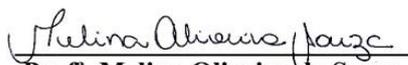


Ata da Defesa do Trabalho de Conclusão de Curso intitulado:

“Caracterização nutricional e antioxidante in vitro do Açaí (Euterpe oleracea Martius) in natura”.

Aos três dias do mês de maio de 2021, remotamente (on-line) pelo aplicativo Google Meet no link: <https://meet.google.com/dyb-neak-hht?hs=122&authuser=0>, para a Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, reuniu-se a Banca Examinadora do Trabalho de Conclusão de Curso da estudante **Tácila Danielle do Nascimento** orientada pela Prof^ª. Melina Oliveira de Souza. A defesa iniciou-se pela apresentação oral feita pela estudante, seguida da argüição pelos membros da banca. Ao final, os membros da banca examinadora reuniram-se e decidiram por **aprovar** a estudante.

Membros da Banca Examinadora:


Prof.ª Melina Oliveira de Souza
Presidente (DEALI/ENUT/UFOP)


Prof.ª Nair Tavares Milhem Ygnatios
Examinadora (Nutrição/FASAR)


Doutora Daniela Pala
Examinadora (PPGSN/ENUT/UFOP)


Mestre Raphael Antônio Borges Gomes
Examinador (DEALI/ENUT/UFOP)

DEDICATÓRIA

Dedico esse trabalho aos meus pais Consola e Antônio (*in memorian*), que me mantiveram durante todos esses anos e não mediram esforços para que eu pudesse estudar com todo conforto, sem precisar me preocupar e me tornar uma boa profissional.

Dedico também aos meus irmãos, Sibeles, Marco Antônio e Amanda por sempre estarem juntos a mim e se preocuparem comigo.

AGRADECIMENTO

Enfim o dia que eu pensei que jamais chegaria, o dia que eu tanto temi, que eu pensei que nunca pudesse finalizar, o meu TCC está pronto e finalizado. É um sentimento de felicidade, alívio e ao mesmo tempo não acreditando que eu consegui terminar essa etapa com muito esforço, mesmo com todas as adversidades e com tudo o que aconteceu nesses últimos tempos. Eu consegui!!!!

Agradeço primeiramente aos meus pais, por sempre fazerem de tudo o que puderam por mim. A minha mãe Consola por todo carinho, amor e aconchego em todos os momentos e por saber exatamente o que eu sempre preciso, todos os abraços e conversas durante a escrita desse TCC me ajudaram ainda mais. Ao meu pai Antônio, que não está mais aqui, mas sempre me apoiou para que eu fizesse o que me faria bem, independentemente de qualquer coisa. Sei que ele esteve junto de mim durante muitos momentos de escrita. Aos meus irmãos por serem as melhores pessoas desse mundo e acreditarem em mim: Sibeles por sempre me incentivar e me mostrar o quanto eu sou capaz e posso, Marco Antônio por ser a pessoa que me alegra e me faz ficar melhor não importa como esteja o meu dia, Amanda por ser meu porto seguro e estar junto a mim não importa onde e como e a Wendy por me acalmar sempre. Eu amo muito vocês!

Agradeço a Deus por ter me dado tanta força e ter me mantido de pé e firme durante todo esse tempo.

Agradeço as minhas amigas que estão sempre comigo e torcendo por mim, Daianna, por ser meu ombro, por estar sempre por mim e por ter sido lar durante vários momentos da graduação. Michele por mesmo de longe sempre me fortalecer, me fazer sorrir e ter sido essencial no começo do meu TCC.

Agradeço aos três amores da minha vida, meus afilhados Luiza, Theo e Yasmin, por me trazerem paz, serenidade e mesmo sem saber, por me acalmarem desde quando nasceram.

A minha família que eu amo tanto, em especial minhas primas Simone e Thamires, que sempre se fizeram presentes e me acompanharam durante toda a graduação me incentivando e dando força.

Agradeço as agregadas Tamires, Camila e Tati por deixarem meus dias mais leves e mais felizes mesmo em dias muito difíceis. Vocês foram muito importantes durante minha graduação.

Agradeço também a minha psicóloga Juliana, por me ajudar a descobrir sobre mim mesma, grande parte dessa conquista começou graças a ela.

Agradeço a todas as pessoas que conheci na Nutrição, encontrei pessoas maravilhosas que vou levar para a vida toda. Obrigada ao 16.2 por serem a melhor turma da ENUT. Em especial a Míriam, Mai e Giulia, pelos momentos incríveis, trabalhos, estudos e pela amizade que vou levar por toda a vida; Jéssica, por ser minha duplinha, por me fazer rir nos momentos tensos e por ter se tornado tão presente na minha vida; João e Luiza por terem tornado a graduação mais leve, mais feliz e menos estressante; Lara e Lorrana por se tornarem amigas e por sempre me darem força nos momentos difíceis; Júlia por sempre me deixar mais tranquila e calma; e Karina, Letícia e Victor por terem me acolhido no 16.1.

Agradeço às pessoas que estiveram presentes de alguma forma nesse trabalho. A minha orientadora Melina Oliveira pela oportunidade, por todo ensinamento, dedicação, atenção, paciência e por toda sua humanidade ao me entender e me acolher em todos os momentos que eu precisei, **MUITO OBRIGADA MELINA!** Obrigada também ao técnico do Laboratório de Bromatologia Raphael, a Tamara, Clécia, Ivana e a Mestranda Carina por toda ajuda durante a coleta dos dados.

Agradeço também aos 2,5 anos de CALNUT, especialmente a Thais, Jussara, Tatiane, Renata e Úrsula, e a Atlética Radioativa pela experiência incrível e crescimento que me deram e ao Vôlei Ouro Preto por ter sido minha válvula de escape durante todos esses anos.

Obrigada a UFOP e a todos os professores da ENUT pelo ensinamento, dedicação e por sempre me fazer sentir acolhida dentro da escola. Um agradecimento especial a Professora Cláudia Amaral e a Professora Margarete Nimer.

E por último agradeço a mim! Sim, a mim. Por não ter desistido, por finalmente ter concluído uma etapa, por ter ganhado todas as batalhas internas com grandeza e hoje estar feliz com o que construiu. TÁCILA, você é forte, você é capaz, você consegue, é por você. E que venha o estágio e por fim, o diploma!!

RESUMO

O conhecimento científico tem demonstrado a importância da alimentação na saúde. Os alimentos não são vistos apenas como fonte energética, mas também como sendo capazes de prevenir o aparecimento ou agravamento de algumas doenças metabólicas. Por isso, os estudos que buscam o conhecimento da composição nutricional e da presença de compostos bioativos nos alimentos são de grande relevância. Um fruto que tem sido amplamente consumido no mundo inteiro é o açaí (*Euterpe oleraceae* Martius), e os estudos que caracterizam esse fruto na sua forma *in natura* são escassos na literatura. Diante disso, o presente trabalho tem como objetivo realizar a caracterização do açaí *in natura*, a partir da determinação da sua composição nutricional e da avaliação da sua atividade antioxidante *in vitro*. O açaí médio *in natura* foi adquirido diretamente da cidade de Belém, PA, onde foi colhido maduro, colocado de molho, batido, congelado e enviado para a Universidade Federal de Ouro Preto, MG. Para a análise da composição nutricional, foi realizada a composição centesimal, pela determinação de Umidade, utilizando o método de secagem direta; determinação de Lipídios Totais, pelo método de *Soxhlet*; determinação de Proteína, pelo método de *Kjeldahl*; determinação de Cinzas, pelo método de incineração em forno do tipo mufla; determinação de Fibra Alimentar Total, utilizando o método enzimático-gravimétrico; e determinação de Carboidrato, feito pelo método da diferença. O Valor Energético total foi calculado a partir da somatória dos Valores Energéticos encontrados para Lipídios Totais, Proteína e Carboidrato. Para a análise da atividade antioxidante, foi realizada a quantificação de Polifenóis Totais, utilizando a metodologia do Folin-Ciocalteu. E a avaliação da atividade antioxidante pelos Métodos dos radicais livres orgânicos DPPH[•] e ABTS^{•+}. O açaí *in natura* obteve um alto teor de umidade de $87,57 \pm 0,24\%$ e $12,43$ g de sólidos totais; seu valor proteico foi de $0,87 \pm 0,10$ g/100g de açaí, o teor de lipídios totais foi de $6,79 \pm 0,11$ g/100 g de açaí, o valor de carboidrato encontrado foi $0,04$ g/100 g de açaí. O açaí foi considerado um fruto fonte de fibra alimentar, pois o valor encontrado foi de $4,42$ g/100g de açaí de fibra alimentar total. A quantidade de polifenóis totais encontrada foi de $218,53 \pm 9,8$ mg GAE/100 g de açaí, com uma capacidade antioxidante pelo método ABTS^{•+} de $52,82 \pm 0,18$ μ mol Trolox/g de açaí. Pelo método DPPH[•] a porcentagem de inibição desse radical pelo açaí foi de 90%. Esse estudo concluiu que o açaí é um fruto com alto teor de umidade e rico em lipídios. Além disso, o estudo contribui para a confirmação de suas propriedades funcionais por ser rico em compostos bioativos pela presença de fibras alimentares e de polifenóis totais e por apresentar importante atividade antioxidante *in vitro*.

Palavras-chaves: Açaí; Alimento Funcional; Atividade Antioxidante; Caracterização química; *Euterpe oleraceae* Martius.

ABSTRACT

Previous researches have showed the importance of food in health. Food is not only in energy source but also prevents the onset or worsening of some metabolic diseases. Therefore, studies that seek knowledge of the nutritional composition and bioactive compounds in foods are of great relevance. A fruit that has been consumed worldwide is açai berry (*Euterpe oleraceae* Martius), and studies that characterize this fruit in its fresh form are scarce in the literature. Therefore, this work aims to characterize the fresh açai berry, by determining its nutritional composition and evaluating its antioxidant activity *in vitro*. The fresh açai berry was obtained directly from Belém, PA, where it was harvested ripe, placed in soaking, beaten, frozen and sent to the Federal University of Ouro Preto, MG. For the analysis of the nutritional composition, the proximate composition was achieved by the direct drying method to obtain moisture; using the Soxhlet method to determine the Total Lipids; by the Kjeldahl method to determine the Protein; by the method of incineration in a muffle furnace to determine the Ashes; determination of Total Dietary Fiber, using the enzymatic-gravimetric method; and determination of Carbohydrate, using the method of difference. The total Energy Value was calculated from the sum of the Energy Values found in Total Lipids, Protein and Carbohydrate. Quantification of Total Polyphenols was performed to evaluate the analysis of antioxidant activity, using the Folin-Ciocalteu methodology. The evaluation of antioxidant activity was achieved by the methods of organic free radicals DPPH[•] and ABTS^{•+}. Fresh açai berry had a high moisture content of $87.57 \pm 0.24\%$ and 12.43 g of total solids; its protein value was 0.87 ± 0.10 g / 100g of açai berry, the total lipid content was 6.79 ± 0.11 g / 100 g of açai berry, the carbohydrate value found was 0.04 g / 100 g of açai berry. Açai berry was considered to be a source of dietary fiber, as the value obtained was 4.42 g / 100g of total dietary fiber. The amount of total polyphenols found was 218.53 ± 9.8 mg GAE / 100 g of açai berry. The ABTS^{•+} method calculated 52.82 ± 0.18 μmol Trolox / g of antioxidant capacity. By the DPPH[•] method the percentage of inhibition of this radical by açai berry was 90%. This study concluded that açai berry is a fruit with a high moisture content, rich in lipids and high energy density. In addition, the study confirms its functional properties because it is rich in bioactive compounds considering its dietary fibers, total polyphenols and because of its important antioxidant activity *in vitro*.

Keywords: Açai; Functional Foods; Antioxidant Activity; Chemical Characterization; *Euterpe oleraceae* Martius.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Produção de ERO e atividade das enzimas antioxidantes.	15
Figura 2- Estrutura comum dos Fitoquímicos	16
Figura 3- Palmeira Euterpe oleracea Martius	20
Figura 4- Cacho com açaís maduros.....	20
Figura 5- Curva Padrão de Ácido Gálico para o cálculo de Polifenóis Totais	35
Figura 6- Curva Padrão de Trolox para cálculo da atividade antioxidante do açaí pelo método ABTS ⁺	38

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Principais Espécies Reativas	13
Tabela 2- Tempo de secagem da amostra	27
Tabela 3- Composição Centesimal do Açaí in natura*	43
Tabela 4- Quantidade de polifenóis totais presente no açaí*	43
Tabela 5- Capacidade antioxidante in vitro do açaí*	45

LISTA DE ABREVIACÕES E SIGLAS

[] – Concentração

μg – Micrograma

μM – Micromol

μL – Microlitro

ANVISA – Agência Nacional de Vigilância Sanitária

AAT – Atividade Antioxidante

BIONUT – Laboratório de Bioquímica Nutricional e Biologia

CAT – Catalase

CK – Creatinaquinase

$\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ – Sulfato de Cobre (II) pentahidratado

DMBA – 7,12-dimetilbenzantraceno

DHGNA – Doença hepática gordurosa não alcoólica

EROs – Espécies Reativas de Oxigênio

ERNs – Espécies Reativas de Nitrogênio

GPx – Glutationaperoxidase

GR – Glutationaredutase

H_3BO_3 – Ácido bórico

HCl – Ácido Clorídrico

HNO_2 – Ácido nitroso

$\text{HO}_2\cdot$ – Hidroperoxila

$\text{HO}\cdot$ – Hidroxila

H_2O_2 – Peróxido de hidrogênio

$\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$ – Fosfotungstico

$\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$ – Fosfomolibdico

H_2SO_4 – Ácido sulfúrico

IAA – Índice de Atividade Antioxidante

L – Litro

MAPA – Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento

MDA – Malondialdeído

Mo_8O_{23} – Molibdeno

mL – mililitro

mg – miligrama

mM – milimol
Na₂CO₃ – Carbonato de sódio
Na₂SO₄ – Sulfato de sódio
NO⁻ – Óxido nítrico
N₂O₃ – Óxido nitroso
NO₂⁻ – Nitritos
NO₃⁻ – Nitratos
NaOH – Hidróxido de sódio
nm – Nanograma
N-Tyr – Nitrotirosina
O₂ – Superóxido
ONOO⁻ – Peroxinitritos
Ox-LDL – LDL oxidado
PA – Estado do Pará
PSE – Percepção subjetiva de esforço
PON1 – Paraoxonase 1
RDC – Resolução de Diretoria Colegiada
SBAF – Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais
SEDAP – Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca
SOD – Superóxido dismutase
UFOP – Universidade Federal de Ouro Preto
W₈O₂₃ – Túngstico

Sumário

RESUMO	I
ABSTRACT	III
LISTA DE FIGURAS	IV
LISTA DE TABELAS	V
LISTA DE ABREVIÇÕES E SIGLAS	VI
1. INTRODUÇÃO	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO	12
2.1. Alimentos e Alimentos Funcionais	12
2.2. Estresse oxidativo e o efeito antioxidante dos alimentos	13
2.3. Açaí	19
3. OBJETIVO	25
3.1. Objetivo geral	25
3.2. Objetivos Específicos	25
4. METODOLOGIA	26
4.1. Açaí <i>in natura</i>	26
4.2. Análise da Composição Centesimal	26
4.2.1. Determinação da Umidade.....	26
4.2.2. Determinação de Lipídios Totais.....	27
4.2.3. Determinação de Proteína.....	28
4.2.4. Determinação de Cinzas.....	29
4.2.5. Determinação de Fibra Alimentar Total.....	30
4.2.6. Determinação de Carboidrato.....	32
4.2.7. Quantificação do Valor Energético Total.....	32
4.3. Análise da atividade Antioxidante	32
4.3.1. Extrato hidroalcolólico de Açaí.....	33
4.3.2. Quantificação de Polifenóis Totais.....	33
4.3.3. Determinação da Atividade Antioxidante pelo Método do Radical Livre DPPH*.....	35
4.3.4. Determinação da Atividade Antioxidante pelo Método do Radical Livre ABTS ⁺	37
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
5.1. Composição Centesimal	39
5.2. Quantificação de Polifenóis Totais	43
5.3. Avaliação da Atividade Antioxidante <i>in vitro</i>	44
6. CONCLUSÃO	46
REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO	47

ANEXO 1.....	59
---------------------	-----------

1. INTRODUÇÃO

É extremamente importante conhecer a proporção de nutrientes presentes nos alimentos, já que a composição nutricional possibilita a promoção da segurança alimentar e nutricional da população. Isto porque ao saber os nutrientes que o alimento possui é possível utilizá-lo no planejamento alimentar do indivíduo a fim de reduzir e/ou prevenir carências ou excessos nutricionais (NICHELLE; MELLO, 2018).

Os alimentos têm ganhado cada vez mais destaque nas pesquisas científicas e a literatura vem demonstrando os benefícios do consumo para promoção da saúde e qualidade de vida (EMBRAPA, 2010). Dessa forma, a alimentação é vista de forma a influenciar diretamente a saúde dos indivíduos, não possuindo apenas a função de produção de energia (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI, 2019). Neste contexto, aparecem os alimentos funcionais, que são aqueles que, além da função nutricional básica, quando consumidos, trazem benefícios à saúde do indivíduo, sem que seja necessária supervisão médica para seu consumo, de forma segura. Esses alimentos possuem compostos bioativos que atuam em processos metabólicos no organismo, prevenindo o aparecimento ou agravamento de algumas doenças (EMBRAPA, 2010).

Considerado um alimento que apresenta alegações de funcionalidade, o açaí, fruto da palmeira *Euterpe oleraceae* Martius, é bem descrito na literatura por possuir propriedades antioxidantes (LOBO; VELASQUE, 2016; CEDRIM; BARROS; NASCIMENTO, 2018). Segundo os autores esse seu efeito é devido, principalmente, à sua composição fitoquímica e a presença de um importante polifenol, da classe dos flavonoides, as antocianinas, responsável pela sua pigmentação roxa (BERNAUD; FUNCHAL, 2011). Esses compostos são capazes de inibir os efeitos deletérios causados pelos radicais livres, por possuir propriedades antioxidantes e consequentemente inibir o surgimento de algumas doenças metabólicas (CEDRIM; BARROS; NASCIMENTO, 2018).

Nos últimos 10 anos, pesquisadores da Universidade Federal de Ouro Preto tem estudado a polpa de açaí, os estudos mostram a caracterização dessa polpa e os efeitos biológicos em modelos experimentais e em humanos (Guerra *et al.*, 2011; Souza *et al.*, 2012; Pereira *et al.*, 2016; Pala *et al.*, 2018; Barbosa *et al.*, 2019). Fazendo uma busca de artigos científicos no site de busca *PUBMED* e *SciElo* é possível constatar que os estudos de caracterização, além de avaliarem a polpa do açaí, estudam também o fruto liofilizado ou algum tipo de extrato preparado com o açaí (Schauss *et al.*, 2006; Menezes, Torres e Srur,

2008; Carvalho *et al.*, 2016; Oliveira *et al.*, 2018), não sendo encontrado nenhum estudo de caracterização do açaí *in natura*.

O açaí *in natura* é a base da dieta da população do estado do Pará, combinada com farinha e peixe, principalmente daqueles com menor renda. É uma importante mercadoria regional, não sendo submetida a processos industriais, que modifiquem suas características naturais e normalmente é vendida no mercado varejista no estado (SANTANA *et al.*, 2015). Além disso, com a alta demanda no mercado nacional e internacional por produtos à base do açaí, toda a população dessa região se beneficiou com a geração de novos empregos (NOGUEIRA; SANTANA, 2016; TAVARES *et al.*, 2020).

Diante dessa importância nutricional e econômica do açaí para a região do Pará e a falta de estudos realizados com esse tipo de amostra, o presente estudo tem como objetivo analisar a composição nutricional e avaliar de forma *in vitro* a capacidade antioxidante do açaí *in natura*.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Alimentos e Alimentos Funcionais

Segundo a RDC nº 259 de 20 de setembro de 2002, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA) define alimento como “toda substância que se ingere no estado natural, semi-elaborada ou elaborada, destinada ao consumo humano, incluídas as bebidas e qualquer outra substância utilizada em sua elaboração, preparo ou tratamento, excluídos os cosméticos, o tabaco e as substâncias utilizadas unicamente como medicamentos” (BRASIL, 2002). Os alimentos podem ser de origem animal ou vegetal e possuem diferentes substâncias químicas que podem ser consideradas nutrientes ou não nutrientes, sendo essas essenciais para nutrir e manter o bom funcionamento do organismo (VASCONCELOS, 2016).

Nutriente é definido pela RDC nº 360 de 23 de dezembro de 2003 como “qualquer substância química consumida normalmente como componente de um alimento, que proporciona energia; é necessária ou contribua para o crescimento, desenvolvimento e a manutenção da saúde e da vida; cuja carência possa ocasionar mudanças químicas ou fisiológicas características” (BRASIL, 2003).

É importante conhecer a caracterização nutricional de um alimento a partir de sua composição físico-química, pois dessa forma podemos promover segurança alimentar e nutricional à população, ajudar na elaboração de programas de nutrição, saúde e educação, além de percorrer áreas da agricultura, indústria e marketing de alimentos, principalmente no Brasil, que possui grande biodiversidade e extensão territorial (NICHELLE; MELLO, 2018).

Os alimentos além de apresentarem em sua constituição química os nutrientes, eles apresentam outros compostos como ácidos orgânicos e fitoquímicos. O consumo de alguns nutrientes e alguns desses outros compostos, como os compostos fenólicos, tem ação de otimizar algumas funções fisiológicas, modulando positivamente o organismo. Essas substâncias são chamadas de compostos bioativos. Os alimentos que apresentam esses compostos bioativos são chamados de alimentos funcionais (PIMENTEL; ELIAS; PHILIPPI, 2019).

Não há uma definição internacional de alimento funcional, ela varia de acordo com a legislação de cada país. Segundo a Sociedade Brasileira de Alimentos Funcionais (SBAF), são considerados alimentos funcionais aqueles ingeridos na dieta habitual que possuem, além das funções nutricionais básicas, benefícios à saúde, efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e possam ser seguros para consumo, sem que seja necessário consulta médica prévia, além de sua eficácia e segurança serem asseguradas anteriormente por estudos científicos. Já a

ANVISA, apesar de não conceituar os alimentos funcionais, classifica tais alimentos em duas categorias: alegação de propriedade funcional, onde o nutriente ou não nutriente possui papel metabólico ou fisiológico no crescimento, desenvolvimento, manutenção entre outras funções no organismo humano; e alegação de propriedade de saúde, onde o alimento ou ingrediente possui relação com alguma doença ou condição relacionada à saúde (SALGADO, 2017).

Os alimentos funcionais atuam na área da nutrição e não na farmacologia, não sendo inclusos os suplementos alimentares e tendo o seu papel na redução de risco de doenças e não como cura e tratamento, além de trazer bem-estar. Podem afetar uma ou mais funções alvo no corpo, sendo elas o sistema gastrointestinal, sistema cardiovascular, metabolismo de substratos, crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular, comportamento das funções fisiológicas e pode também atuar como antioxidantes, dependendo do composto bioativo presente no alimento ou ingrediente (MORAES; COLLA, 2006).

2.2. Estresse oxidativo e o efeito antioxidante dos alimentos

Coelho e Oliveira (2014) definem radicais livres como átomos ou moléculas com existência independente, que possuem alta reatividade diante aos compostos que se aproximam de sua órbita externa, por conter um ou mais elétrons não pareados nesses orbitais. Os radicais livres podem ser espécies reativas de oxigênio (ERO) ou de nitrogênio (ERN), onde as EROs são formadas durante a respiração celular aeróbia, sendo apenas 3% do oxigênio consumido no processo responsável por sua formação e capazes de causar algum dano e as ERNs são produzidas ao final do metabolismo dos aminoácidos (COELHO; OLIVEIRA, 2014). A Tabela 1 mostra as principais EROs e ERNs geradas.

Tabela 1- Principais Espécies Reativas

Principais Espécies Reativas			
Espécies Reativas de Oxigênio		Espécies Reativas de Nitrogênio	
Superóxido	O_2^-	Óxido Nítrico	NO^\cdot
Hidroperoxila	HO_2^\cdot	Óxido Nitroso	N_2O_3
Hidroxila	HO^\cdot	Ácido Nitroso	HNO_2
Peróxido de Hidrogênio	H_2O_2	Nitritos	NO_2^-
		Nitratos	NO_3^-
		Peroxinitritos	$ONOO^\cdot$

Fonte: CAMPOS; LEME, 2018

Os radicais livres produzidos contínua e fisiologicamente no metabolismo mitocondrial, na via do ácido úrico, no processo de inflamação e fagócitos, no processo de isquemia e nos exercícios físicos, desempenham funções biológicas relevantes, sendo então essenciais quando em equilíbrio (SOARES *et al.*, 2015; VELLOSA *et al.*, 2021). Fatores externos podem contribuir com o aumento na produção de radicais livres como tabagismo, poluição, radiação, consumo de álcool, medicamentos e dieta inadequada. (COELHO; OLIVEIRA, 2014; VELLOSA *et al.*, 2021). E esse aumento na produção desses oxidantes pode gerar um quadro de desequilíbrio na relação de antioxidantes e oxidantes no organismo, conhecido como estresse oxidativo (SOARES *et al.*, 2015).

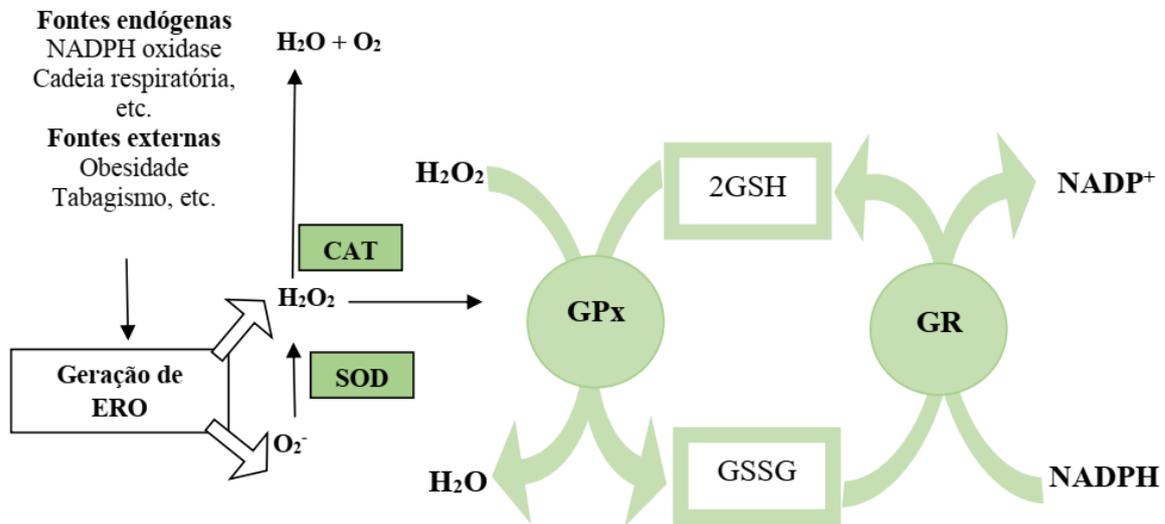
O quadro de estresse oxidativo está associado ao aparecimento de diversas doenças como as neurodegenerativas, alguns tipos de cânceres, as cardiovasculares, o diabetes mellitus e a hipercolesterolemia. (SOARES *et al.*, 2015). O excesso ou acúmulo das espécies reativas podem causar danos a macromoléculas, membranas celulares e ao DNA e os antioxidantes surgem para neutralizar parcial ou totalmente suas ações ou impedir sua formação, promovendo proteção celular (CAMPOS; LEME, 2018; COELHO; OLIVEIRA, 2014). Sua ação acontece em razão de sua estabilidade, doando um elétron ao radical livre, neutralizando-o (VELLOSA *et al.*, 2021).

Os antioxidantes são enzimas e componentes produzidos pelo organismo (endógeno) ou provenientes da dieta (exógeno) que apresentam ações benéficas à saúde como, inibição ou retardamento do surgimento de células tumorais, atraso do envelhecimento e prevenção de danos celulares decorrentes da ação dos oxidantes (COELHO; OLIVEIRA, 2014; VELLOSA *et al.*, 2021).

Os antioxidantes endógenos são compostos enzimáticos originários do metabolismo celular e dentre eles estão a superóxido dismutase (SOD), glutatinoxidase (GPx), glutatinoxidase (GR) e catalase (CAT) (CAMPOS; LEME, 2018; VELLOSA *et al.*, 2021). A Figura 1 mostra a ação das enzimas antioxidantes no combate às EROs.

Figura 1- Produção de ERO e atividade das enzimas antioxidantes.

A SOD transforma o O_2^- em H_2O_2 . A CAT decompõe o H_2O_2 , formando H_2O e O_2 . A GPx neutraliza H_2O_2 em H_2O , formando a glutatona oxidada (GSSG). A GSSG é reduzida pela ação da GR com o gasto energético do Fosfato de Dinucleotídeo de Adenina e Nicotinamida (NADPH), originando a glutatona reduzida (2GSH), a qual poderá ser reutilizada nesse ciclo para neutralizar o H_2O_2 .

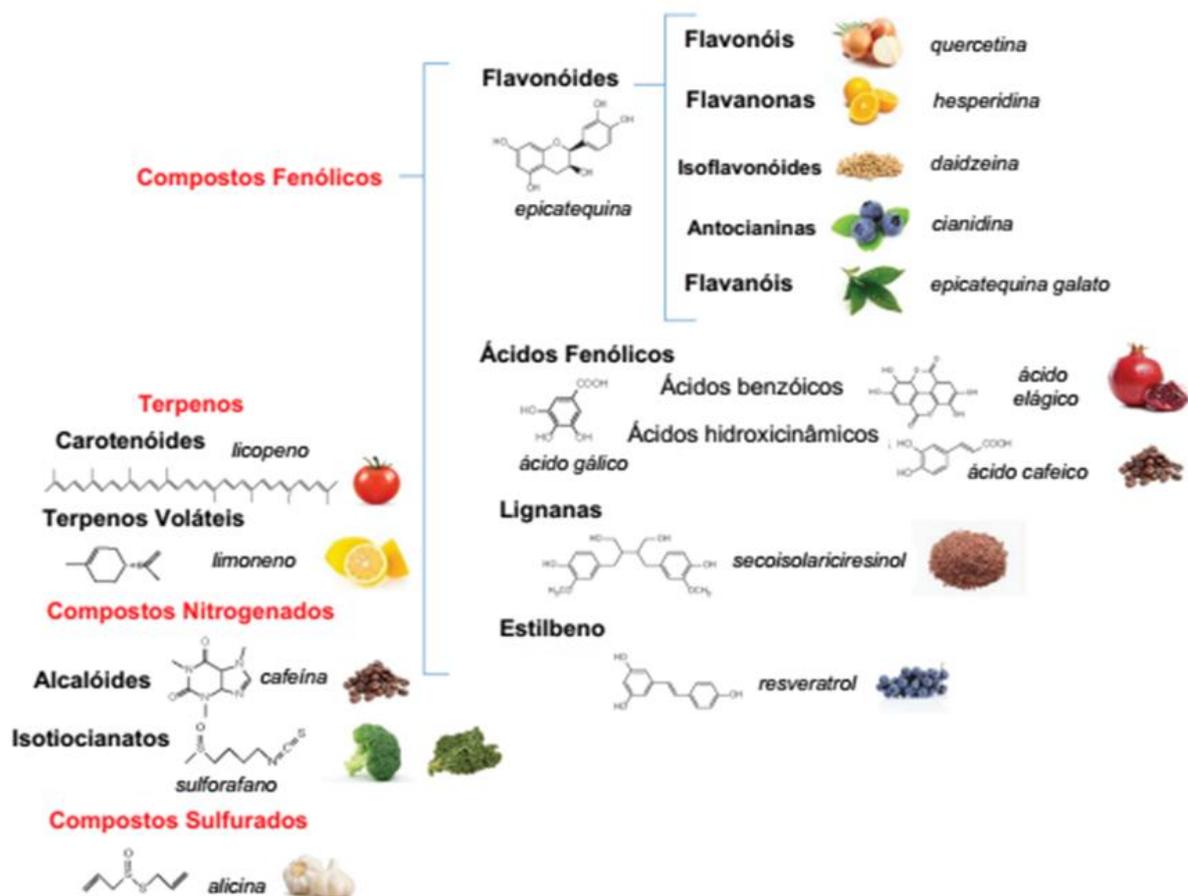


Fonte: SANTOS, 2019

Já os compostos não enzimáticos são adquiridos de forma exógena, através da alimentação, principalmente nas frutas e hortaliças e destacam-se a vitamina E, vitamina C, os carotenoides e os polifenóis, sendo os flavonoides um grupo que chama a atenção pela sua atividade biológica contra os oxidantes (SALGADO, 2017; VELLOSA *et al.*, 2021).

Polifenóis ou compostos fenólicos são compostos bioativos encontrados em frutas, hortaliças, legumes, folhas e cereais, contribuindo com a cor, adstringência e amargor do vegetal. Possuem um ou mais anéis aromáticos e são agrupados de acordo com sua estrutura química básica em grandes classes, sendo elas ácidos fenólicos, estilbenos, cumarinas, taninos e os mais abundantes, os flavonoides representando cerca de 60% dos polifenóis (LAJOLO; MERCADANTE, 2017; SOARES *et al.*, 2015) (Figura 2).

Figura 2- Estrutura comum dos Fitoquímicos



Fonte: FRAGA *et al.*, 2019

Possuindo mais de 5000 compostos identificados, os flavonoides são reconhecidos como pigmentos e por atribuir sabor aos frutos e vegetais e sua estrutura consiste em 2 anéis aromáticos (A e B) ligados a 3 átomos de carbono, formando um heterocíclico oxigenado (C). São subdivididos em seis classes: flavonóis, flavonas, isoflavonas, flavononas, flavanóis e antocianinas, esse último concede ao alimento pigmentação rosa, vermelha, azul ou roxa e está presente em alimentos como repolho, cebola, morango, uva e açaí (FALLER; FIALHO, 2009; PINHEIRO; CASÉ, 2009; ALCÁZAR-ALAY *et al.*, 2017).

Foi realizado um estudo por Pala *et al.* (2018) com a polpa de açaí, onde foi analisada a capacidade antioxidante total da polpa e se o seu consumo possui efeitos em biomarcadores do metabolismo redox. 40 mulheres saudáveis com idades entre 18 e 35 anos participaram do estudo e foram instruídas a manter sua dieta usual e adicionar 200 g da polpa de açaí/dia durante 4 semanas. A capacidade antioxidante total foi expressa em equivalente de Trolox e os resultados mostraram um aumento de 18% de sua capacidade antioxidante total. Foi avaliado também a atividade antioxidante na PON1, uma enzima associada ao HDL que inibe

a produção de ox-LDL e de produtos associados a oxidação lipídica, como o MDA, que também foram avaliados. Os resultados mostraram aumento de 28% na atividade da PON1 e diminuição de 61% dos níveis de ox-LDL e 68% dos níveis de MDA. Houve também diminuição de 21% das EROs produzidas pelos neutrófilos, sem mudanças nas concentrações de NO⁻ observadas. Esse estudo mostrou que o consumo da polpa de açaí obteve melhorias na defesa antioxidante no organismo, sendo um bom candidato a ser considerado um alimento funcional.

Alqarni *et al.* (2019) fez um estudo, com 30 ratos *Wistar* albinos, com o objetivo de investigar a capacidade dos compostos fenólicos presentes na tâmara (*Phoenix dactylifera* L.) com uma dieta rica em colesterol. Os ratos foram divididos randomicamente em 5 grupos, primeiro grupo controle; o segundo grupo recebeu apenas dieta rica em colesterol; o terceiro consumiu dieta com colesterol + 25 mg/kg de dieta com extrato de tâmara; o quarto, dieta com colesterol + 50 mg/kg da dieta com extrato de tâmara; e o último grupo, consumiu dieta com colesterol + 100 mg/kg de dieta com extrato de tâmara. As dietas e a água eram oferecidas *ad libitum* durante 28 dias. A atividade antioxidante foi analisada através das atividades das enzimas CAT, SOD e GR, no plasma e no fígado dos ratos. Os resultados mostraram que a atividade da CAT no plasma e no fígado foi maior no grupo controle e entre os ratos que consumiram dieta hipercolesterolêmica, a menor atividade foi entre os que consumiram apenas dietas com colesterol. Observou-se um aumento progressivo na atividade sérica de CAT entre os ratos que receberam as diferentes concentrações do extrato de tâmara até o máximo de 100 mg/kg. A atividade de SOD no plasma e no fígado também foi maior no grupo controle e menor no grupo que recebeu apenas dieta hipercolesterolêmica. No plasma, também houve aumento gradual entre os grupos que receberam a dieta com o extrato de tâmara até o grupo 5. Já no fígado, houve um aumento significativo nos ratos alimentados com dieta com o extrato de tâmara, mas o valor máximo ocorreu no grupo com 50 mg/kg, não sendo observado diferença com grupo que recebeu maior concentração. A GR também obteve maior atividade no grupo controle e menor atividade no grupo alimentado apenas com dieta hipercolesterolêmica no plasma e no fígado e aumentou progressivamente nas dietas de diferentes concentrações de extrato de tâmara até o máximo, no plasma. No fígado, os resultados mostraram maior atividade no grupo 4, que recebeu 50 mg/kg de dieta com extrato de tâmara. O estudo concluiu que a tâmara é uma boa fonte de polifenóis e resultou na melhora dos níveis de antioxidantes no plasma sanguíneo e no fígado, melhorando a defesa antioxidante em ratos com hipercolesterolemia.

Annunziata *et al.* (2020) em seu estudo analisou se o Taurisol[®], extrato polifenólico obtido da uva, é capaz de melhorar os marcadores antioxidantes como parâmetro da qualidade muscular em ratos idosos *Sprague-Dawley*. 24 ratos foram divididos em 3 grupos, grupo placebo idoso (n = 8), grupo controle jovem (n = 8) e grupo idoso (n = 8). Os grupos placebo idoso e controle jovem receberam a dieta de maltodextrina (50 mg/kg) e o grupo idoso a dieta de Taurisol[®] (100 mg/kg), por 30 dias e para a análise foram utilizados os músculos gastrocnêmicos dos animais. A capacidade antioxidante total foi avaliada pelo ensaio FRAP e mostrou que os ratos tratados com Taurisol[®] obtiveram capacidade antioxidante maior comparado aos do grupo placebo e não houve diferenças significativas entre os ratos idosos tratados com Taurisol[®] e os ratos controle jovens. As atividades enzimáticas dos antioxidantes CAT, GR e GPx de ratos controle jovens, foi maior que os outros dois grupos, já nos dois grupos idosos, as atividades do grupo placebo tiveram resultados significativamente menores. Não houve diferença nos resultados encontrados para a atividade de SOD em nenhum dos três grupos. O malondialdeído (MDA) e a Nitrotirosina (N-tyr) são biomarcadores de dano oxidativo e também foram avaliados. O MDA, é um marcador da peroxidação lipídica e o tratamento com Taurisol[®] neutralizou significativamente seu aumento, assim como os níveis de N-Tyr, ambos acontecem induzidos pelo envelhecimento. O estudo demonstrou aumento nos níveis da capacidade antioxidante e diminuição significativa no dano oxidativo a nível muscular, indicando redução significativa do estresse oxidativo.

As frutas que contêm compostos fitoquímicos com ação antioxidante, têm demonstrado efeito protetor contra doenças crônico-degenerativas e para avaliar a atividade antioxidante dessas frutas, vários métodos *in vitro* são utilizados na literatura (SUCUPIRA *et al.*, 2012). Os métodos mais utilizados na literatura são: FRAP (*Ferric Reducing Antioxidant Power*), onde é medido a capacidade de redução de um metal (complexo férrico-tripiridiltriazina (Fe^{3+} -TPZ) é reduzido ao complexo ferroso (Fe^{2+} -TPZ)) em condições ácidas; ORAC (*Oxygen Radical Absorbance Capacity*), que é medido através da perda do radical peroxil, que ao ser removido por um antioxidante, diminui a fluorescência das proteínas, a inibição da intensidade da fluorescência, é proporcional à atividade antioxidante da fruta; e os métodos que medem a capacidade de remoção de radical orgânico ABTS^{•+} (2,2,6,6-tetrametilpiperidina-1-oxil) e DPPH[•] (2,2-difenil-1-picril-hidrazil). Para determinar qual método é o mais apropriado, é necessário que se saiba se os compostos presentes na constituição de cada fruta são hidrofílicos ou lipofílicos, e faz-se necessário a utilização de

mais de um método para se representar de forma segura a capacidade antioxidante de uma fruta (SUCUPIRA *et al.*, 2012).

2.3. Açaí

O açaí é o fruto da palmeira frutífera perene *Euterpe oleracea* Martius, pertencente à família das *Arecaceae*, onde se encontra, predominantemente, em locais tropicais, em área de várzea e igapó (Figura 3). É nativo da Amazônia brasileira, sendo encontrado principalmente no Estado do Pará de forma natural e espontânea, onde floresce e dá frutos durante todo ano, ocorrendo com maior abundância entre janeiro a maio e setembro a dezembro. O fruto é globoso de cor violeta escura, diâmetro entre 1 e 2 cm e pesa em média 1,5 g (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000; EMBRAPA, 2005; PRAZERES; RODRIGUES; MAUÉS, 2019). A Figura 4 apresenta vários açaís maduros antes de serem colhidos.

Além do fornecimento de açaí, a palmeira também é a principal fonte para a agroindústria de palmito no Brasil, sendo então alternativa de colheita e fonte de renda para os ribeirinhos dependendo do valor dos dois produtos (EMBRAPA, 2005). Na década de 80 a produção de palmito superava a de açaí, ocorrendo então grande derrubada de árvores, prejudicando o cultivo do fruto. Mas em 1990 houve o aumento da demanda de açaí, pela sua valorização, o que resultou na queda da produção de palmito e conseqüentemente na derrubada das palmeiras, beneficiando a população regional e o meio ambiente (BENTES; HOMMA; SANTOS, 2017).

Figura 3- Palmeira *Euterpe oleracea* Martius



Fonte: EMBRAPA, 2005

Figura 4- Cacho com açaís maduros



Fonte: EMBRAPA, 2005

Por possuir quantidades significativas de antocianinas, responsável pela sua cor, o açaí vem ganhando destaque e estudos vêm mostrando que o seu consumo é capaz de controlar ou prevenir doenças como as doenças cardiovasculares, além de ação antiproliferativa, anti-inflamatória e cardioprotetora, indicando o fruto com alegação de propriedade funcional (CEDRIM; BARROS; NASCIMENTO, 2018). As classes de antocianinas encontradas no açaí são, perlagonidina-3-glucosídeo, cianidina-3-sambiosídeo, peonidina-3-glucosídeo, peonidina-3-rutinosídeo, cianidina-3-glucosídeo e cianidina-3-rutinosídeo, existindo uma prevalência entre as duas últimas (CEDRIM; BARROS; NASCIMENTO, 2018; PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012). Um estudo feito por Pozo-Insfran *et al.* (2004) mostrou outros polifenóis presentes no fruto em menores concentrações, são eles: ácido ferúlico, epicatequina, ácido p-hidroxibenzóico, ácido gálico, ácido protocatecuico, catequina, ácido elágico, ácido vanílico e ácido p-cumárico. Além dos fitoquímicos, o fruto também possui alto valor nutricional, por ser rico em proteínas, fibras e lipídeos e alto teor de umidade (OLIVEIRA *et al.*, 2020).

Para a população paraense, o açaí é considerado o principal alimento para consumo, sendo considerado não apenas um fruto que nutre, mas também um símbolo cultural, social, identitário e muito importante para a economia local, contribuindo para a renda de muitas famílias, sendo o Estado do Pará o líder na produção e consumo em todo o mundo (LOBATO; RAVENA-CAÑETE, 2019). Consumido *in natura*, principalmente pela população ribeirinha e por famílias de baixa renda em centros urbanos, é encontrado em feiras ou mercados, e normalmente é combinado com farinha seca, tapioca, charque, camarão ou peixe (NOGUEIRA; SANTANA; GARCIA, 2013; SANTANA *et al.*, 2015).

Lobato e Ravena-Cañete (2019), mostraram que além de sua tradicional forma de consumo, o açaí também é ingerido de outras formas no estado do Pará como em forma de mingau, acompanhado de arroz; em vinho e suco; picolé e sorvete; e na forma de sobremesa, quando adicionado açúcar e farinha de tapioca. Mas apesar dessas mudanças na forma de consumo, o estudo de Lobato e Ravena-Cañete (2019) mostrou que os paraenses ainda não experimentaram a forma como o açaí é consumido em outros estados, como um creme com adição de ingredientes como mel, granola, banana, kiwi morango, caldas e doces. Dessa forma, o açaí é consumido como alimento energético e é misturado ao xarope de guaraná e vendido em lanchonetes e casas especializadas (CORRÊA, 2014).

Para comercialização e consumo fora do estado e de outras formas, o açaí também passa por processamento, sendo consumido como açaí em pó, geleia de açaí, suco de açaí e

polpa de açaí pasteurizada, tendo então maior durabilidade e podendo ser utilizada em diversas preparações (ALMICO *et al.*, 2018). No processo de pasteurização, é proibida a adição de conservantes químicos e corantes e as características físico-químicas e microbiológicas devem estar de acordo com o estabelecido pela Instrução Normativa nº1 de 7 de janeiro de 2000, feita pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) e pela Resolução do Conselho (RDC) nº 12 de 2 de janeiro de 2001 (COUTINHO *et al.*, 2016).

Devido ao aumento no interesse pela comunidade científica em estudar o açaí, que até meados da década de 90 era comercializado basicamente para a população ribeirinha e de baixa renda local, ganhou adeptos e passou a ser vendido e exportado para todo o Brasil e mercado internacional. (NOGUEIRA; SANTANTA, 2016). O aumento da produção de açaí para exportação envolve extrativista, produtores, intermediários, indústrias de beneficiamento e batedores artesanais, o que gera emprego renda para as famílias e pequenos produtores locais (TAVARES *et al.*, 2020).

Com a vasta riqueza, diversidade e quantidade de espécies existentes na floresta amazônica, o extrativismo vegetal sempre foi uma importante atividade no contexto socioeconômico de seus estados, tendo a palmeira *Euterpe oleracea* Mart. Grande destaque entre as espécies (BENTES; HOMMA; SANTOS, 2017). Por ser encontrado principalmente no Pará, o estado é o maior produtor nacional do açaí, cuja produção foi de 1.398.328 t de fruto no ano de 2019, em uma área de 188.015 ha, equivalente a 94,41% da quantidade produzida no país. Os 5 maiores municípios produtores do fruto em 2019 foram Igarapé-Miri (30,30%), Cametá (12,08%) Abaetetuba (8,42%), Bujaru (5,41%) e Barcarena (5,30%) (PARÁ, 2020).

Estima-se que do açaí produzido, 60% são destinados para consumo local, 30% são exportados para outros estados, principalmente São Paulo, Rio de Janeiro, Minas Gerais, Ceará, o Distrito Federal e o estado do Espírito Santo tendo um crescimento na compra do produto, e 10% exportados para o comércio exterior, havendo uma hegemonia de venda para os Estados Unidos da América e aumento nos países ao redor no mundo, de 31 países em 2012 para 42 em 2017 (TAVARES *et al.*, 2020).

Vários estudos estão sendo feitos para demonstrar a atividade antioxidante e os benefícios à saúde que o açaí pode trazer, dentre eles, Souza *et al.* (2010), observou a ingestão de polpa de açaí em ratas *Fischer*, separadas em dois grupos, um controle e outro hipercolesterolêmico, alimentadas durante 6 semanas. Os resultados demonstraram diminuição dos níveis de colesterol total e da lipoproteína de baixa densidade (LDL),

caracterizando melhora no perfil lipídico das ratas. Houve também melhora no estado oxidativo com a diminuição dos níveis séricos de proteínas carboniladas, aumento dos grupos sulfidrila total, redução na atividade da enzima superóxido dismutase e o aumento da atividade da enzima paraoxonase.

O estudo feito por Udani *et al.* (2011), foi realizado com 10 indivíduos com excesso de peso e seu objetivo foi observar o efeito do consumo de 200 g/dia durante 30 dias de polpa de açaí, sobre os fatores de risco para distúrbios metabólicos. Houve diminuição nos níveis médios de glicemia em jejum e de insulina em jejum no plasma. A ingestão da polpa de açaí também causou controle lipídico com a redução dos níveis do colesterol total e do LDL. Os níveis de HDL não foram alterados significativamente, mas a proporção do colesterol total para o HDL foi reduzida. Não houve mudanças significativa nos resultados da proteína C reativa e na pressão arterial dos indivíduos, mas sugere que a ingestão de polpa de açaí causa a melhora de alguns fatores de risco de algumas doenças crônicas.

O estudo realizado por Barbosa *et al.* (2016), avaliou o efeito da ingestão de 200 g/dia da polpa de açaí na prevenção de danos oxidativos, em 35 mulheres saudáveis durante 4 semanas, através de biomarcadores do dano oxidativo. Os resultados mostraram aumento na capacidade antioxidante total, com o aumento da enzima catalase e diminuição significativa da produção de EROs. Houve também diminuição da proteína carbonilada (marcador de dano oxidativo) e aumento dos grupos sulfidrila sérico total (marcador da capacidade antioxidante). Sendo assim, houve uma modulação da atividade antioxidante com a ingestão da polpa de açaí com a neutralização dos radicais livres, evitando o estresse oxidativo.

Em seu estudo, Alessandra-Perini *et al.* (2018) induziu o tumor de mama com 25 mg de 7,12-dimetilbenzantraceno (DMBA), em 40 ratas *Wistar* 1 dia após serem divididas em dois grupos, o primeiro recebeu 200 mg/kg de açaí misturado em solução salina e o segundo apenas solução salina. Ambos os grupos receberam tratamento durante 16 semanas. Os resultados mostraram que do grupo controle, 100% das ratas foram diagnosticadas com câncer e 13 morreram, obtendo uma taxa de mortalidade de 65%, enquanto as que receberam a solução com açaí, 50% foram diagnosticadas com câncer de mama e apenas 3 morreram, com a taxa de mortalidade de 15%. Nesse sentido, o estudo sugere que o consumo de açaí previne a carcinogênese induzida pelo método DMBA. No grupo controle houve também maior resposta inflamatória, apresentando maior presença de macrófagos comparado ao grupo do açaí, mostrando uma potencial atividade anti-inflamatória.

Cruz *et al.* (2019) realizou um estudo com 14 corredores (8 corredores no grupo açaí e 6 corredores no grupo controle), onde avaliou os efeitos da suplementação de 200 g/dia de açaí sobre a atividade de Creatinaquinase (CK), a percepção subjetiva de esforço (PSE) e a composição corporal durante 25 dias. Apesar de não interferir na PSE e na composição corporal dos corredores, houve efeito na atividade de CK 24 horas após esforço, onde se mostrou significativamente menor no grupo açaí que no grupo controle. A CK é uma proteína utilizada para investigação de lesão muscular causada pós-exercício pelo acúmulo de EROs e, conseqüentemente, estresse oxidativo. Nesse sentido, o efeito antioxidante do açaí mostrou resultado nesse estudo.

O açaí é um fruto brasileiro muito estudado pelos seus efeitos benéficos à saúde, porém, na literatura, a caracterização desse fruto se encontra apenas em forma de polpa congelada ou o açaí liofilizado ou algum tipo de extrato preparado com partes do fruto. Sendo assim, o objetivo desse estudo é fazer a composição nutricional e a atividade antioxidante do açaí em sua forma *in natura*, como é consumido no Pará.

3. OBJETIVO

3.1. Objetivo geral

O objetivo desse trabalho foi realizar a caracterização do açaí *in natura* obtido no estado do Pará, a partir da análise da composição nutricional e da avaliação da atividade antioxidante *in vitro*.

3.2. Objetivos Específicos

- Realizar a composição centesimal do açaí *in natura*;
- Quantificar o teor de polifenóis totais presentes no açaí *in natura*;
- Avaliar a atividade antioxidante do açaí *in natura* pelo método da captura do radical livre DPPH*;
- Avaliar a atividade antioxidante do açaí *in natura* pelo método da captura do radical livre ABTS*+.

4. METODOLOGIA

4.1. Açaí *in natura*

O açaí utilizado no presente estudo foi adquirido em uma única remessa da cidade de Belém, PA, Brasil. O mesmo foi colhido maduro, colocado de molho por 4 a 6 horas (Proporção Açaí x Água - 2x1). Após o tempo de molho o açaí foi imediatamente batido e posteriormente congelado para então ser enviado à Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP), na cidade de Ouro Preto – MG.

Após aquisição, as amostras de açaí foram mantidas em freezer à -20°C, dentro de saco plástico preto para que fosse mantido em local escuro, para evitar perda de alguma propriedade fotossensível, no Laboratório de Bioquímica Nutricional e Biologia (BIONUT) da Escola de Nutrição na Universidade Federal de Ouro Preto. Foram posteriormente descongeladas, divididas em 3 partes, congeladas novamente e as quantidades necessárias para os ensaios experimentais eram descongeladas antes de cada procedimento do experimento. O açaí utilizado no presente estudo possui cadastro para atividade de acesso no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SisGen), em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 (Cadastro nº AB80E26) (Anexo 1).

4.2. Análise da Composição Centesimal

4.2.1. Determinação da Umidade

Segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), a umidade ou teor de água total presente no alimento, é obtida através da perda de peso da amostra a partir do seu aquecimento com controle do tempo e temperatura. Para se determinar o teor de umidade presente no açaí foi utilizado o método de secagem direta em estufa simples a 150°C até peso constante (Instituto Adolfo Lutz, 2008), a análise foi realizada no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto.

Primeiramente, 12 placas de *Petri* com tampa foram deixadas na estufa à 105°C por 1 hora, posteriormente resfriadas em dessecador por 30 minutos e pesadas vazias em balança analítica. Em cada placa foi colocado aproximadamente 10 g de açaí descongelado (tarou-se a balança antes da pesagem do açaí). O peso da placa vazia foi considerado como o Peso Inicial (PI) e do açaí como Peso da Amostra (PA). Para as pesagens, foi utilizada uma balança analítica

Foi realizado uma rampa de temperatura e tempo de aquecimento para a secagem do açaí, conforme demonstrado na Tabela 2, com a finalidade de reduzir interferências no processo de secagem da amostra. Na 4ª etapa da secagem foi atingido o peso constante (o que indica o peso final da análise de umidade) e assim este valor da pesagem foi considerado como Peso Final (PF).

Tabela 2- Tempo de secagem da amostra

Secagem	Temperatura (°C)	Tempo (Horas)
1ª	65	4
2ª	75	3
3ª	105	2
4ª	105	2

O percentual de umidade foi obtido utilizando os cálculos a seguir:

$$\text{Sólidos Totais (ST)} = \frac{\sum \text{PF} - \sum \text{PI}}{\sum \text{PA}} \times 100$$

$$\% \text{ Umidade} = 100 - \text{ST}$$

Onde:

$\sum \text{PF}$ = Somatória do Peso Final de todas as placas de *Petri* com a amostra após secagem

$\sum \text{PI}$ = Somatória do Peso Inicial de todas as placas de *Petri* vazias

$\sum \text{PA}$ = Somatória do Peso da Amostra

4.2.2. Determinação de Lipídios Totais

A determinação de lipídeos totais (extrato etéreo) de uma amostra de alimento pode ser realizada utilizando o método de *Soxhlet*, que consiste na extração do lipídio da amostra por um solvente orgânico e posterior evaporação deste solvente e pesagem do lipídeo (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Todo o procedimento foi realizado em triplicata, no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, utilizando o

éter de petróleo como solvente orgânico e o extrato seco do açaí obtido após a análise de umidade.

Brevemente, balões de vidro de fundo chato foram secados em estufa à 105°C por 1 hora, posteriormente resfriados em dessecador por 30 minutos e pesados em balança analítica, Peso Inicial (PI). Foi adicionado em cada cartucho de celulose aproximadamente 4,5 g de extrato seco de açaí, Peso da Amostra (PA). Os balões e os cartuchos com a amostra foram acoplados ao aparelho de *Soxhlet* e então adicionado o solvente para começar o processo. O éter de petróleo ao ser aquecido passa pelo cartucho, extraindo o lipídio que é depositado no balão de vidro. Após a extração, os balões foram levados para a estufa a 105°C para a evaporação do solvente restante e posteriormente pesados para determinar o teor de lipídios totais presentes na amostra, Peso Final (PF).

O cálculo para o teor de lipídios se encontra na fórmula abaixo.

$$\text{Lipídio (g)} = \left(\left(\frac{\sum \text{PF} - \sum \text{PI}}{\sum \text{PA}} \times 100 \right) \times \text{ST} \right) / 100$$

Onde:

$\sum \text{PF}$ = Somatória do Peso Final de todos os balões de vidro após evaporação do solvente.

$\sum \text{PI}$ = Somatória do Peso Inicial de todos os balões de vidro vazios

$\sum \text{PA}$ = Somatória do Peso da Amostra

ST = Sólidos Totais

4.2.3. Determinação de Proteína

Para a determinação do teor de proteína presente no açaí foi utilizado o método de *Kjeldahl*, considerando o valor de 6,25 como fator de conversão do teor de nitrogênio presente para o teor de proteína (Instituto Adolfo Lutz, 2008). O método de *Kjeldahl* é dividido em 3 etapas, sendo elas: digestão, destilação e titulação. Todo o procedimento foi realizado em triplicata, no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto.

Digestão

Esse processo transforma o nitrogênio presente na amostra em sulfato de amônia (Instituto Adolfo Lutz, 2008). Brevemente, em cada tubo de digestão foi adicionado 10 g de mistura catalítica ($\text{Na}_2\text{SO}_4 + \text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) e 10 mL de ácido sulfúrico concentrado (H_2SO_4), os tubos foram colocados em um bloco digestor e a temperatura foi sendo elevada gradativamente até 350°C (até que a coloração das soluções fosse alterada). Foram utilizados 5 tubos de digestão, onde 3 foram adicionados aproximadamente 0,4 g de açai e 2 foram utilizados como brancos.

Destilação

Para a destilação, os tubos foram acoplados em um destilador de nitrogênio (TECNAL, TE – 0363) onde foi adicionado hidróxido de sódio (NaOH) 50% no copo dosador. Nessa etapa, o NaOH é responsável por liberar a amônia do sulfato de amônia presente no tubo de digestão (Instituto Adolfo Lutz, 2008), que é depositada em um erlenmeyer adicionado de 50 mL de ácido bórico (H_3BO_3) e 5 gotas de indicador Misto de Tashiro.

Titulação

A titulação do conteúdo do erlenmeyer foi realizada em microbureta de 5 mL com ácido clorídrico (HCl) 0,1 mol/L; $F_c = 0,947$ até o ponto de viragem.

O cálculo para obtenção do teor de proteína foi feito pela fórmula:

$$\text{Proteína} = \frac{V_{\text{HCl}} \times FP \times 0,14 \times 0,947}{P_{\text{Ia}}}$$

Onde:

VHCl= Volume utilizado de HCl

FP* = Fator Proteico

PIa = Peso inicial da amostra

4.2.4. Determinação de Cinzas

Para determinar o teor de cinzas ou resíduo mineral fixo (teor total de minerais presente na amostra de alimento), foi utilizado o método de incineração em forno do tipo mufla à temperatura de 550°C (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

Brevemente, em 4 cadinhos de porcelana previamente calcinados em forno do tipo mufla por 1 hora na temperatura de 550°C e pesados receberam aproximadamente 5 g da amostra. As amostras foram levadas ao forno mufla à aproximadamente 550°C onde foram carbonizadas por completo, até a obtenção do resíduo mineral fixo (coloração cinza - branca) e posteriormente, após serem resfriadas em dessecador, foram novamente pesadas. Todo o procedimento foi realizado em triplicata, no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto.

O teor de cinzas foi definido a partir dos cálculos a seguir:

$$\text{Cinza (g)} = \frac{\sum \text{PFc} - \sum \text{PIc}}{\sum \text{PA}} \times 100$$

Onde:

$\sum \text{PF}$ = Somatória do Peso Final do cadinho + amostra

$\sum \text{PI}$ = Somatória do Peso Inicial do cadinho vazio

$\sum \text{PA}$ = Somatória do Peso da Amostra

4.2.5. Determinação de Fibra Alimentar Total

A determinação de fibra alimentar total foi realizada pelo método enzimático-gravimétrico (Instituto Adolfo Lutz, 2008), que, segundo o Instituto Adolfo Lutz (2008), simula o processo de digestão do trato gastrointestinal por degradar amostra de alimento que está sendo analisada por enzimas do tipo amilase e protease, permitindo a separação e quantificação da fibra solúvel, fibra insolúvel e fibra total. Todo o procedimento foi realizado em triplicata, no Laboratório de Bromatologia da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto, sendo importante mencionar que as amostras de açaí utilizadas foram previamente secas e desengorduradas.

Foram utilizados 12 cadinhos de filtração previamente preparados e enumerados. Os cadinhos foram colocados em estufa à 105°C por 1 hora e resfriados em dessecador por 30 minutos. Para otimizar a filtração das amostras, aproximadamente 1 g de celite foi colocado para forrar o fundo de cada cadinho, levados para estufa à 105°C por 2 horas e resfriados em dessecador por 30 minutos. Esse conjunto cadinhos + celite foi pesado e guardados em dessecador até a utilização.

Para preparação das análises, 4 béqueres de 500 mL foram usados e aproximadamente 1 g de amostra foi pesada e colocada em cada um deles. Adicionalmente, 2 béqueres de 500 mL foram usados como branco (onde não foi adicionado amostra de açaí). Para digestão das amostras foi adicionado em cada béquer 50 mL de uma solução de tampão fosfato com pH 6,0. Em seguida, 0,1 mL da solução Termamyl (enzima Liquozyme – α -amilase) foi adicionado e os béqueres levados a banho-maria à 95°C por 30 minutos. Após resfriamento, o pH foi ajustado em 7,5, \pm 0,2, adicionando aos poucos 10 mL de NaOH 0,275 mol/L. 0,1 mL da solução de Protease (enzima Alcalose) foi adicionada e as amostras incubadas em estufa à 60°C por 30 minutos, sofrendo agitação manual de 5 em 5 minutos. Após resfriamento, o pH foi acertado para 4,0 e 4,6 acrescentando 10 mL de HCl 0,325 mol/L. Por fim, foi adicionado a enzima Amiloglucosidase (amilase) e realizado o mesmo processo da enzima Alcalose. Durante todo o procedimento com as enzimas, os béqueres estavam devidamente cobertos com papel alumínio e para verificação do pH foi utilizado um pHmetro, previamente calibrado.

Após esse processo de digestão, os cadinhos de filtração preparados anteriormente, foram conectados a um Kitassato ligado a uma bomba a vácuo e o conteúdo digerido totalmente filtrado. O resíduo retido no cadinho foi utilizado para a determinação da fibra insolúvel presente na amostra de açaí. Os cadinhos foram para secagem em estufa à 105°C e então mantidos em dessecador para posterior pesagem e determinação de cinzas totais pelo método de incineração em forno de mufla e de proteínas pelo método de *Kjeldahl* (esses valores devem ser descontados no cálculo do teor de fibra insolúvel presente na amostra).

O filtrado presente no Kitassato era colocado de volta a seus respectivos béqueres. Ao material restante em cada béquer, foi adicionado 350 mL de etanol 95% e deixado *overnight* em temperatura ambiente, o que resultou em um precipitado (fibra solúvel). Os cadinhos de filtração restantes foram conectados ao Kitassato e então realizada a filtração. Ao final de cada filtração, os cadinhos foram “lavados” com 40 mL de etanol 78%, 20 mL de etanol 95% e 30 mL de acetona respectivamente. O resíduo retido nos cadinhos após essa filtração foi utilizado para a determinação da fibra solúvel. Assim como a fibra insolúvel, os cadinhos foram para secagem em estufa à 105°C e então mantidos em dessecador para posterior pesagem e determinação de cinzas totais pelo método de incineração em forno de mufla e de proteínas pelo método de *Kjeldahl* (esses valores devem ser descontados no cálculo do teor de fibra solúvel presente na amostra).

Foi utilizado uma metodologia gravimétrica, sendo feito o cálculo por diferença de massa. O resultado do teor de fibras totais foi obtido pelo somatório de fibras insolúveis e solúveis.

4.2.6. Determinação de Carboidrato

A quantificação de carboidrato foi calculada utilizando o método da diferença, a partir da subtração em cem dos valores obtidos para umidade, lipídios, proteína, cinzas e fibra alimentar total (Instituto Adolfo Lutz, 2008).

O resultado encontrado para a quantificação de carboidrato se encontra no cálculo abaixo:

$$CHO = 100\% - \Sigma AB$$

Onde:

CHO: Carboidrato

AB: umidade, cinzas, proteínas, lipídeos e fibras solúvel e insolúvel

4.2.7. Quantificação do Valor Energético Total

A quantificação do Valor energético total foi calculada a partir da soma dos valores energéticos encontrados para os teores de Lipídios totais, Proteína e Carboidrato (MAHAN; ESCOTT-STUMO; RAYMOND, 2012).

$$\text{Valor Energético (Kcal)} = ((LIP (g) \times 9) + (PTN (g) \times 4) + (CHO (g) \times 4))$$

Onde:

LIP: Lipídios totais

PTN: Proteína

CHO: Carboidrato

4.3. Análise da atividade Antioxidante

Todos os procedimentos desta etapa de análise foram realizados no Laboratório de Bioquímica Nutricional e Biologia Molecular (BIONUT) da Escola de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto. Para a realização primeiramente foi feito um extrato hidroalcolico do açaf.

4.3.1. Extrato hidroalcolico de Açai

Para a obtenção do extrato foi utilizado a metodologia proposta por Larrauri, Rupérez e Saura-Calixto (1997), com algumas adaptações (EMBRAPA, 2007a).

Em um béquer com 5 g de açai foi adicionado 4 mL de uma mistura de metanol + água destilada (50:50, v/v), acondicionado em papel alumínio para que não houvesse entrada de luz, e deixado durante 1 hora em local escuro, em temperatura ambiente. Após o tempo estabelecido, o conteúdo foi distribuído em tubos do tipo *falcon* e centrifugados durante 15 minutos em rotação máxima (5000 rpm) na Centrífuga Excelsa II 206 BL FANEM®. O sobrenadante foi retirado e colocado em um balão volumétrico de 10 mL, que foi tampado e guardado em local escuro à temperatura ambiente.

No precipitado foi adicionado 4 mL de uma mistura de acetona + água destilada (70:30, v/v) e feito o mesmo procedimento efetuado anteriormente com a mistura de metanol + água destilada. O sobrenadante foi retirado e colocado ao mesmo balão volumétrico de 10 mL. Para completar o balão, foi utilizada água destilada. Os extratos foram armazenados em ependorfs escuros de 2 mL e mantidos em congelador à -20°C para as análises posteriores. O extrato foi realizado em triplicata.

4.3.2. Quantificação de Polifenóis Totais

Para quantificar os polifenóis totais presentes no extrato hidroalcolico do açai, foi utilizado a metodologia do Folin-Ciocalteu (GEORGÉ *et al.*, 2005). Onde o reagente Folin-Ciocalteu, de coloração verde, que contém os ácidos fosfotungstico ($H_3PW_{12}O_{40}$) e fosfomolibdico ($H_3PMo_{12}O_{40}$) ao oxidar os compostos fenólicos presentes na amostra, se reduz em óxidos de tungstico (W_8O_{23}) e molibdênio (Mo_8O_{23}), que apresentam coloração azul.

Preparo das soluções

A solução de carbonato de sódio (Na_2CO_3) foi preparada diluindo 3,76 g de Na_2CO_3 em água, em um balão volumétrico de 50 mL. Já a solução de Folin-Ciocalteu (1:10 v/v), foi preparada no momento da análise, em um tubo de vidro, sendo a proporção de 2:18 (Folin-Ciocalteu:Água destilada).

Uma curva padrão foi construída a partir de uma solução mãe do antioxidante ácido gálico (200 mg/L). A solução foi diluída em água destilada em 7 concentrações diferentes (2,5 mg/L, 5,0 mg/L, 15,0 mg/L, 25,0 mg/L, 50,0 mg/L, 75,0 mg/L e 100,0 mg/L).

Procedimento de dosagem

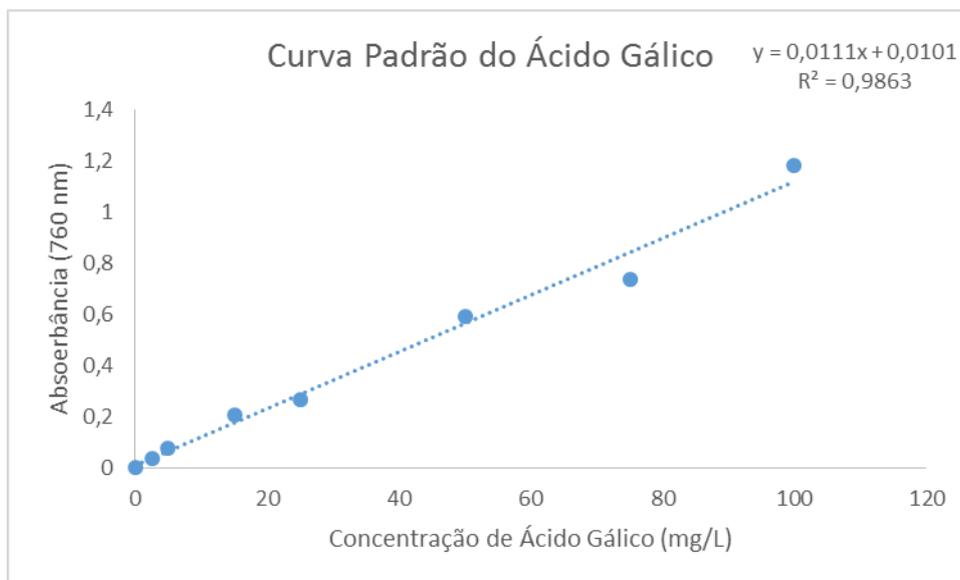
Brevemente, 0,5 mL de cada diluição da curva padrão foi transferida para um tubo do tipo *falcon*, adicionado 3 mL da solução de Folin-Ciocalteau e deixado em repouso por 3 minutos. Após o tempo em repouso, 2,5 mL da solução de Na_2CO_3 foi adicionado, homogeneizado, mantido em repouso por 1 hora, envolto com papel alumínio e na ausência de luz. Foi realizado a leitura das absorvâncias em espectrofotômetro no comprimento de onda de 760 nm.

O extrato de açaí foi diluído em 3 concentrações distintas (10x; 15x e 20x), em triplicata. Para a análise, 2,5 mL da solução de Folin-Ciocalteau foi transferida para tubos do tipo *falcon* e 0,5 mL das amostras de açaí adicionadas e mantidas em repouso por 3 minutos (para o branco, foi adicionado 0,5 mL de água destilada). Após o repouso, 2,0 mL da solução de Na_2CO_3 foi adicionada em cada tubo do tipo *falcon*, homogeneizada, deixado em repouso por 1 hora, coberto com papel alumínio e sem luminosidade. Após 1 hora a leitura das absorvâncias foi realizada em espectrofotômetro no comprimento de onda de 760 nm.

Calculo dos resultados

Para o cálculo foi construído um gráfico com os valores de absorvância e concentração da curva padrão e após uma análise de regressão linear foi obtido a equação da reta (Figura 5) e realizado o cálculo da quantidade de polifenóis totais presentes no açaí, que foram expressos em Equivalentes de Ácido Gálico por 100 g de amostra.

Figura 5- Curva Padrão de Ácido Gálico para o cálculo de Polifenóis Totais



4.3.3. Determinação da Atividade Antioxidante pelo Método do Radical Livre DPPH[•]

O método do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH[•]) utilizado foi o proposto por Sánchez-Moreno *et al.* (1998) com modificações proposta pela Embrapa Agroindústria Tropical (2007a). A técnica consiste no sequestro do radical livre DPPH[•], que possui cor púrpura, pela transferência de elétrons do antioxidante presente na amostra. Nesse processo, o DPPH[•] é reduzido a difenil-picril-hidrazina, de coloração amarela. Sua análise é feita pelo monitoramento do decréscimo da absorbância no comprimento de onda de 515 nm. (NASCIMENTO, 2011; EMBRAPA, 2018)

Preparo das soluções

Para o preparo da solução controle foram misturadas em um tubo do tipo *falcon* 4 mL da solução de álcool metílico 50%, 4 mL da solução de acetona 70% e 2 mL de água destilada.

Para o preparo da solução de DPPH[•] na concentração de 60 µM foi pesado 0,6 mg de DPPH[•] em um béquer e posteriormente diluído em álcool metílico em um balão volumétrico de volume final de 25 mL, essa solução foi envolvida no papel alumínio.

Foram feitas 4 diferentes diluições do extrato de açaí, em triplicata cada diluição. Para a primeira diluição, foi pipetado 1 mL do extrato de açaí puro e transferido para um ependorf.

Na segunda, 0,500 mL do extrato de ação foi diluída em 0,500 mL de água destilada. A outra diluição foi feita com 0,250 mL de extrato de açaí de 0,750 mL de água destilada. A última, 0,125 mL de extrato de açaí foi diluído em 0,875 mL de água destilada.

Procedimento de dosagem

Em tubos do tipo *falcon* foram adicionados 0,1 mL de cada diluição do extrato de açaí e 3,9 mL da solução inicial de DPPH^{*}. Para o tubo nomeado de controle (utilizado nos cálculos), foi adicionado 0,1 mL de solução controle e 3,9 mL do radical DPPH^{*}. Cada tubo foi homogeneizado no vórtex. Em seguida, foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 515 nm. A leitura foi realizada no tempo zero e a cada 30 minutos, até o tempo final de 120 minutos. O equipamento foi calibrado com álcool metílico.

Adicionalmente foi realizada a leitura da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 515 nm de diferentes diluições (em álcool metílico) da solução inicial do DPPH^{*} (10 µM, 20 µM, 30 µM, 40 µM, 50 µM e 60 µM) para a determinação da curva do DPPH^{*}, utilizada nos cálculos posteriores.

Após a leitura da absorbância foram calculados a Atividade Antioxidante (AAT), a porcentagem de inibição e o Índice de Atividade Antioxidante (IAA).

Cálculo dos resultados

A porcentagem de Inibição foi feita conforme a fórmula descrita por Scherer e Godoy (2009):

$$\% \text{ Inibição} = [(A_{\text{Controle}} - A_{\text{Extrato}}) / A_{\text{Controle}}] \times 100$$

A partir da % de Inibição foi possível construir um gráfico com os valores da % de Inibição x concentração (µg/mL) do extrato para encontrar o valor de IC₅₀, que representa a concentração de açaí necessária para inibir a solução inicial de DPPH^{*} em 50%.

O IAA foi calculado através da fórmula também descrita por Scherer e Godoy (2009):

$$\text{IAA} = [] \text{ da solução de DPPH}^* (\mu\text{g/mL}) / \text{IC } 50\% (\mu\text{g/mL})$$

Onde:

IAA < 0,5: Pobre atividade antioxidante

IAA entre 0,5 e 1: Moderada atividade antioxidante

IAA entre 1 e 2: Forte atividade antioxidante

IAA > 2: Muito forte atividade antioxidante

4.3.4. Determinação da Atividade Antioxidante pelo Método do Radical Livre ABTS^{•+}

Para a avaliação da atividade antioxidante pelo método da captura do radical livre 2,29-azinobis-(3-ethylbenzothiazoline-6-sulfonic acid) (ABTS^{•+}) foi utilizado a metodologia proposta por Kuskoski *et al.* (2005) com modificações proposta pela Embrapa Agroindústria Tropical (2007b). Este método permite avaliar a atividade antioxidante de compostos hidrofílicos e lipofílicos (TIVERON, 2010), o radical ABTS^{•+}, que possui cor esverdeada, é reduzido à ABTS pelos antioxidantes presentes na amostra a ser avaliada, sendo possível observar o declínio da sua coloração por espectrofotometria no intervalo de comprimento de onda de 600 e 750 nm. O resultado encontrado é expresso em função do antioxidante Trolox (TIVERON, 2010).

Preparo das soluções

O radical ABTS^{•+} foi preparado através da reação de 5 mL da solução de ABTS 7mM, feita pela dissolução de 38,9 mg de ABTS em água destilada até completar um balão volumétrico de 10 mL, com 88 µL da solução de persulfato de potássio (onde 378,1 mg de persulfato de potássio foram diluídas em água destilada até completar o volume de 10 mL em um balão volumétrico). A mistura foi deixada por 16 horas em um tubo de vidro, temperatura ambiente e na ausência de luminosidade, sendo utilizado papel alumínio para evitar incidência de luz. Após o tempo previsto, a solução foi diluída em álcool etílico até obter valores de absorbância de 0,700 nm ($\pm 0,05$ nm) no comprimento de onda 734 nm. As concentrações utilizadas foram 25 µL de ABTS^{•+} e 175 µL de álcool etílico e a absorbância encontrada 0,746 nm.

A solução padrão foi feita com o antioxidante sintético trolox na concentração de 1 mM (onde 24,2 mg de trolox foi diluído em álcool etílico até completar o volume de um balão volumétrico de 50 mL), em seguida foram realizadas diluições seriadas para se obter as seguintes concentrações do trolox: 0,1 mM, 0,3 mM, 0,5 mM, 0,7 mM e 1,0 mM.

Foram realizadas diferentes diluições do extrato de açaí, estas foram preparadas em triplicada. A primeira amostra, 200 µL do extrato de açaí puro foi transferido para um ependorf. A segunda amostra foi diluída em 2x, sendo 0,100 mL de extrato de açaí diluída em 0,100 mL de água destilada. A diluição da terceira amostra foi feita de 4x, sendo 50 mL de extrato de açaí diluído em 0,150 mL de água destilada. A última amostra foi diluída 10x, onde 0,20 mL de extrato de açaí foi diluído em 0,180 mL de água destilada.

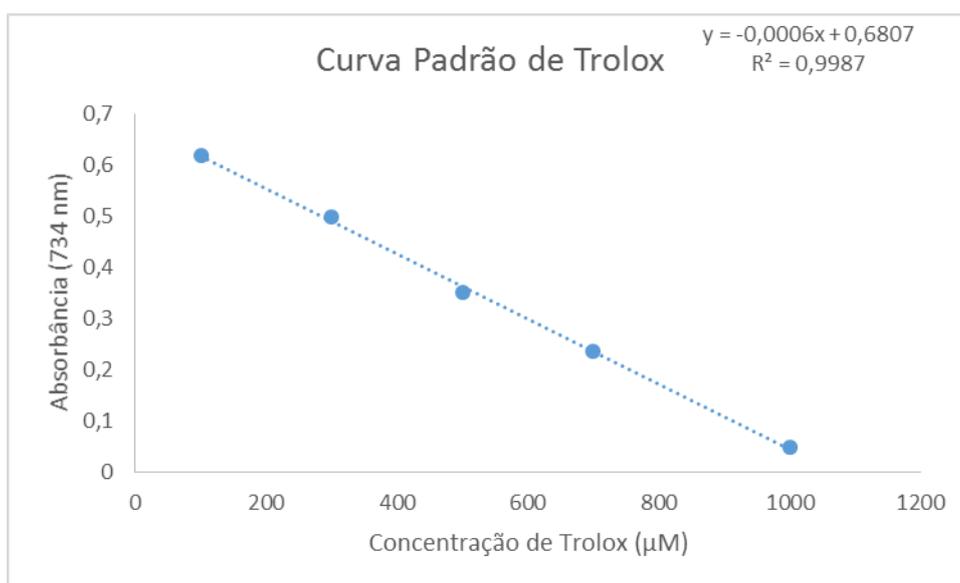
Procedimento de dosagem

Em tubos do tipo *falcon* foram adicionados 30 µL de cada diluição da solução de trolox ou de cada diluição do extrato do açaí e 3,0 mL do ABTS⁺. Todos os tubos foram homogeneizados em vórtex e feito a leitura da absorbância em espectrofotômetro no comprimento de onda de 734 nm, em exatamente 6 minutos após a adição dos reagentes. O álcool etílico foi utilizado para calibrar o equipamento.

Cálculo dos resultados:

Para curva padrão, foi construído um gráfico utilizando os valores de concentração (µM) x absorbância das diferentes diluições do trolox (Figura 6). Após a análise de regressão linear e a obtenção da equação da reta, foi realizado o cálculo da atividade antioxidante do açaí. O valor encontrado foi expresso em µM de Trolox por grama de açaí, mostrando a capacidade do açaí em promover o sequestro do radical ABTS⁺.

Figura 6- Curva Padrão de Trolox para cálculo da atividade antioxidante do açaí pelo método ABTS⁺



5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Composição Centesimal

Na Tabela 3 estão expressos os valores encontrados para a caracterização da composição centesimal do açaí *in natura*. A quantidade de umidade encontrada foi de $87,57 \pm 0,24\%$, mostrando um valor de 12,43 g de sólidos totais (matéria seca). Esses valores estão dentro da norma estabelecida pelo Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para polpa de fruta (BRASIL, 2000), onde o açaí médio deverá ter de 11 a 14% de sólidos totais. Assim como esse estudo, uma pesquisa feita por de Souza *et al.* (2014) com outros frutos brasileiros *in natura*, também obteve alta porcentagem de umidade. Os resultados encontrados foram $87,92 \pm 0,59\%$ de umidade na amora, $88,60 \pm 0,19\%$ de umidade na framboesa vermelha, $92,68 \pm 0,17\%$ de umidade no morango, $87,70 \pm 0,14\%$ de umidade no mirtilo, que obtiveram resultados maiores que o encontrado nesse estudo e $86,47 \pm 0,31\%$ de umidade na cereja, sendo o único fruto com o resultado menor que o encontrado no açaí. Barbosa (2019) em seu estudo feito com a polpa do açaí comercial, encontrou também um alto teor de umidade de $90,18 \pm 0,17\%$, obtendo um teor de umidade acima do encontrado do açaí *in natura* obtido pelo nosso estudo. Um estudo feito por Carvalho *et al.* (2016) com diferentes genótipos de açaí *in natura* liofilizados (L4P16, L1P17, Blend APS) e polpas de açaí liofilizadas (identificadas como A, B e C), obteve os seguintes valores de umidade das amostras: L4P16, $2,51 \pm 0,88\%$; L1P17, $2,76 \pm 0,60\%$; Blend APS, $2,28 \pm 0,43\%$; A, $2,21 \pm 0,77\%$; B, $2,38 \pm 1,75\%$; C, $1,87 \pm 1,16\%$. A presença de água nos alimentos aumenta a facilidade de deterioração de um alimento, por ajudar no crescimento de microrganismos. Nesse sentido, o alto valor de umidade interfere na conservação e validade do fruto então, faz-se necessário meios de modificação do fruto para a venda, como forma de conservação e aumento de sua perecibilidade (RIBEIRO; SERAVALLI, 2007).

Com relação ao valor proteico, foi encontrado no fruto $0,87 \pm 0,10$ g em 100 g de açaí, o valor médio encontrado ao transformar essa quantidade em base seca foi de 6,97 g, estando dentro do valor estabelecido pela legislação vigente de no mínimo 6 g de proteína em 100 g de matéria seca (BRASIL, 2000). Em comparação com o estudo de Souza *et al.* (2014), o açaí possui teor de proteína maior que o morango ($0,50 \pm 0,02$ g/100 g) e o mirtilo ($0,48 \pm 0,01$ g/100 g) e menor que a amora ($1,27 \pm 0,06$ g/100 g), a framboesa vermelha ($1,00 \pm 0,08$ g/100 g) e a cereja ($1,00 \pm 0,05$ g/100 g). Comparando o resultado desse estudo com o encontrado por Barbosa (2019) na polpa de açaí, é possível observar que o processo de pasteurização não interfere no teor de proteína encontrado no fruto, uma vez que o estudo

encontrou o resultado de $0,89 \pm 0,01$ g/100 g de polpa de açaí de proteína. Já o estudo de Carvalho *et al.* (2016), encontrou para as amostras liofilizadas os valores mais altos de proteína, sendo eles: L4P16, $8,46 \pm 0,69$ g/100 g de açaí; L1P17, $6,55 \pm 0,72$ g/100 g de açaí; Blend APS, $9,17 \pm 0,45$ g/100 g de açaí; A, $7,98 \pm 0,98$ g/100 g de polpa de açaí; B, $7,96 \pm 0,16$ g/100 g de polpa de açaí; e C $9,18 \pm 0,70$ g/100 g de polpa de açaí.

O açaí é considerado um fruto rico em lipídios, o que foi comprovado por esse estudo (BRASIL, 1998), onde os teores de lipídios totais encontrados foram de $6,79 \pm 0,11$ g em 100 g de açaí. Esse resultado equivale a 54,52 g de lipídio em 100 g de sólidos totais, estando dentro da legislação que estabelece de 20,0 a 60,0 g de lipídio em 100 g de matéria seca (BRASIL, 2000). Barbosa (2019) encontrou $3,95 \pm 0,28$ g/100 g polpa de açaí de lipídio, o que resulta em uma diferença significativa entre os resultados encontrados de lipídios com o açaí *in natura* e o açaí após o processo de pasteurização para a obtenção da polpa de açaí. Santos (2018) diz que o ácido graxo encontrado em maior quantidade no açaí é o ácido oleico (ômega 9), 53.9%, esse valor é próximo ao encontrado por Menezes, Torres e Srur em amostra de polpa de açaí liofilizada, que encontrou 52,7% de ômega 9 e um pouco abaixo do valor encontrado por Schauss *et al.* (2006) em amostra de açaí *in natura* liofilizada, que encontrou o valor de 56,2%. Os dois estudos obtiveram resultados maiores de lipídios totais que o presente estudo, totalizando $40,75 \pm 2,75$ g/100 g de polpa de açaí e 32,5 g/100 g de açaí, respectivamente. O consumo de ômega 9 traz benefícios para a saúde cardiovascular, uma vez que sua ingestão habitual é capaz controlar os níveis plasmáticos das lipoproteínas LDL-colesterol, HDL-colesterol e colesterol total, diminuindo os níveis de LDL-c e colesterol total e aumentando os valores de HDL-c, além de diminuir os níveis de triglicerídeos plasmáticos, reduzindo o risco de doenças cardiovasculares (JORIS; MENSINK, 2016). Outro fruto, que também possui como principal lipídeo o ômega 9 é o abacate, como mostra o estudo feito por Oliveira *et al.* (2013), que analisou 11 diferentes tipos de abacates. Segundo Joris e Mensink (2016), outros alimentos fontes desse ácido graxo são o azeite de oliva, o óleo de girassol, as nozes e as sementes.

Finalizando os macronutrientes, o teor médio de carboidrato encontrado foi de 0,04 g, o que sugere que o açaí não é uma boa fonte desse nutriente energético. O valor encontrado por Barbosa (2019) para o teor de carboidrato foi de 2,31 g/100 g de açaí, esse valor foi maior que o encontrado pelo nosso estudo, o que já era esperado, uma vez que foi utilizado o método da diferença em ambos os estudos e com a quantificação menor de outros nutrientes presentes na polpa de açaí, houve maior concentração de carboidrato na polpa. Outros estudos

feitos com diferentes frutas, obtiveram valores muito acima dos resultados encontrados no açaí. Septiembre-Mataterre *et al.* (2016), ao fazer um estudo com frutas tropicais, encontrou resultados de teor de carboidrato como: $7,7 \pm 0,7$ g/100 g de fruta no mamão; $13,7 \pm 0,1$ g em 100 g de fruta no maracujá; $14,3 \pm 0,7$ g/100 g de fruta no abacaxi; $20,6 \pm 2,1$ g/100 g de fruta na lichia, $26,3 \pm 4,8$ g/100 g de fruta na manga; e $67,3 \pm 10,5$ g/100 g de fruta na banana. Já o trabalho de de Souza *et al.* (2014), feito com as frutas vermelhas amora, framboesa, morango, mirtilo e cereja doce, obteve os valores de carboidrato iguais a $10,18 \pm 0,61$ g/100 g de fruta, $9,88 \pm 0,11$ g/100 g de fruta, $6,30 \pm 0,13$ g/100 g de fruta, $11,54 \pm 0,13$ g/100 g de fruta e $11,94 \pm 0,28$ g/100 g de fruta, respectivamente.

Foram encontrados os resultados de $0,35 \pm 0,11$ g de fibras solúveis e $4,07 \pm 0,55$ g de fibras insolúveis, mostrando que o açaí é um fruto fonte de fibras alimentares, segundo a Instrução Normativa nº75, de 8 de outubro de 2020. Apesar de não conferir valor energético, as fibras alimentares são constituídas por compostos poliméricos de carboidratos mais a lignina, que são resistentes à hidrólise, digestão e absorção no intestino delgado, chegando intacta ao intestino grosso, onde sofre fermentação parcial ou total e possuem importante papel na regulação intestinal (IWASSA; PIAI; BOLANHO, 2019). Bernaud e Rodrigues (2013), em seu artigo de revisão, concluíram que o consumo de fibras alimentares pode estar associado a redução de doenças crônicas como diabetes *mellitus*, doenças cardiovasculares e neoplasia de cólon; além da redução dos níveis de glicose, pressão arterial e de lipídeos séricos; e de menores valores nos marcadores de inflamação. Comparando os valores encontrados nesse estudo, onde a quantidade de fibra total foi de 4,42 g, com os achados por de Souza *et al.* (2014), temos que o açaí possui teor de fibras alimentares semelhante aos frutos amora e framboesa vermelha, que apresentaram valores de $4,47 \pm 0,67$ g e $5,77 \pm 0,57$ g, respectivamente e apresenta quantidades superiores ao morango, mirtilo e cereja, que possuem teor de fibras alimentares de $1,31 \pm 0,18$ g, $1,90 \pm 0,46$ g e $2,07 \pm 0,2$ g, respectivamente. Siqueira *et al.* (2015) estudou três diferentes tipos de graviolas (*Annona muricata* L.) e em comparação com o açaí, todos os tipos possuem maior teor de fibras solúveis, sendo os valores encontrado: Crioula – $1,84 \pm 0,11$ g, Lisa – $1,23 \pm 0,08$ g e Morada – $1,77 \pm 0,06$ g; em relação as fibras insolúveis, duas apresentaram valores abaixo do açaí (Crioula – $3,92 \pm 0,03$ g e Morada – $3,65 \pm 0,06$ g) e uma valores acima (Lisa – $4,46 \pm 0,00$ g), todos em 100 g de fruto. Durante o processo de produção da polpa de açaí industrializado, ocorre perda de fibra alimentar, principalmente fibra insolúvel, e o estudo feito por Barbosa (2019) com a polpa de açaí, comprovou essa afirmação, onde encontrou os

valores de $0,37 \pm 0,2$ g para fibra solúvel e de $1,9 \pm 1,03$ g para fibra insolúvel. O processo de pasteurização é uma etapa do processamento onde o fruto é levado para ser aquecido a altas temperaturas (65 a 100°C) e após o aquecimento são imediatamente resfriadas a temperatura menor que 20°C, essa etapa garante a estabilidade bioquímica e microbiológica do produto a ser armazenado, mas causa alterações, como perdas funcionais e nutritivas para o fruto (OLIVEIRA *et al.*, 2017; SILVEIRA, 2017).

Os valores de cinza encontrados foram de $0,31 \pm 0,01$ g, sendo esses os valores de resíduo mineral fixo. Barbosa (2019) encontrou teor de cinzas de $0,4 \pm 0,01$ g/100 g de polpa de açaí, sendo o resultado maior em sua pesquisa. Os valores encontrados por Carvalho *et al.* (2016) com o açaí *in natura* liofilizado e a polpa de açaí liofilizada, corroboram com os valores, onde a polpa de açaí liofilizada também continham teores de cinzas mais altos que o açaí *in natura* liofilizados. Os valores encontrados foram: A, $4,65 \pm 0,19$ g/100g de polpa de açaí; B, $4,89 \pm 0,37$ g/100 g de polpa de açaí; C, $4,28 \pm 0,14$ g/100 g de polpa de açaí; L4P16, $3,68 \pm 0,55$ g/100 g de açaí; L1P17, $4,27 \pm 0,78$ g/100 g de açaí; Blend APS, $3,77 \pm 1,19$ g/100 g de açaí. Um estudo feito por Santos *et al.* (2014), com a polpa de açaí, mostrou que os minerais presentes no fruto são Cálcio (2452 ± 39 µg/g), Cobre ($2,5 \pm 0,6$ µg/g), Ferro (93 ± 14 µg/g), Magnésio (296 ± 1 µg/g), Manganês ($1,6 \pm 0,2$ µg/g), Molibdênio ($0,26 \pm 0,03$ µg/g) e Zinco (55 ± 10 µg/g).

Ao realizar o cálculo do valor energético do açaí analisado foi encontrado que em 100g do fruto tem-se 64,75 kcal. Apesar do açaí, em termos de composição nutricional, ser classificado no grupo C das frutas, onde estão as frutas ricas em gorduras, como o coco e o abacate, sua densidade energética é menor, pois, segundo a Tabela Brasileira de Composição de alimentos - TACO, em 100 g de fruta, o valor energético do abacate é 96,00 kcal e o do coco 406,00 kcal (UNICAMP, 2011). Fazendo uma busca pela internet em um site de busca não científicos, mas amplamente utilizado pela população como consulta, o *Google.com*, há diferentes informações quanto ao valor energético do açaí. Alguns *sites* vinculam o açaí como um fruto de alta densidade energética, enquanto outros mostram uma discrepância de resultados, mostrando baixo valor energético, por isso, faz-se necessário estudos mostrando a caracterização química do alimento *in natura* e não apenas do alimento processado, como existe na literatura.

Tabela 3- Composição Centesimal do Açaí in natura*

Constituintes químicos	100g de açaí	Valor energético (Kcal)
Umidade (%)	87,57 ± 0,24	
Proteína (g)	0,87 ± 0,10	3,48
Lipídios totais (g)	6,79 ± 0,11	61,11
Carboidrato (g)**	0,04	0,16 kcal
Fibra solúvel (g)	0,35 ± 0,11	
Fibra insolúvel (g)	4,07 ± 0,55	
Resíduo mineral fixo (g)	0,31 ± 0,01	
Valor Energético Total	-	64,75 kcal

*Valores expressos em média ± desvio-padrão.

** Dado representado como média dos valores, sendo esse calculado utilizando o método da diferença, onde foi utilizado a média dos valores percentuais dos outro nutrientes.

5.2. Quantificação de Polifenóis Totais

Foi realizada a determinação da quantidade de polifenóis totais presentes no açaí e os resultados estão demonstrados na Tabela 4. O valor de polifenóis encontrado foi de 218,53 ± 9,8 mg GAE em cada 100 g de açaí.

Tabela 4- Quantidade de polifenóis totais presente no açaí*

Polifenóis Totais (mg EAG /100g de açaí)	
Açaí	218,53 ± 9,8 mg GAE/100 g de açaí

*Resultados expressos como média± desvio padrão.

Esses achados mostram que o açaí usado no estudo possui menor teor de polifenóis totais comparados às amostras de frutas vermelhas utilizadas no estudo de de Souza *et al.* (2014), que obtiveram os valores para amora 850,52 ± 4,77 mg GAE/100 g, framboesa vermelha 357,83 ± 7,06 mg GAE/100 g e morango 621,92 ± 15,51 mg GAE/100 g, mirtilo 305,38 ± 5,09 mg GAE/1000 g e cereja 314,45 ± 5,95 mg GAE/100 g. Esses frutos, assim como açaí, também são ricos em antocianinas. Guerra *et al.* (2011), em seu estudo com a polpa de açaí encontrou resultados de polifenóis totais menores que o encontrado nesse estudo, o valor encontrado foi de 118,3 ± 0,96 mg GAE/100 g, mostrando uma possível baixa de polifenóis com o resultado do processamento.

5.3. Avaliação da Atividade Antioxidante *in vitro*

Também foi realizada a avaliação da capacidade antioxidante *in vitro* do açaí e os resultados se encontram na Tabela 5. A capacidade antioxidante do açaí foi determinada a partir dos métodos de captura dos radicais livres ABTS^{•+} e DPPH[•], sendo esses métodos simples, rápidos e adequados para avaliar este efeito em alimentos (GULCIN, 2020).

O resultado do método pelo radical ABTS^{•+} é expresso pela forma que 1 g do fruto é capaz de inibir o radical livre ABTS^{•+} comparado ao antioxidante Trolox. O resultado encontrado para o açaí avaliado foi de $52,83 \pm 0,18$ $\mu\text{mol Trolox/g}$ de açaí. O açaí possui o maior poder de inibição do radical livre ABTS^{•+} quando comparado aos frutos analisados por de Souza *et al.* (2014), onde os valores encontrados para amora, framboesa vermelha, morango, mirtilo e cereja foram $13,23 \pm 1,37$ $\mu\text{mol Trolox/g}$, $6,27 \pm 0,02$ $\mu\text{mol Trolox/g}$, $7,87 \pm 0,87$ $\mu\text{mol Trolox/g}$, $5,88 \pm 1,17$ $\mu\text{mol Trolox/g}$ e $8,83 \pm 1,32$ $\mu\text{mol Trolox/g}$, respectivamente. Barbosa (2019), em seu estudo com a polpa do açaí, encontrou o valor de $31,15 \pm 0,05$ $\mu\text{mol Trolox/g}$, um valor também menor ao encontrado no presente estudo.

A capacidade antioxidante pelo método DPPH[•] foi classificada a partir de três parâmetros, o EC₅₀, que mostra a quantidade em gramas de açaí necessária para reduzir em 50% a concentração inicial de DPPH[•], então quanto menor esse valor, maior a capacidade antioxidante do fruto (SOUSA; VIEIRA; LIMA, 2011). A % de Inibição do radical livre pelo açaí e o Índice de Atividade Antioxidante (IAA), onde foi considerado: IAA < 0,5 como pobre atividade antioxidante, IAA entre 0,5 e 1 como moderada atividade antioxidante, IAA entre 1 e 2 como forte atividade antioxidante e IAA > 2 como muito forte atividade antioxidante (SCHERER; GODOY, 2009).

O valor encontrado para o EC₅₀ foi de 0,26 g de açaí/g de DPPH. Esse valor mostrou que o açaí utilizado no estudo, possui melhor capacidade antioxidante se comparado aos frutos estudados por Huang *et al.* (2012) com frutas vermelhas também ricas em antocianinas, onde os valores encontrados foram de 0,42 mg/ml de DPPH para o mirtilo, 0,44 mg/ml de DPPH para a amora e 0,81 mg/ml de DPPH para o morango. O açaí *in natura* também mostrou melhor capacidade antioxidante em comparação com a polpa de açaí do estudo feito por Barbosa (2019), onde seu resultado foi de 0,5 g de polpa de açaí/g de DPPH.

O estudo encontrou uma alta porcentagem de inibição do açaí quanto ao radical livre DPPH[•], resultando em um valor de 90% de inibição, maior que o encontrado na polpa, de 88% (BARBOSA, 2019) e foi considerado que possui uma atividade antioxidante muito forte,

pois o valor de IAA foi de 3. O valor encontrado por Barbosa (2019) também foi considerado como uma atividade antioxidante muito forte, de 2,88, sendo um pouco abaixo do açaí.

Tabela 5- Capacidade antioxidante *in vitro* do açaí*

Método do radical livre ABTS**	
ABTS (µmol trolox/g de açaí)	52,83 ± 0,18 µmol Trolox/g de açaí
Método do radical livre DPPH.	
EC₅₀ (g de açaí/g DPPH) *	0,26 g
% Inibição do radical pelo açaí	90%
IAA	3

*Valores expressos em média ± desvio-padrão.

IAA – Índice de Atividade Antioxidante.

Os resultados encontrados sugerem que o processo de liofilização do açaí aumenta as concentrações de sua composição química em 100 g do fruto. Já o processo de pasteurização para a venda da polpa açaí, diminui a atividade antioxidante dos compostos presentes no fruto, mas não tira sua característica como alimento com alegação de propriedade funcional, uma vez que a capacidade antioxidante ainda se mantém. Em relação a outros frutos, o estudo sugere que a atividade antioxidante do açaí se sobressai diante dos frutos também ricos em antocianinas, mas outros estudos devem ser feitos para confirmar esses achados.

Estudos que avaliam a caracterização centesimal e antioxidante *in vitro* de alimentos apresentam uma importante limitação para a comparação dos resultados encontrados com outros estudos na literatura. Devido a fatores como, a dificuldade em achar dados com frutas *in natura* principalmente em relação a caracterização da composição centesimal, e a variação e divergências na forma do preparo da amostra, do tipo de solvente empregado e na forma em que se expressa os resultados para os parâmetros que avaliam a atividade antioxidante.

6. CONCLUSÃO

A partir desse estudo, podemos concluir que o açaí é um fruto com alto teor de umidade e rico em lipídios. Foi possível demonstrar que esse fruto é fonte de compostos bioativos tanto pela presença de fibras alimentares e de polifenóis totais.

A importância desse estudo se deve por demonstrar que o fruto *in natura* apresenta importante atividade antioxidante *in vitro* e reforça a importância de estudos de caracterização do fruto *in natura*. No caso do açaí, esses achados possuem grande relevância por se tratar de um fruto de grande importância econômica para o país.

REFERENCIAL BIBLIOGRÁFICO

ALCAZAR-ALAY, S. C. *et al.* Obtaining anthocyanin-rich extracts from frozen açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp using pressurized liquid extraction. **Food Science and Technology**, Campinas, v. 37, n. 1, p. 48-54, 2017. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612017000500048&lng=en&nrm=iso>

ALESSANDRA-PERINI, J. *et al.* *Euterpe oleracea* extract inhibits tumorigenesis effect of the chemical carcinogen DMBA in breast experimental cancer. **BMC Complementary and Alternative Medicine**. v. 18, n. 116, p. 1-11, 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29609579/>>

ALMICO, J. D. *et al.* Avaliação da qualidade microbiológica, físico-química e química de polpas de açai (*Euterpe oleracea* Mart) pasteurizadas congeladas comercializadas em Aracaju-SE. **Revista Brasileira de Higiene e Sanidade Animal**. v. 12, n. 2, p. 156-168, 2018. Disponível em: <<http://www.higieneanimal.ufc.br/seer/index.php/higieneanimal/article/view/439/0>>

ALQARNI, M. M. M. *et al.* Antioxidant and antihyperlipidemic effects of Ajwa date (*Phoenix dactylifera* L.) extracts in rats fed a cholesterol-rich diet. **Journal of Food Biochemistry**. Abdul Aziz, v. 43, n. 8, e12933, 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31368543/>>

ANNUNZIATA, G. *et al.* Grape Polyphenols Ameliorate Muscle Decline Reducing Oxidative Stress and Oxidative Damage in Aged Rats. **Nutrients**, v. 12, n. 5, p. 1280-1298, 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32365992/>>

BARBOSA, P. O. *et al.* Açai (*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. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26883870/>>

BARBOSA, P. O. **O consumo da polpa de açai (*Euterpe oleracea* Martius) durante a gestação e lactação atenua a esteatose hepática em ratas e protege a prole contra o**

excesso de lipídeos. Orientadora: Professora Dra. Renata Nascimento de Freitas. 2019. 152 f. Tese (Doutora em Ciências Biológicas) – Departamento de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.

BARBOSA, P. O, *et al.* Açai (*Euterpe oleracea* Martius) supplementation in the diet during gestation and lactation attenuates liver steatosis in dams and protects offspring. **Nutrition**. v. 59, n. 5, p. 1895-1908, 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31278418/>>

BENTES, E. S.; HOMMA, A. K. O.; SANTOS, C. A. N. Exportações de Polpa de Açai do Estado do Pará: Situação atual e perspectivas. **SOBER**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1074510/exportacoes-de-polpa-de-acai-do-estado-do-para-situacao-atual-e-perspectivas>>

BERNAUD, F. S. R.; FUNCHAL, C. Atividade antioxidante do açaí. **Nutrição Brasil**, v. 10, n. 5, p. 310-316, 2011. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/5564726-Atividade-antioxidante-do-acai.html>>

BERNAUD, F. S. R.; RODRIGUES, T. C. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia Metabólica**, São Paulo, v. 57, n. 6, p. 397-405, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0004-27302013000600001&lng=en&nrm=iso>

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Instrução Normativa nº 01, de 7 de janeiro de 2000. Regulamento Técnico Geral para fixação dos Padrões de Identidade e Qualidade para Polpa de Fruta (e Suco de Fruta), Brasília, DF, 7 jan. 2000.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Instrução Normativa nº 75 de 8 de outubro de 2020. Estabelece os requisitos técnicos para declaração da rotulagem nutricional nos alimentos embalados, Brasília, DF, 9 de out. de 2020. Disponível em: <<https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/instrucao-normativa-in-n-75-de-8-de-outubro-de-2020-282071143>>

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Portaria nº 27 de 13 de janeiro de 1998. Regulamento técnico referente à informação nutricional complementar, Brasília, DF, 16 jan. 1998. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/svs1/1998/prt0027_13_01_1998.html>

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 259 de 20 de setembro de 2002. Regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados, Brasília, DF, 23 set. 2002. Disponível em: <https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.html>

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução nº 360 de 23 de dezembro de 2003. Regulamento técnico para rotulagem nutricional de alimentos embalados, Brasília, DF, 26 dez. 2003. Disponível em: <http://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2003/rdc0360_23_12_2003.html>

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS - UNICAMP. **Tabela brasileira de composição de alimentos - TACO**. 4. ed. revisada e ampliada. Campinas: UNICAMP/NEPA, 2011. 161 p. Disponível em: <https://www.cfn.org.br/wp-content/uploads/2017/03/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf>

CAMPOS, M. T. G.; LEME, F. de O. P. Estresse oxidativo: fisiopatogenia e diagnóstico laboratorial. **Pubvet**, v. 12, n. 1, p. 1-8, 2018. Disponível em: <<https://www.pubvet.com.br/artigo/4314/estresse-oxidativo-fisiopatogenia-e-diagnoacutestico-laboratorial>>

CARVALHO, A. V. *et al.* Chemical composition and antioxidant capacity of açai (*Euterpe oleracea*) genotypes and commercial pulps. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, Belém, v. 97, n. 5, p. 1467-1474, 2016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27384812/>>

CEDRIM, P. C. A. S.; BARROS, E. M. A.; NASCIMENTO, T. G. do. Propriedades antioxidantes do açai (*Euterpe oleracea*) na síndrome metabólica. **Brazilian Journal of Food and Technology**, Campinas, v. 21, e2017092, 2018. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/bjft/v21/1981-6723-bjft-21-e2017092.pdf>>

COELHO, R; OLIVEIRA, A. **Nutrigenética e Antioxidantes**. In: DAL BOSCO, S. M; GENRO, J. P. **Nutrigenética e implicações na saúde humana**. Rio de Janeiro: Atheneu, 2014

CORREA, R. B. Do território recurso ao território abrigo: modo de vida e o processo de valorização do açaí no município de Cametá-PA. **Boletim Amazônico de Geografia**. v. 01, n. 02, p. 01-14, 2014.

COUTINHO, R. M. P. *et al.* Physicochemical and microbiological characterization and antioxidant capacity of açaí pulps marketed in the states of Minas Gerais and Pará, Brazil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 47, n. 1, e20151172, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782017000100750&lng=en&nrm=iso>

CRUZ, I. A. *et al.* Efeitos da suplementação crônica de açaí sobre danos musculares em corredores de rua. **Journal os Physical. Education**, Maringá, v. 30, e3012, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S2448-24552019000100235&lng=en&nrm=iso>

DE SOUZA, V. R. *et al.* Determination of the bioactive compounds, antioxidant activity and chemical composition of Brazilian blackberry, red raspberry, strawberry, blueberry and sweet cherry fruits. **Food Chemistry**. v. 156, p. 362–368, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24629981/>>

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH'**. Fortaleza, 2007a

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. **Metodologia Científica: Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS⁺**. Fortaleza, 2007b

EMBRAPA AGROINDÚSTRIA TROPICAL. **Metodologia científica: determinação da capacidade antioxidante de lignina pela captura do radical livre DPPH**. Colombo, 2018.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Alimentos Funcionais: Conceitos Básicos**. Pelotas, 2010. Disponível em:

<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/886048/1/documento312.pdf>>

EMBRAPA AMAZÔNIA ORIENTAL. Sistema de produção do açaí. Sistemas de produção, 4 – 1ª edição. ISSN – 1807-0043, 2005. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/408196/1/SISTEMAPROD4ONLINE.pdf>>

FALLER, A. L. K.; FIALHO, E. Polyphenol availability in fruits and vegetables consumed in Brazil. **Revista Saúde Pública**, São Paulo, v. 43, n. 2, p. 211-218, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-89102009000200001&lng=en&nrm=iso>

FRAGA, C. G. *et al.* The effects of polyphenols and other bioactives on human health. **Food & Function**, v. 10, n. 2, p. 514-528, 2019. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30746536/>>

GEORGÉ, S. *et al.* Rapid Determination of Polyphenols and Vitamin C in Plant-Derived Products. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Marseille, v. 53, n. 5, p. 1370-1373, 2005. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15740008/>>

GUERRA, J. F. da C *et al.* Dietary açai modulates ROS production by neutrophils and gene expression of liver antioxidant enzymes in rats. **Journal of Clinical Biochemistry and Nutrition**, Ouro Preto, v. 49, n. 3, p. 188-194, 2011. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/22128218/>>

GULCIN, İ. Antioxidants and antioxidant methods: an updated overview. **Archives of Toxicology**, v. 94, n. 3, p. 651-715, 2020. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/32180036/>>.

HUANG W. *et al.*, Survey of antioxidant capacity and phenolic composition of blueberry, blackberry, and strawberry in Nanjing. **Journal of Zhejiang University-SCIENCE B (Biomedicine & Biotechnology)**, v. 13, n. 2, p. 94-102, 2012. Disponível em: <<https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3274736/>>

INSTITUTO ADOLFO LUTZ. Métodos físico-Químicos para análise de alimentos. 4. ed. 1. ed. digital. São Paulo, 2008.

IWASSA, I. J; PIAI, J. F; BOLANHO, B. C. Fibre concentrates from asparagus by-products: Microstructure, composition, functional and antioxidant properties. **Ciência e Agrotecnologia**. Lavras, v. 43, e007319, 2019. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-70542019000100403&lng=en&nrm=iso>

JORIS, P. J; MENSINK, R. P. Role of cis-Monounsaturated Fatty Acids in the Prevention of Coronary Heart Disease. **Current Atherosclerosis Reports**, v. 18, n. 38, p. 1-7, 2016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27221500/>>

LAJOLO, F. M; MERCADANTE, A. Z. **Química e bioquímica dos alimentos**. 1. ed. Rio de Janeiro: Atheneu, 2017.

LOBATO, F. H. S.; RAVENA-CAÑETE, V. “O açaí nosso de cada dia”: formas de consumo de frequentadores de uma feira amazônica (Pará, Brasil). **Ciências Sociais Unisinos**. v. 55, n. 3, p. 397-410, 2019. Disponível em: <http://revistas.unisinos.br/index.php/ciencias_sociais/article/view/csu.2019.55.3.09>

LOBO, A. C. M; VELASQUE, L. F. L. Revisão de literatura sobre os efeitos terapêuticos do açaí e sua importância na alimentação. **Biosaúde**, Londrina, v. 18, n. 2, p. 97-106, 2016. Disponível em: <<http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/biosaude/article/view/27624>>

MAHAN, L. K.; ESCOTT-STUMP, S.; RAYMOND, J. L. **Krause: Alimentos, Nutrição e Dietoterapia**. 13. ed. Rio de Janeiro: Elsevier, 2012.

MENEZES, E. M. da S, TORRES, A. T, SRUR, A. U. S. Valor nutricional da polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart) liofilizada. **Acta Amazônica**. v. 38, n. 2, p. 311-316, 2008. Disponível em: <[MORAES, F. P; COLLA, L. M. Alimentos Funcionais e Nutracêuticos: Definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**, v. 3, n. 2, p. 109-122, 2006. Disponível em: < <https://revistas.ufg.br/REF/article/view/2082>>](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0044-59672008000200014&script=sci_abstract&lng=pt#:~:text=Os%20resultados%20de%20determina%C3%A7%C3%B5es%20anal%C3%ADticas,(C16%3A0).>></p></div><div data-bbox=)

NASCIMENTO, J. C *et al.* Determinação da atividade antioxidante pelo método DPPH e doseamento de flavonóides totais em extratos de folhas da *Bauhinia variegata* L. **Revista Brasileira de Farmácia**. Belo Horizonte, v. 92, n. 4, p. 327-332, 2011. Disponível em: <<https://www.rbfarma.org.br/files/rbf-2011-92-4-14-327-332.pdf> >

NICHELE, P. G.; MELLO, F. R. **Bromatologia**. São Paulo: Sagah, 2018.

NOGUEIRA, A. K. M.; SANTANA, A. C. de; GARCIA, W. S. A dinâmica do mercado de açaí fruto no Estado do Pará: de 1994 a 2009. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 60, n. 3, p. 324-331, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2013000300004&lng=en&nrm=iso>

NOGUEIRA, A. K. M.; SANTANA, A. C. de. Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n. 1, p. 1-7, 2016. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2016000100001&lng=en&nrm=iso>

NOGUEIRA, A. K. M; SANTANA, A. C de. Benefícios socioeconômicos da adoção de novas tecnologias no cultivo do açaí no Estado do Pará. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 63, n. 1, p. 01 - 07, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0034-737X2016000100001&lng=en&nrm=iso>

OLIVEIRA, A. R. *et al.* Structural and physicochemical properties of freeze-dried açai pulp (*Euterpe oleracea* Mart.). **Food Science and Technology**, Campinas, v. 40, n. 2, p. 282-289, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-20612020000200282&lng=en&nrm=iso>

OLIVEIRA, M. do S. P.; CARVALHO, J. E. U.; NASCIMENTO, W. M. O. Açai (*Euterpe oleracea* Mart.). **Embrapa**. 2000.

OLIVEIRA, M. C. *et al.* Fenologia e características físico-químicas de frutos de abacateiros visando à extração de óleo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 43, n. 3, p. 411-418, 2013. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-84782013000300006&lng=en&nrm=iso>

OLIVEIRA, M. do S. P. de *et al.* Açai: *Euterpe oleracea*. Embrapa Amazônia Oriental [Buenos Aires]: IICA/PROCISUR, p. 1-32. 2017. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1096244>>

OLIVEIRA, A. F. A. *et al.* Non-thermal combined treatments in the processing of açai (*Euterpe oleracea*) juice. **Food Chemistry**, Manaus, v. 265, p. 57-63, 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29884394/>>

PALA, D. *et al.* Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) dietary intake affects plasma lipids, apolipoproteins, cholesteryl ester transfer to high-density lipoprotein and redox metabolism: A prospective study in women. **Clinical Nutrition**. v. 37, n. 2, p. 618-623, 2018. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28249700/>>

PARÁ. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e da Pesca. **Panorama Agrícola do Pará 2015/2019**. Belém, Pará, 2020.

PEREIRA R. R. *et al.* Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) Upregulates Paraoxonase 1 Gene Expression and Activity with Concomitant Reduction of Hepatic Steatosis in High-Fat Diet-Fed Rats. **Oxidative Medicine and Cellular Longevity**. Ouro Preto, v. 2016, p. 1-13, 2016. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27642496/>>

PIMENTEL, C. V. de M. B; ELIAS, M. F; PHILIPPI, S. T. (org.). **Alimentos Funcionais e compostos bioativos**. Barueri: Manole, 2019.

PINHEIRO, A.; CASÉ, F. **Flavonoides**. In: DOLINSKY, M (org.). **Nutrição Funcional**. 1. ed. São Paulo: Roca Ltda, 2009.

PORTINHO, J. A.; ZIMMERMANN, L. M; BRUCK, M. R. Efeitos Benéficos do Açaí. **International Journal of Nutrology**. v. 5, n. 1, p. 15-20, 2012. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/339335046_Efeitos_Beneficos_do_Acai>

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**. v. 52, n. 6, p. 1539-1545, 2004. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/15030208/>>

PRAZERES, M. C.; RODRIGUES, M. K. A.; MAUÉS, M. M. Análise Qualitativa do Eventos Fenólicos do açaizeiro (*Euterpe oleracea Mart.*), na Embrapa Amazônia Oriental, Belém/PA. **Embrapa Amazônia Oriental**. p. 168-174, 2019.

RIBEIRO, E. P; SERAVALLI, E. A. G. **Química dos Alimentos**. 2. ed. São Paulo: Edgard Blücher LTDA, 2007.

SALGADO, J. **Alimentos Funcionais**. 1. ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2017.

SANTANA, A. C. de; *et al.* Açaí pulp demand in the retail market of Belém, State of Pará. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 39, n. 1, e-102, 2015. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/rbf/v39n1/0100-2945-rbf-39-1-e-102.pdf>>

SANTOS, G. T. dos. **Efeito da dieta hiperlipídica suplementada com polpa de açaí durante a gestação e lactação sobre o estado oxidativo de ratas e suas proles**. Orientador: Professora Dra. Melina Oliveira de Souza. 2019. 66 f. Monografia (Graduação em Nutrição) – Universidade Federal de Ouro Preto, 2019.

SANTOS V. da S; *et al.* Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): a tropical fruit with high levels of essential minerals-especially manganese-and its contribution as a source of natural mineral supplementation. **Journal of Toxicology and Environmental Health, Part A.**, v. 1, n. 3, p. 80-9, 2014. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/24555649/>>

SANTOS, H. O. Effect of Açaí (*Euterpe oleracea* Mart) Intake on Vascular Function and Lipid Profile: what is the recommendation? **International Journal of Cardiovascular Sciences.** v. 32, n. 2, p. 190-192, 2018. Disponível em: <http://publicacoes.cardiol.br/portal/ijcs/ingles/aop/2018/AOP_9840_i.pdf>

SCHAUSS, A. G. *et al.* Phytochemical and nutrient composition of the freeze-dried amazonian palm berry, *Euterpe oleraceae* Mart. (acai). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 54, n. 22, p. 8598-8603, 2006a. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/17061839/>>

SCHERER, R; GODOY, H. T. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method. **Food Chemistry.** Campinas, v. 112, n. 3, p. 654-658, 2009. Disponível em: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814608007218>>

SEPTEMBRE-MALATERRE, A. *et al.* Evaluation of nutritional and antioxidant properties of the tropical fruits banana, litchi, mango, papaya, passion fruit and pineapple cultivated in Réunion French Island. **Food Chemistry**, v. 212, p. 225-233. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27374527/>>

SILVEIRA, T. F. F. da. **Compostos Fenólicos e capacidade antioxidante em polpa de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.): Efeito da alta pressão hidrostática em comparação a pasteurização térmica do açaí roxo e estudo do “açaí branco”.** Orientadora: Professora Dra. Helena Teixeira Godoy. 2017. 218 f. Tese (Doutora em Ciências de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, 2017.

SIQUEIRA, A. de M. O. *et al.* Dietary fibre content, phenolic compounds and antioxidant activity in soursops (*Annona muricata* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal,

v. 37, n. 4, p. 1020-1026, 2015. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-29452015000401020&lng=en&nrm=iso>

SOARES, E. R. *et al.* Compostos bioativos em alimentos, estresse oxidativo e inflamação: uma visão molecular da nutrição. **Revista Hospital Universitário Pedro Ernesto**, v. 14, n. 3, 2015. Disponível em:

<<https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/revistahupe/article/view/19942>>

SOUSA, M. S. B.; VIEIRA, L. M.; LIMA, A. de. Fenólicos totais e capacidade antioxidante in vitro de resíduos de polpas de frutas tropicais. **Brazilian Journal of Food Technology**, Campinas, v. 14, n. 3, p. 202-210, 2011. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1981-67232011000300004&lng=en&nrm=iso>

SOUZA, M. O. *et al.* Diet supplementation with açai (*Euterpe oleracea* Mart.) pulp improves biomarkers of oxidative stress and the serum lipid profile in rats. **Nutrition**, v. 26, n. 7-8, p. 804-810, 2010. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20022468/>>

SOUZA, M. O. *et al.* The hypocholesterolemic activity of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) is mediated by the enhanced expression of the ATP-binding cassette, subfamily G transporters 5 and 8 and low-density lipoprotein receptor genes in the rat. **Nutrition Research**. Ouro Preto, v. 32, n. 12, p. 976-984, 2012. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23244543/>>

SUCUPIRA, N. R. *et al.* Métodos Para Determinação da Atividade Antioxidante de Frutos. **UNOPAR Científica. Ciência Biológicas e da Saúde**, v. 14, n. 4, p. 263-269, 2012. Disponível em: <<https://revista.pgsskroton.com/index.php/JHealthSci/article/view/885>>

TAVARES, G. S. *et al.* Análise da produção e comercialização de açai no estado do Pará, Brasil. **International Journal of Development Research**. v. 10, n. 04, p. 35215-35221, 2020. Disponível em: <<https://journalijdr.com/an%C3%A1lise-da-produ%C3%A7%C3%A3o-e-comercializa%C3%A7%C3%A3o-de-a%C3%A7a%C3%AD-no-estado-do-par%C3%A1-brasil>>

TIVERON, A. P. **Atividade antioxidante e composição fenólica de legumes e verduras consumidos no Brasil**. Orientador: Professor Dr. Severino Matias de Alencar. 2010. 102 f. Dissertação (Mestrado em Ciências) – Departamento de Ciências e Tecnologia de Alimentos, Universidade de São Paulo, 2010.

UDANI, J. K. *et al.* Effects of Açai (*Euterpe oleracea* Mart.) berry preparation on metabolic parameters in a healthy overweight population: A pilot study. **Nutrition Journal**. v. 10, n. 45, p. 1-7, 2011. Disponível em: <<https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/21569436/>>

VASCONCELOS, V. G. (org). **Bromatologia**. 1. ed. São Paulo: Pearson Education do Brasil, 2016.

VELLOSA, J. C. R. *et al.* Estresse Oxidativo: Uma Introdução Ao Estado Da Arte. **Brazilian Journal of Development**, v. 7, n. 1, p. 10152–10168, 2021. Disponível em: <<https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/23823>>

ANEXO 1



Ministério do Meio Ambiente
CONSELHO DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO

SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO

Comprovante de Cadastro de Acesso

Cadastro nº AB80E26

A atividade de acesso ao Patrimônio Genético, nos termos abaixo resumida, foi cadastrada no SisGen, em atendimento ao previsto na Lei nº 13.123/2015 e seus regulamentos.

Número do cadastro: **AB80E26**
Usuário: **UFOP**
CPF/CNPJ: **23.070.659/0001-10**
Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético**
Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

Espécie

Euterpe oleraceae oleraceae

Título da Atividade: **Comparação das propriedades de composição nutricional e antioxidante da polpa congelada de açaí de origem comercial e o açaí consumido pela população do Pará.**

Equipe

Melina oliveira UFOP

Data do Cadastro: **11/11/2019 12:51:12**
Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **12:51 de 11/11/2019.**



SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO
DO PATRIMÔNIO GENÉTICO
E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL
ASSOCIADO - **SISGEN**