



UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO
ESCOLA DE NUTRIÇÃO



CAROL CONSTANTINO PEDRO

**DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTRSIMAL E DA ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DO GUARANÁ EM PÓ (*Paullinia cupana*)**

OURO PRETO

2024

CAROL CONSTANTINO PEDRO

**DETERMINAÇÃO DA COMPOSIÇÃO CENTESIMAL E DA ATIVIDADE
ANTIOXIDANTE *IN VITRO* DO GUARANÁ EM PÓ (*Paullinia cupana*)**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Colegiado do Curso de Nutrição da Escola
de Nutrição da Universidade Federal de Ouro
Preto como requisito parcial para a obtenção do
título de Bacharel em Nutrição.

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

Coorientadora: Mestranda Tamara Anastácio
de Oliveira.

OURO PRETO

2024

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

P372a Pedro, Carol Constantino.

Análise da Composição Centesimal e da Atividade Antioxidante in vitro do guaraná em pó (Paullinia cupana). [manuscrito] / Carol Constantino Pedro. - 2024.

73 f.: il.: color., gráf., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Melina Oliveira de Souza.

Coorientadora: Tamara Anastácio de Oliveira.

Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Escola de Nutrição. Graduação em Nutrição .

1. Atividade antioxidante. 2. Guaraná. 3. Paullinia cupana. 4. Polifenóis. I. de Souza, Melina Oliveira. II. de Oliveira, Tamara Anastácio. III. Universidade Federal de Ouro Preto. IV. Título.

CDU 613.2

Bibliotecário(a) Responsável: Sônia Marcelino - CRB6/2247



FOLHA DE APROVAÇÃO

Carol Constantino Pedro

Determinação da composição centesimal e da atividade antioxidante *in vitro* do guaraná em pó (*Paullinia cupana*)

Monografia apresentada ao Curso de Nutrição da Universidade Federal de Ouro Preto como requisito parcial para obtenção do título de Nutricionista

Aprovada em 27 de setembro de 2024

Membros da banca

Dra. Melina Oliveira de Souza - Orientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Mestranda Tamara Anastácio de Oliveira - Coorientadora - Universidade Federal de Ouro Preto
Dra. Fernanda Guimarães Drummond e Silva - Universidade Federal de Ouro Preto
Msc. Clécia Dias Teixeira - Universidade Federal de Ouro Preto

Melina Oliveira de Souza, orientador do trabalho, aprovou a versão final e autorizou seu depósito na Biblioteca Digital de Trabalhos de Conclusão de Curso da UFOP em 05/10/2024



Documento assinado eletronicamente por **Melina Oliveira de Souza, PROFESSOR DE MAGISTERIO SUPERIOR**, em 01/10/2024, às 15:44, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site http://sei.ufop.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **0787247** e o código CRC **05F400A5**.

Dedico este trabalho à minha mãe, Lenice Constantino, minha referência de bondade, força, sinceridade, humildade, resiliência, perseverança e amor. Uma mulher à frente do seu tempo. Você é minha luz e prometo fazê-la ainda mais orgulhosa, a cada dia. Obrigada pelo apoio incondicional e por me motivar a correr atrás dos meus sonhos. Te amo.

AGRADECIMENTOS

Esse Trabalho representa a finalização de um ciclo de aprendizados e desafios, mas também o início de uma nova fase. Foram muitos momentos de dedicação e, ao olhar para trás, sinto orgulho da minha trajetória. Primeiramente, agradeço aos meus pais, Lenice Constantino e Joaquim Pedro, meu porto seguro. Obrigada pelo apoio incondicional nas minhas escolhas e, sem vocês, a minha permanência da Universidade não seria possível. Ao meu pai, pela sua segurança, reflexões e incentivo pela minha independência. À minha mãe, pela sua leveza, calma, perspicácia e apoio, que sempre fez dos meus sonhos os seus.

Agradeço também ao Igor José, meu namorado, pelo seu amor, carinho e companheirismo. Você tornou essa trajetória mais leve, assim como você. Como é bom compartilhar a vida contigo!

Às minhas amigas que a Nutrição me trouxe, Amanda e Maria Fernanda. Fomos inseparáveis desde o primeiro momento, vocês foram imprescindíveis nessa caminhada. Obrigada pela parceria, vocês tornaram tudo mais leve e divertido. Ainda, agradeço a Lorena, Thalita, Brenda, Haluana, Maria Luísa e Yasmin, que tornaram meus dias mais cômicos e suaves. Obrigada, meninas, pela amizade!

Às minhas grandes amigas, Clara e Gecyára, que, apesar da distância, sempre vibraram pelas minhas conquistas e, sem dúvidas, fazem parte da minha história. Sempre levo vocês em meu coração.

À minha orientadora, a Prof^a Dr^a Melina Oliveira de Souza, pela leveza e calma em sua condução. Obrigada pela oportunidade de trabalharmos juntas e respeitar o meu processo.

À minha coorientadora, Tamara Anastácio de Oliveira, pela sua colaboração no meu texto e também pelo auxílio, direcionamento nas análises e por me tranquilizar durante o processo.

Aos integrantes do Grupo Guaraná: Paloma, Camila, Clécia, Tamara, Paulo, Ana Rosa e Rafaela, pela ajuda e troca durante esse processo. Sucesso para todos vocês nas suas trajetórias.

Ao PET Nutrição, que sempre me desafiou a explorar as minhas habilidades para além da graduação e que me ensinou a ver o mundo sob novos olhares e percepções.

Ao laboratório de Pesquisa em Bioquímica Nutricional e Biologia Molecular e de Bromatologia pelo suporte. Ao Raphael por toda ajuda e troca de conhecimento no laboratório.

À Banca Examinadora pela disponibilidade e contribuição no meu trabalho.

À todas as professoras da Escola de Nutrição que foram imprescindíveis para o meu crescimento e desenvolvimento acadêmico e profissional.

Por fim, agradeço a Universidade federal de Ouro Preto e, especialmente, à ENUT pelas vivências e aprendizados. Sempre será um lar para mim.

“Por vezes sentimos que aquilo que fazemos não é senão uma gota de água no mar. Mas o mar seria menor se lhe faltasse uma gota”.

(Madre Tereza de Cacuta)

RESUMO

Os alimentos funcionais desempenham um papel importante na alimentação e nutrição por estarem associados a benefícios para a saúde, especialmente no que diz respeito à prevenção de doenças. No Brasil, esses alimentos são reconhecidos como alimentos com alegação de propriedade funcional, destacando-se os frutos amazônicos em virtude do seu elevado potencial na obtenção de compostos bioativos. Entre eles, o guaraná (*Paullinia cupana*) é amplamente consumido em virtude do seu alto teor em cafeína e seu efeito estimulante. Entretanto, nos últimos dez anos, estudos têm relacionado-o a outros efeitos fisiológicos potenciais associados ao seu consumo, ampliando o seu valor funcional. Nesse sentido, o presente estudo possui o objetivo de realizar a caracterização da composição centesimal e da atividade antioxidante *in vitro* do guaraná em pó proveniente da Associação de Agricultores Familiares da Comunidade Ribeirinha e Tradicional de Jatuarana, localizado em Manaus no estado do Amazonas, pertencente a Embrapa Amazônia Ocidental. Para a análise da composição centesimal, utilizou-se o método de secagem em estufa simples para a determinação da umidade, o método de Soxhlet para a determinação de lipídeos totais, o método de Kjeldahl para a determinação de proteínas, o método de incineração em forno tipo mufla para determinar o resíduo mineral fixo (cinzas totais), o método enzimático-gravimétrico para fibras totais, solúveis e insolúveis e, ao final, a determinação de carboidratos foi realizada por meio do método da diferença e, a partir disso, quantificou o valor calórico do fruto. Para a quantificação dos polifenóis totais utilizou-se o método colorimétrico do reagente Folin-Ciocalteu e para a análise da atividade antioxidante *in vitro* utilizou-se as metodologias DPPH, ABTS e FRAP. Os resultados da composição centesimal revelam que 100g do guaraná em pó estudado, apresenta $9,56 \pm 0,04\%$ de umidade, $3,07 \pm 0,01\text{g}$ de lipídeos totais, $12,88 \pm 0,08\text{g}$ de proteínas, $2,11 \pm 0,02\text{g}$ de cinzas totais, $15,85\text{g}$ de fibras totais, sendo $14,48 \pm 0,66\text{g}$ de fibras insolúveis e $1,37 \pm 0,10\text{g}$ de fibras solúveis, e $56,53\text{g}$ de carboidratos. O valor calórico total do fruto foi o valor de $305,27\text{ kcal}/100\text{g}$. O teor de polifenóis totais apresentou o resultado $4459,41 \pm 88,23\text{ mg EAG}/100\text{g}$ de guaraná e, quanto a atividade antioxidante *in vitro*, o fruto a partir da metodologia DPPH obteve-se o resultado do IC_{50} igual à $146,60\text{ g de guaraná}/\text{g de DPPH}^*$, apresentando uma porcentagem de inibição de $96,8\%$. A metodologia ABTS resultou o valor de $386,87\text{ }\mu\text{M}$ de ET/g de guaraná e a metodologia FRAP obteve o valor de $224,79 \pm 0,68\text{ }\mu\text{M}$ de ET/g de guaraná. Diante das análises realizadas, conclui-se que o guaraná possui fibra alimentar em sua composição nutricional, além de médio teor de polifenóis totais e demonstrou capacidade antioxidante nos métodos utilizados.

Palavras-Chave: Atividade Antioxidante; Composição Nutricional; Guaraná; *Paullinia cupana*; Polifenóis.

ABSTRACT

Functional foods play an important role in diet and nutrition because they are associated with health benefits, especially in terms of disease prevention. In Brazil, these foods are recognized as food for their functional properties, and the Amazonian fruits stand out due to their high potential for obtaining bioactive compounds. Among these, guarana (*Paullinia cupana*) is widely consumed as a result of its high caffeine content and stimulating effects. However, in the last ten years, studies have linked guarana to other potential physiological effects associated with its consumption, increasing its functional value. Hence, the aim of this study is to characterize the proximal composition and the in vitro antioxidant activity of guarana powder produced by the Family Farmers's Association located in the Traditional Riverside Community of Jatuarana, Manaus, Amazonas' state, that belongs to Embrapa Amazônia Ocidental. To analyze the centesimal composition, the simple oven drying method was used to determine moisture content, the Soxhlet method for the determination of total lipids, the Kjeldahl method for determining proteins, the muffle furnace incineration method for determining the fixed mineral residue (total ash), the enzymatic-gravimetric method for obtaining total fibers, both soluble and insoluble fibers and, lastly, the determination of carbohydrates was done using the difference method and, from this, the caloric value of the fruit was quantified. The Folin-Ciocalteu colorimetric method was used to quantify total polyphenols and the DPPH, ABTS and FRAP methodologies were used to analyze the antioxidant activity in vitro. The results of the centesimal composition revealed that, 100g of the guarana powder studied had $9.56 \pm 0.04\%$ moisture, $3.07 \pm 0.01\text{g}$ of total lipids, $12.88 \pm 0.08\text{g}$ of protein, $2.11 \pm 0.02\text{g}$ of total ash, 15.85g of total fiber, of which $14.48 \pm 0.66\text{g}$ were insoluble fiber and $1.37 \pm 0.10\text{g}$ were soluble fiber, and 56.53g of carbohydrates. The total caloric value of the fruit was $305.27\text{kcal}/100\text{g}$. The total polyphenol content was $4459.41 \pm 88.23\text{ mg EAG}/100\text{g}$ of guarana and, in terms of in vitro antioxidant activity, using the DPPH methodology, we get to the result of IC_{50} equal to $146.60\text{g guaraná}/\text{g DPPH}$ - showing a inhibition percentage of 96.8%. The ABTS methodology resulted in a value of $386.87\text{ }\mu\text{M}$ of ET/g guaraná and the FRAP methodology obtained $224.79 \pm 0.68\text{ }\mu\text{M ET/g guaraná}$. Given the analyzes performed, it is concluded that guarana has dietary fiber in its nutritional composition, in addition to a medium content of total polyphenols and demonstrated antioxidant capacity in the methods used.

Keywords: Guarana, *Paullinia cupana*; Antioxidant Activity; Nutritional Composition; Polyphenols.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Principais classes de compostos bioativos de origem vegetal.	16
Figura 2 - Fonte de espécies reativas de maneira endógena e exógena no organismo vivo....	22
Figura 3 - Fórmula química das espécies reativas ao oxigênio (EROs) e ao nitrogênio (ERNs).	23
Figura 4 - Guaranazeiro, a esquerda, e fruto do guaranazeiro (guaraná), a direita.	26
Figura 5 - Formas de comercialização da semente do guaraná.	27
Figura 6 - Estrutura química das metilxantinas e compostos fenólicos presentes no guaraná.	28
Figura 7 - Esquema representativo sobre a atuação dos polifenóis presentes no guaraná no estresse oxidativo.....	29
Figura 8 - Ilustração contendo a síntese dos benefícios para a saúde humana visto em estudos do consumo do guaraná.	30
Figura 9 - Fluxograma para obtenção do extrato aquoso.	39

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Curva padrão referente a ácido gálico realizada para a análise de polifenóis totais nas amostras do extrato aquoso de guaraná em pó.....	40
Gráfico 2 - Curva padrão de solução de DPPH• realizado para a análise da atividade antioxidante total do guaraná fornecido pela Embrapa.	42
Gráfico 3 - Curva padrão do antioxidante Trolox para determinação da atividade antioxidante total do guaraná em pó pelo método ABTS.	44
Gráfico 4 - Curva padrão referente à trolox realizada para a análise do Poder Redutor de Íons Ferro nas amostras do extrato aquoso de guaraná em pó fornecido pela Embrapa Amazônia Ocidental.....	46

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição centesimal do guaraná em pó obtido da Embrapa Amazônia Ocidental.	47
Tabela 2 - Polifenóis totais do extrato aquoso do guaraná em pó obtido da Embrapa Amazônia Ocidental.....	52
Tabela 3 - Capacidade Antioxidante in vitro do extrato de guaraná aquoso obtido da EMBRAPA Amazônia Ocidental, pelos métodos do radical DPPH [•] , ABTS ^{•+} e FRAP.	55

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABTS ⁺	Radical 2,2'-azinobis (ácido 3-etilbenzotiazolina-6-sulfônico)
ANVISA	Agência Nacional de Vigilância Sanitária
ATP	Trifosfato de Adenosina
CAT	Catalase
DCNT	Doenças Crônicas Não Transmissíveis
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
DPPH [•]	Radical 1,1-difenil-2-picrilhidrazil
EAG	Equivalente de Ácido Gálico
ERNs	Espécies Reativa ao Nitrogênio
EROs	Espécies Reativas ao Oxigênio
ET	Equivalente de Trolox
EUA	Estados Unidos
FDA	<i>Food and Drug Administration</i>
FOSHU	<i>Foods for Specified Health Use</i>
FRAP	Poder antioxidante de redução férrica
GPx	Glutathione Peroxidase
mPTP	Permeabilidade Mitocondrial
MS	Ministério da Saúde
NOX	Adenina Dinucleotídeo Fosfato Oxidase
PNAN	Política Nacional de Alimentação e Nutrição
PRX	Peroxirredoxina
RDC	Resolução da Diretoria Colegiada
SOD	Superóxido Dismutase
TBCA	Tabela Brasileira de Composição de Alimentos
TRx	Tiorredoxina

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
2	REFERENCIAL TEÓRICO	15
2.1	Alimento Funcional	15
2.2	Alimentos de Origem Vegetal Fonte de Compostos Fenólicos	19
2.3	Estresse Oxidativo	21
2.4	Guaraná em Pó	25
3	OBJETIVO	31
3.1	Objetivo Geral	31
3.2	Objetivos Específicos	31
4	METODOLOGIA	32
4.1	Material de Estudo.....	32
4.2	Determinação da Composição Centesimal	32
4.2.1	Determinação de Umidade	32
4.2.2	Determinação de Cinzas Totais.....	33
4.2.3	Determinação de Lipídeos Totais.....	34
4.2.4	Determinação de Proteína	34
4.2.5	Determinação de Fibras.....	35
4.2.6	Determinação de Carboidratos	37
4.2.7	Determinação do Valor Energético	38
4.3	Análise da Atividade Antioxidante	38
4.3.1	Preparo do Extrato Aquoso	38
4.3.2	Polifenóis Totais	39
4.3.3	Determinação da Atividade Antioxidante Total Pela Captura do Radical Livre DPPH [•]	41
4.3.4	Determinação da Atividade Antioxidante Total Pela Captura do Radical Livre ABTS ^{•+}	43
4.3.5	Determinação da Atividade Antioxidante Total Pelo Método de Poder de Redução do Íon de Ferro (FRAP)	44
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
5.1	Composição Centesimal	47
5.2	Polifenóis Totais.....	52
5.3	Atividade Antioxidante <i>in vitro</i>	54
6	CONCLUSÃO	59
	REFERÊNCIAS	60

ANEXO A – SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO (SISGEN).....	73
--	-----------

1 INTRODUÇÃO

O desenvolvimento da civilização humana promoveu mudanças no comportamento social e nos hábitos alimentares, proporcionando a evolução no conceito de alimentos para além do convencional (COLOMBO *et al.*, 2020). Nessa perspectiva, surge o conceito de alimentos funcionais que, historicamente, tem sua origem no Japão por meio do programa *Foods for Specified Health Use* (FOSHU). Esses alimentos são caracterizados pelo seu benefício à saúde, inerente a sua composição química e nutricional, e apresentam um ou mais efeitos fisiológicos no organismo humano, possuindo relevância para a saúde e bem-estar (MORAES; COLLA, 2006; ZERAIK *et al.*, 2010; COURI; MATTA, 2021). No Brasil, a Resolução da Diretoria Colegiada (RDC) de nº 243, de 26 de julho de 2018, não regulamenta o termo “alimento funcional”, mas sim o de alimentos com alegação de propriedade funcional o qual é compreendido como aquele que, além do seu papel fundamental nutricional, apresenta efeitos metabólicos ou fisiológicos no crescimento, desenvolvimento, manutenção e em outras funções do organismo (ANVISA, 2018; ANVISA, 1999).

Os frutos tropicais, provenientes da região amazônica brasileira, são promissores alimentos com alegação de propriedade funcional em razão do grande potencial na obtenção de compostos bioativos, principalmente em virtude da sua composição fenólica (ALMEIDA; SANTOS, 2020). Os compostos fenólicos consistem em um vasto grupo de fitoquímicos, caracterizado pela presença de, pelo menos, um anel aromático (NEVES, 2015). Esses compostos são provenientes do metabolismo secundário das plantas e estão presentes nas suas estruturas, desempenhando funções importantes, como estruturais e de proteção (NEVES, 2015; BASTOS; ROGERO; ARÊAS, 2009). No organismo humano, por sua vez, tais compostos são associados à prevenção das doenças crônicas não transmissíveis (DCNT), tendo uma importante influência no seu desenvolvimento e progressão (CHIRINOS *et al.*, 2010; CUPPARI *et al.*, 2019).

Nesse cenário, os frutos tropicais despertam interesse para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios, pois exibem importância econômica, tanto no comércio local, nacional e internacional, e impulsionam a comunidade científica a estudos mais aprofundados a respeito do seu valor nutricional e efeitos à saúde (RUFINO *et al.*, 2010; SHIRAHIGUE; CECCATO-ANTONINI, 2020; GOMES *et al.*, 2023; ALMEIDA; SANTOS, 2020). O conhecimento da composição e das propriedades funcionais de um alimento é necessário para a compreensão das associações entre os conceitos de dieta, saúde, doenças, fontes alimentares e recomendações dietéticas (AXELSON, 1992; RECH; NICOLETTO, 2023). Um exemplo de como estudos

nessa temática são importantes para políticas de alimentação e nutrição é a publicação do Guia Alimentar para a População Brasileira que, em 2014, categorizou os alimentos conforme natureza, extensão e grau de processamento industrial, denominada classificação NOVA, e proporcionou à população orientações estruturadas em concordância com o cenário da alimentação e da saúde no Brasil (BRASIL, 2014). Ainda, o documento apresenta interdependência com a alimentação adequada e saudável e sustentabilidade do sistema alimentar, incentivam o consumo de alimentos *in natura* e minimamente processados e de origem predominantemente vegetal (BRASIL, 2014; CORRÊA; SILVA, 2021). Nessa perspectiva, a Amazônia apresenta uma enorme variedade de frutos, como o açaí (*Euterpe oleracea*), guaraná (*Paullinia cupana*) e tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), os quais possuem potencial valor nutritivo e, paralelamente, mercadológico no âmbito mundial (SILVA *et al.*, 2023).

O guaraná (*Paullinia cupana*), proveniente da região Amazônica brasileira, possui um potencial bioativo interessante em virtude do seu histórico de uso, iniciado pelos povos indígenas Sateré Mawés, os quais permanecem até os dias atuais na forma de *shots* matinais observado por meio da ampla divulgação em sites de busca não científicos (NASCIMENTO *et al.*, 2023; SOARES; FILHO; VEIGA, 2022; BONILLA; SOBRAL, 2017). O Brasil é o único produtor comercial do guaraná e atende demandas nacionais e internacionais, representando, assim, uma importância econômica e social para o país (NASCIMENTO *et al.*, 2023). Estima-se que 70% da produção do fruto seja absorvida pela indústria de refrigerantes e energéticos, sendo o restante comercializado na forma de bastão, xarope, pó, extrato e outros subprodutos (SEBRAE, 2016). O fruto sempre despertou interesse em razão do seu alto teor em cafeína e efeito estimulante, entretanto, nos últimos 10 anos, a literatura tem mostrado outros benefícios positivos (TEIXEIRA; OLIVEIRA; SOUZA, 2023; TORRES *et al.*, 2022). Diante do aumento no consumo de guaraná pela população e o interesse da comunidade científica em avaliar seus potenciais benefícios à saúde, estudos de caracterização da composição química desse fruto devem ser estimulados.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Alimento Funcional

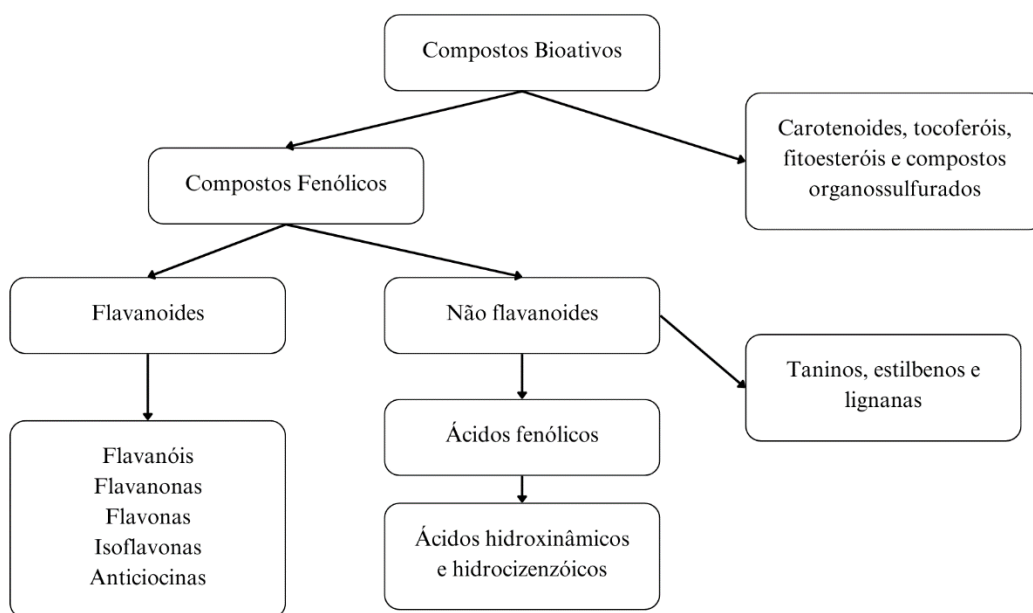
Por definição, uma substância é denominada como alimento quando, ao ser consumido, exerce a função de fornecer energia, macro e micronutrientes para o funcionamento integral do organismo humano (COURI; MATTA, 2021). A legislação brasileira, fundamentada na RDC de nº 727, de 01 de julho de 2022, compreende alimento da seguinte maneira:

“Toda substância que se ingere no estado natural, semielaborada 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” (ANVISA, 2022, p.2).

A alimentação e a nutrição possuem uma importante relação com a saúde e prevenção de doenças que, com o desenvolvimento da civilização humana e, conseqüentemente, das alterações nos hábitos alimentares e de comportamento social, tornou-se essencial a evolução do conceito de alimento para além do convencional (COLOMBO *et al.*, 2020). Assim, a partir década de 90, o alimento passou a ser compreendido não só pela sua composição de nutrientes e calorias, mas também por sua associação com respostas fisiológicas específicas, fornecidas por alguns alimentos, em razão da presença de compostos especiais na sua matriz, denominados compostos bioativos (COURI; MATTA, 2021; ZERAIK *et al.*, 2010).

Os compostos bioativos são substâncias químicas presentes nos alimentos com a finalidade de atuar no sistema de proteção contra agressores do ambiente das plantas e, no organismo humano, atuam como moduladores de processos metabólicos oxidativos, prevenindo o surgimento e/ou agravamento das DCNT (VIZZOTO; KROLOW; TEIXEIRA, 2010). Dentre seus benefícios, tem-se a atividade antioxidante, inibição ou indução da atividade de enzimas, atividade anti-inflamatória e inibição de atividade de receptores celulares (SHIRANHIGUE; CACCATO-ANTONINI, 2020; CORREIA *et al.*, 2012). Para fins legislativo e regulamentário, o Brasil, reconhece uma substância bioativa como nutriente ou não nutriente consumido normalmente como componente de um alimento, que possui ação metabólica ou fisiológica específica no organismo humano (BRASIL, 2018). Podem ser obtidos por meio de plantas, animais, minerais, microrganismos, fungos, algas ou de forma sintética. Os compostos bioativos incluem carotenoides, fitoesteróis, flavonoides, fosfolipídios, organosulfurados e polifenóis não flavonoides, mas não de maneira limitada (FIG.1) (ANVISA, 2020).

Figura 1 – Principais classes de compostos bioativos de origem vegetal.



Fonte: Adaptado de SHIRAHIGUE; CECCATO-ANTONINI, 2020.

O alimento funcional, por sua vez, caracteriza-se pelo seu benefício à saúde, inerente a sua composição química, o qual apresenta efeitos em uma ou mais funções do organismo humano de modo a reduzir o risco de desenvolvimento das DCNT, sendo relevante para a saúde e bem-estar (MORAES; COLLA, 2006; ZERAIK *et al.*, 2010; ROBERFROID, 2002; PEREZ NEUMANN; ABREU; TORRES, 2000). Podem atuar em diferentes sistemas do organismo, sendo eles: o gastrointestinal, cardiovascular, metabolismo de substratos, crescimento, desenvolvimento e diferenciação celular e comportamento das funções fisiológicas (MORAES; COLLA, 2006). Assim, na alimentação, a introdução de alimentos com constituintes de alegação de funcionalidade vem se tornando de grande importância (SANTOS *et al.*, 2020).

No Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária (ANVISA), criada pela lei de nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999, na área de alimentos, é responsável por coordenar, supervisionar e controlar as atividades de registro, inspeção, fiscalização e controle de risco, estabelecendo, ainda, normas e padrões de qualidade e identidade (BRASIL, 2024). Desse modo, a RDC de nº 243, de 26 de julho de 2018, promovida pela ANVISA, dispõe a respeito dos requisitos sanitários dos suplementos alimentares e contempla os requisitos para a sua composição, qualidade, segurança e rotulagem, além da atualização das listas de nutrientes, substâncias bioativas, enzimas e probióticos, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar destes produtos. Nesse sentido, a legislação não reconhece o termo “alimento

funcional”, mas sim o de alimentos com propriedade funcional o qual, para obter essa atribuição, deve atender os seguintes critérios, presente no capítulo IV no art.20:

- a. Ser comprovadamente seguros para consumo humano, conforme Resolução de nº 17, de 30 de abril de 1999, que aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para a avaliação de risco e segurança dos alimentos;
- b. Atender ao disposto no art. 8º desta Resolução;
- c. Ter limites mínimos estabelecidos, sempre que possível, de forma a garantir uma ingestão significativa com base nas evidências científicas sobre as necessidades diárias ou o efeito metabólico ou fisiológico;
- d. Ter limites máximos estabelecidos de forma a reduzir o risco de consumo excessivo, considerando as evidências científicas relativas aos limites superiores de segurança, às especificidades do grupo populacional a que se destinam e às quantidades consumidas através de outras fontes alimentares;
- e. Ter a eficácia de suas alegações comprovadas, conforme Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999, que aprova o regulamento técnico que estabelece as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos (ANVISA, 2018, p. 6-7).

O artigo art. 8º da RDC aborda a respeito das especificações de identidade, pureza e composição que devem ser estabelecidas em, pelo menos, nas seguintes referências:

- I. Farmacopeia Brasileira;
- II. Farmacopeias oficialmente reconhecidas, conforme Resolução - RDC nº 37, de 6 de julho de 2009, que trata da admissibilidade das farmacopeias estrangeiras, e suas atualizações;
- III. Código Alimentar (*Codex Alimentarius*);
- IV. Comitê Conjunto de Especialistas da FAO/OMS sobre Aditivos Alimentares (*Joint FAO/WHO Expert Committee on Food Additives - JECFA*);
- V. Código de Produtos Químicos Alimentares (*Food Chemicals Codex - FCC*);
- VI. Compêndio de Suplementos Alimentares da USP (*USP Dietary Supplement Compendium - DSC*); ou
- VII. Autoridade Europeia para a Segurança dos Alimentos (*European Food Safety Authority - EFSA*) (ANVISA, 2018, p. 3-4).

Desse modo, no Brasil, entende-se como alimento com alegação de propriedade funcional aquele que, além do seu papel fundamental nutricional, produz efeitos metabólicos ou fisiológicos no crescimento, desenvolvimento, manutenção e outras funções normais do organismo humano. Ainda, não é considerado pertencente a essa categoria os produtos que possuem finalidade terapêutica, isto é, destinados para o tratamento ou cura de doenças e agravos a saúde, como as plantas medicinais, drogas vegetais e insumos farmacêuticos ativos das diferentes categorias de medicamentos (BRASIL, 2018; BRASIL 1999; BRASIL, 1969). Cabe ressaltar que o conceito de alimento funcional não é uma definição universalmente aceita, variando conforme o órgão regulamentador (COSTA; STRHLAU, 2020; PEDROSA, 2015; OLIVEIRA, 2019; BECKER *et al.*, 2018). Nos Estados Unidos (EUA), por exemplo, a *Food and Drug Administration* (FDA) na seção (b) (3) da Lei de Medicamentos Órfãos (*Orphan Drug Act – 21 U.S.C 360ee (b) (3)*), compreende o termo, referido como *medical food*, da seguinte maneira:

“Alimento formulado para ser consumido ou administrado via enteral sob a supervisão de um médico e que destina-se ao tratamento dietético específico de uma doença ou condição para a qual requisitos nutricionais distintos, baseados em princípios científicos reconhecidos, são estabelecidos por avaliação médica” (EUA, 2023).

Historicamente, o termo “alimentos funcionais” possui origem no Japão, o qual tinha como objetivo a redução de custos com medicamentos e a necessidade de prevenção das DCNT, em razão do crescimento e do envelhecimento populacional (COURI; MATTA, 2021; GOMÉZ *et al.*, 2022). Assim, foi implementado o programa FOSHU cuja ideia principal era de que os alimentos deveriam ser baseados em ingredientes naturais e consumidos como parte da dieta e, ainda, deveriam cumprir funções específicas no organismo, como, por exemplo, melhora do sistema imunológico e prevenção de doenças (COURI; MATTA, 2021; GOMÉZ *et al.*, 2022). Os alimentos funcionais ganharam diferentes nomeações e conceitos ao longo do tempo, mas todos baseados nos nutrientes e não nutrientes que proporcionam benefícios específicos à saúde, além dos componentes nutricionais básicos do alimento (BECKER *et al.*, 2022; CUPPARI, 2019).

Nessa perspectiva, os alimentos funcionais são um importante conceito dentro da alimentação e nutrição, que, por sua vez, estão relacionados aos benefícios à saúde, visto seu potencial preventivo (VIZZOTO, KROLOW, TEIXEIRA, 2010; PEREZ NEUMANN; ABREU; TORRES, 2000). Apesar das diferentes definições e legislações pelo mundo, existem

inúmeras evidências científicas que demonstram a efetividade desses alimentos e/ou dos componentes bioativos em vias metabólicas específicas, influenciando no desenvolvimento e/ou progressão de diversas doenças, principalmente as DCNT's (CUPPARI, 2019).

2.2 Alimentos de Origem Vegetal Fonte de Compostos Fenólicos

Nos últimos cinquenta anos, houve mudanças significativas na qualidade e quantidade da alimentação humana, visto alterações no sistema de produção, distribuição e comercialização, associado, ainda, a questões econômicas, sociais e culturais (MENEGASSI *et al.*, 2018). No Brasil, a partir de 2010, pesquisas na área da alimentação e nutrição promoveram a classificação dos alimentos conforme a natureza, extensão e grau de processamento industrial, denominada NOVA (BRASIL, 2014; GOMES *et al.*, 2023; MONTEIRO *et al.*, 2010). Desse modo, as diretrizes dietéticas brasileiras estão sintetizadas no Guia Alimentar para a População Brasileira (2014), criado pelo Ministério da Saúde (MS), o qual apresenta-se em fácil linguagem para a compreensão da população. As orientações são construídas visando a promoção de uma alimentação adequada e saudável, conforme preconizado pela Política Nacional de Alimentação e Nutrição (PNAN), que se baseia no consumo de alimentos *in natura* e minimamente processados de maneira variada, associado ao consumo de alimentos regionais, sócio e ambientalmente sustentáveis (BRASIL, 2014; CÔRREA; SILVA, 2021).

A procura pela melhoria da qualidade de vida por meio de uma alimentação saudável baseada em frutas, verduras, cereais, sementes e legumes é um foco de escala mundial (CONRAD *et al.*, 2018; GOMES *et al.*, 2023). Os compostos fenólicos de origem vegetal são encontrados naturalmente em frutas, verduras e grãos integrais, os quais pertencem a categoria de alimentos *in natura* e minimamente processados, de acordo a classificação NOVA (BRASIL, 2014; SHIRAHIGUE; CECCATO-ANTONINI, 2020). Esses alimentos possuem, em sua composição, quantidades substanciais de água, vitaminas, minerais, fibras alimentares, carotenoides, ácido ascórbico e numerosos compostos fenólicos (GOMES *et al.*, 2023; SHIRAHIGUE; CECCATO-ANTONINI, 2020; BATISTA *et al.*, 2018). Dentre os alimentos de origem vegetal, que se destacam pela sua composição funcional, estão as frutas, a soja, a aveia, a cenoura, o tomate, o chá verde e o farelo de trigo e de arroz (ALMEIDA; SANTOS, 2020).

O Brasil possui o maior número de espécies pertencentes a flora e biomas ricos, como a Amazônia, Mata Atlântica, o Cerrado, a Caatinga, o Pantanal e o Pampa. Assim, compreende 20% de toda a biodiversidade do globo terrestre, apresentando potencial para um sistema

alimentar diversificado (SILVA *et al.*, 2023). A variedade de espécies frutíferas relaciona-se com as características geográficas regionais e em conjunto com a América, Ásia, Áustria e África, possuem mais de 2000 espécies. Dessas, 1000 espécies foram identificadas na América, sendo 400 pertencentes ao solo brasileiro (RUFINO *et al.*, 2010). A Região Amazônica brasileira, por sua vez, possui uma rica diversidade de espécies frutíferas, possuindo, aproximadamente, cerca de 220 espécies de plantas produtoras de frutos comestíveis. Isso representa 44% da diversidade de frutas nativas do Brasil, que se destaca pela grande produção, sendo um dos três maiores no mundo (BECKER *et al.*, 2018; BATISTA *et al.*, 2018). Os frutos amazônicos apresentam um grande potencial bioativo na obtenção de compostos bioativos. Considerando a aceitação no mercado ou a cultura local, provenientes da atividade extrativista, destacam-se: o abiú (*Pouteria caimito*), bacupari (*Rheedia gardneriana*), bacuri (*Platonia insignis*), cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*), pupunha (*Bactris gasipaes*), tucumã (*Astrocaryum aculeatum*), açaí (*Euterpe oleracea*), guaraná (*Paullinia cupana*), cacau (*Theobroma cacao*), castanha do pará (*Bertholletia excelsa*), Taperabá (*Spondias mombin*) e camu-camu (*Myrciaria dubia*). Cabe ressaltar que, além do mercado local, a maioria desses frutos amazônicos apresentam grande aceitação e consumo pelo mercado nacional e internacional, exibindo importância social, comercial e ambiental (ALMEIDA; SANTOS, 2020).

Nos últimos anos, a busca pela diversificação de sabores e produtos que se enquadram na categoria de alimentos funcionais ou alimentos com propriedade funcional tem proporcionado o cultivo de frutas, até então desconhecidas. Nesse cenário, encontram-se as frutas nativas, também denominadas de “novas frutas”, “frutas raras”, frutas potenciais” ou, ainda, “frutas do futuro” (CARVALHO *et al.*, 2006). Assim, o consumo de frutas tropicais vem aumentando, nacional e internacionalmente, visto o reconhecimento do seu valor nutricional e dos seus efeitos positivos na saúde, representando um interesse para a agroindústria e uma possível fonte de renda para a população local, despertando interesse de pesquisadores e consumidores (RUFINO *et al.*, 2010; SHIRAHIGUE; CECCATO-ANTONINI, 2020; GOMES *et al.*, 2023). Pesquisas, até o momento, revelam que os frutos provenientes da região amazônica são ricos em nutrientes e não nutrientes, apresentando potencial para o desenvolvimento de novos produtos alimentícios e disponibilização para outras regiões do país (ALMEIDA; SANTOS, 2020).

Nessa perspectiva, os compostos fenólicos consistem em um vasto grupo de fitoquímicos são caracterizados pela presença de, pelo menos, um anel aromático tendo um ou mais grupos hidroxilas conectados (NEVES, 2015; KOCH *et al.*, 2024). Os polifenóis são os

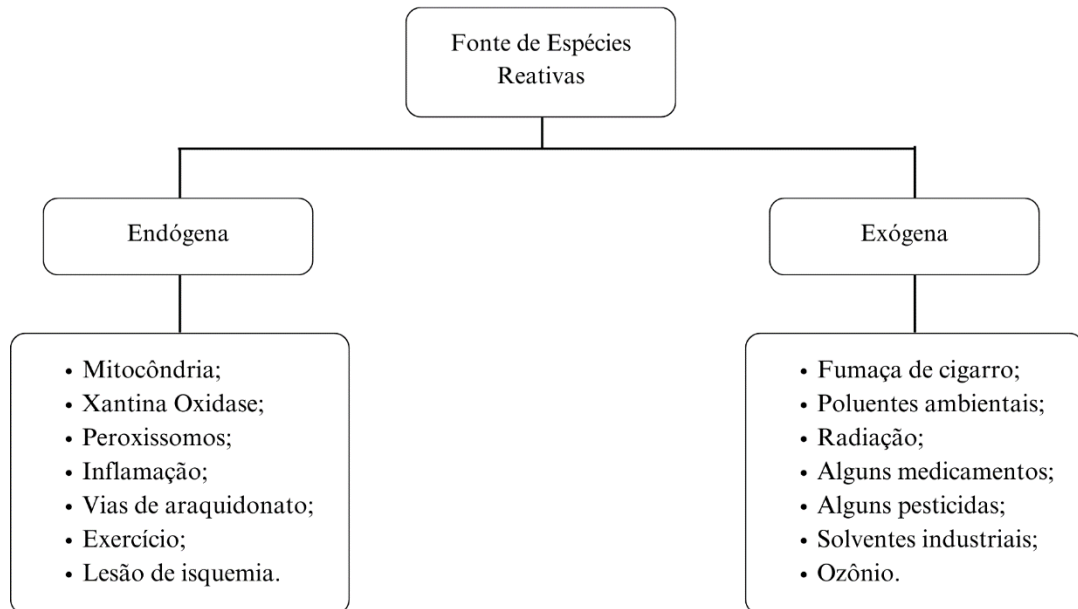
mais abundantes e são definidos, quanto a fórmula química, pela presença de dois grupos hidroxilas ligados a um anel benzênico (KOCH *et al.*, 2024). Esses compostos são provenientes do metabolismo secundário das plantas, os quais são identificados cerca de 8000 compostos polifenólicos em espécies vegetais, como flavanoides, cumarinas, estilbenos, ácidos fenólicos e lignanas, além de taninos e ligninas (KOCH *et al.*, 2024). Tanto na literatura científica quanto em sites de busca não científicos associam o consumo desses compostos à potenciais benefícios à saúde. Tais implicações, estão relacionadas a capacidade antioxidante dos polifenóis, que são associados à prevenção das DCNT (KOCH, 2019). Sua associação é interessante, pois o estresse oxidativo é um fator chave para o desenvolvimento dessas doenças e os polifenóis, em contrapartida, possuem a capacidade de atrasar ou inibir a oxidação de moléculas no organismo humano, isto é, apresentam um efeito antioxidante (REFOSTO *et al.*, 2020). Nessa perspectiva, tem-se o chá verde (*Camellia sinensis*) é amplamente consumido e apresenta potencial efeito antioxidante e anti-inflamatório em virtude da sua composição fenólica (WUINIARSKA-MIECZAN *et al.*, 2024). Portanto, estudos a respeito de frutos com semelhante atividade antioxidante ao do chá verde se faz necessária, além do conhecimento da composição e das propriedades nutricionais, para a compreensão das associações entre os conceitos de dieta, saúde, doenças, fontes alimentares e recomendações dietéticas (AXELSON, 1992; RECH; NICOLETTO, 2023).

2.3 Estresse Oxidativo

Radical livre, nomenclatura utilizada anteriormente, é conceituada como qualquer espécie molecular de existência independente que possui um elétron desemparelhado na sua última camada eletrônica, conferindo instabilidade e reatividade, possuindo, ainda, uma meia-vida muito curta (HALLIWELL, 1994). Atualmente, utiliza-se o termo espécies reativas visto que, no organismo, há a presença de radicais livres, como a hidroxila (OH) e superóxido (O_2^-), e espécies não radicais, como o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) (PARK *et al.*; DERMICI CEIKI *et al.*, 2022). As espécies reativas podem conter outros elementos além do oxigênio, como o nitrogênio, cloro e enxofre. Assim, as mais conhecidas são as espécies reativas de oxigênio (EROs) e de nitrogênio (ERNs) (DERMICI CEIKI *et al.*, 2022). A produção dessas substâncias é inevitável, pois são provenientes de processos metabólicos essenciais do organismo humano, como a respiração celular, respostas imunológicas e reações enzimáticas ou podem ocorrer também em razão da exposição a agentes exógenos, como radiação, medicamentos, dieta, tabagismo, poluentes atmosféricos e produtos químicos industriais (FIG. 2) (LOBO *et al.*, 2010;

BARBOSA *et al.*, 2010). Quanto às reações enzimáticas, incluem a cadeia respiratória, a fagocitose, a síntese de prostaglandinas e o sistema de citocromo P-450 (LOBO *et al.*, 2010).

Figura 2 - Fonte de espécies reativas de maneira endógena e exógena no organismo vivo.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

A produção de espécies reativas consiste em um processo contínuo e fisiológico que é imprescindível para a transferência de elétrons em diversas reações bioquímicas endógenas. Os reagentes mais importantes na bioquímica das espécies reativas em células aeróbicas são o oxigênio e seus radicais derivados, o peróxido de hidrogênio e metais de transição (KH CHEESEMAN; SLATER, 1993). O oxigênio é um elemento essencial à vida, mas, em determinadas condições, possui efeito deletério ao organismo, isto é, na forma espécie reativa (LOBO *et al.*, 2010). O oxigênio é essencial para a produção de ATP, realizada nas membranas mitocondriais, internas e externas. A produção de EROs ocorre devido ao vazamento de elétrons em casos de interrupção da respiração mitocondrial - a passagem do acetil-CoA nos complexos I, III, IV e V - (PARK *et al.*, 2010; WANG; KANG, 2020). Os complexos I e III são os principais geradores das EROs mitocondriais e o seu excesso pode desestabilizar a membrana mitocondrial, fazendo com que haja a abertura dos poros de transição de permeabilidade mitocondrial (mPTP), facilitando, assim, a liberação das espécies reativas para o citosol (WANK; KANG, 2020).

Nesse cenário, o oxigênio sofre uma série de reduções e intermediários são gerados (DERMICI CEIKI *et al.*, 2022). Assim, o oxigênio em contato com um elétron livre, origina o

ânion superóxido ($O_2^{\bullet-}$). O ânion superóxido ($O_2^{\bullet-}$) sob a ação da enzima superóxido dismutase (SOD), é convertido em peróxido de hidrogênio (H_2O_2), pois é uma molécula mais estável e com meia vida maior comparado ao $O_2^{\bullet-}$. As moléculas H_2O_2 e $O_2^{\bullet-}$ na presença de metais de transição, como o cobre, ferro e zinco, resultam na espécie reativa, a hidroxila ($OH^{\bullet}$), por meio das reações de Fenton e Haber-Weiss. A reação de Fenton consiste em uma reação redox, na qual o Fe^{+2} é oxidado à Fe^{+3} por meio do peróxido de hidrogênio que, por sua vez, é convertido no radical hidroxila ($OH^{\bullet}$) (BARBOSA *et al.*, 2010; FRIEDRICH *et al.*, 2007). Já na reação de Haber-Weiss o radical hidroxila é originado a partir da interação entre o ânion superóxido e o peróxido de hidrogênio, tendo o ferro como catalisador (KEHRER, 2000). Ademais, pode-se ocorrer também a formação das ERNs, na qual o oxigênio ($O_2^{\bullet-}$), em contato com o óxido nítrico, forma o peroxinitrito ($ONOO^-$), do qual o radical hidroxila ($OH^{\bullet}$) pode ser obtido (FIG. 3) (ÔSZ *et al.*, 2022).

Figura 3 - Fórmula química das espécies reativas ao oxigênio (EROs) e ao nitrogênio (ERNs).



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

O radical hidroxila é o que mais causa danos ao organismo, visto a sua meia-vida muito curta, o que dificulta o seu sequestro. Ainda, essa molécula apresenta uma pequena capacidade de difusão pelas membranas celulares e é o mais reativo na indução de lesões nas macromoléculas. O H_2O_2 , por sua vez, possui a capacidade de atravessar a membrana nuclear e induzir danos na molécula de DNA por meio de reações enzimáticas. Essas moléculas, no geral, abstraem o hidrogênio ou são adicionadas nas insaturações (ANDERSON, 1996). Algumas enzimas também possuem um papel significativo na produção de EROs externas à

mitocôndria, como a xantina oxidase, mieloperoxidase, lipoxigenase, óxido nítrico sintase desacoplada e nicotinamida adenina dinucleotídeo fosfato oxidase (NOX) - a mais importante e estudada -. A produção de espécies reativas também pode ser influenciada por fatores exógenos, as quais interagem com enzimas ou substâncias endógenas. A fumaça de cigarro, por exemplo, é capaz de ativar a NOX e estimular a produção de EROs. Já o álcool inibe a expressão de enzimas antioxidantes e citoprotetoras (WANG; KANG, 2020).

É importante destacar a presença controlada das espécies reativas no organismo humano em razão da sua atuação em vias de transmissão de sinais e também para o sistema imunológico. Assim, o sistema de defesa antioxidante, em um indivíduo saudável, mantém os níveis de espécies reativas balanceados, isto é, colabora para a homeostase da sinalização redox (DERMICI CEIKI *et al.*, 2022). O desequilíbrio, por sua vez, ocasionado pela superprodução de espécies reativas, gera o comprometimento dessa homeostase e, conseqüentemente, leva ao quadro de desequilíbrio, conhecido como estresse oxidativo. O estresse oxidativo é entendido como o desequilíbrio entre a formação de espécies reativas e a atuação das defesas antioxidantes, o que promove a alteração na homeostase antioxidante celular (PARK *et al.*, 2010). Esse quadro está relacionado a efeitos deletérios no organismo humano, como a peroxidação dos lipídios, carbonilação de proteínas de membrana, ligação às enzimas quinases, carboidratos e DNA, o que leva à alteração na sua estrutura e, conseqüentemente, da sua função (LOBO *et al.*, 2010). Assim, níveis elevados de espécies reativas levam a danos em macromoléculas e aumentam a morte celular (DERMICI CEIKI *et al.*, 2022). Dessa forma, o estresse oxidativo está associado a etiologia e progressão de diferentes doenças, como cardiopatias, aterosclerose e problemas pulmonares, além da indução e complicação do diabetes mellitus, doenças oculares vinculadas à idade e doenças neurodegenerativas, como a Doença de Parkinson, possuindo um papel significativo também nos processos da mutagênese e carcinogênese (LOBO *et al.*, 2010). Nesse cenário, a defesa antioxidante é essencial para neutralizar o excesso das espécies reativas e manter o equilíbrio redox. Os antioxidantes são definidos como qualquer substância que, quando presente em baixas concentrações quando comparada a do extrato oxidável, atrasa ou inibe a oxidação deste substrato de maneira eficaz (SIES; STAHL, 1995; BIANCHI, 1999; LOBO *et al.*, 2010; HALLIWELL, 1995). A atuação dos antioxidantes pode ocorrer de diferentes formas, sendo elas: impedir a formação das espécies reativas, neutralizá-las, reparar as lesões ocasionadas pelo estresse oxidativo ou aumentar a atividade de enzimas antioxidantes (BIANCHI; ANTUNES, 1999; LOBO *et al.*, 2010).

A defesa antioxidante endógena é composta por um conjunto de enzimas que colaboram para a neutralização das espécies reativas e sua atuação, de maneira geral, é transformá-las em moléculas menos tóxicas ou que não causem alterações para o organismo vivo (DERMICI CEIKI *et al.*, 2022). Os antioxidantes enzimáticos são aqueles produzidos no organismo, sendo eles a enzima superóxido dismutase (SOD), glutathione peroxidase (GPx), catalase (CAT), peroxirredoxina (PRX) e tiorredoxina (Trx) (BARREIRO *et al.*, 2006). A SOD possui a função de catalisar a reação de dismutação do $O_2^{\cdot-}$, gerando H_2O_2 . Já as enzimas CAT e GPx possuem a função de decompor o H_2O_2 e o $O_2^{\cdot-}$ (DERMICI CEIKI *et al.*, 2022).

A defesa antioxidante conta também com os antioxidantes provenientes da dieta, os antioxidantes exógenos, como os compostos fenólicos, beta caroteno, ácido ascórbico e algumas vitaminas e minerais (BARREIRO *et al.*, 2006). Os polifenóis possuem a capacidade de sequestrar os radicais, sendo um antioxidante mais efetivo comparado com as vitaminas A e C. A sua atividade pode estar relacionada com a doação de hidrogênio e elétrons, a estabilidade do radical flavanoil formado, reatividade frente aos outros oxidantes, capacidade de quelar metais de transição (evitando a ocorrência da reação de Fenton) e solubilidade e interação com as membranas (possibilitando sua entrada para dentro da célula) (BARREIROS *et al.*, 2006).

2.4 Guaraná em Pó

O guaraná é um fruto brasileiro, proveniente do guaranazeiro, nativo da região da Amazônia, cujo nome científico é *Paullinia cupana* (NASCIMENTO *et al.*, 2023). Ainda, é encontrado em outros territórios, como Guiana, Venezuela, Equador e Peru (COSTA *et al.*, 2023). O fruto pertence à família *Sapindaceae* e possui, aproximadamente, 140 gêneros e 2000 espécies distribuídas em três subfamílias. No Brasil, há a ocorrência de 27 dos gêneros e 419 das espécies existentes. Em relação ao gênero, existem cerca de 200 espécies. A espécie *Paullinia cupana* possui duas variedades botânicas, a *sorbilis*, presente apenas no Brasil, e a *típica*, presente na Venezuela e na Colômbia (NASCIMENTO *et al.*, 2023).

O guaranazeiro é um arbusto trepador perene, composto por ramos de 4 a 8 mm de diâmetro, folhas de 40 cm e com inflorescência podendo ultrapassar 30 cm (COSTA *et al.*, 2023). Em relação ao fruto, apresenta-se na forma esférica, preto brilhante, em forma de cápsula, com três folíolos contendo uma semente. Quando maduro, sua coloração é vermelha e laranja, com a semente parcialmente exposta. O pericarpo é marrom escuro e coberto pelo arilo, uma substância branca (FIG. 4) (NASCIMENTO *et al.*, 2023).

Figura 4 - Guaranazeiro, a esquerda, e fruto do guaranazeiro (guaraná), a direita.



Fonte: EMBRAPA, 2014/2016.

A produção do guaraná, no território brasileiro, ocorre, majoritariamente, nos estados da Bahia, Amazonas e Mato Grosso, os quais, juntos, representaram 96,9% da produção e 98,6% da área destinada para colheita, no ano de 2021 (CONAB, 2022). Também está presente, mas em menor escala, nos estados de Rondônia, Pará, Acre e Santa Catarina (CONAB, 2019). Conforme a produção nacional, em 2021, o principal produtor de guaraná foi o estado da Bahia (67%), com produção de 1,8 mil toneladas. Em seguida, encontra-se o estado do Amazonas (23,5%), 643 toneladas, e, na terceira posição, o estado do Mato Grosso (6,3%), 172 toneladas. A área total destinada para a produção foi de 10 mil hectares, resultando na produção de 2,7 mil toneladas em 2021, segundo ano da ocorrência da crise sanitária (CONAB, 2022). Ademais, os produtores do guaraná são, em sua maioria, pertencentes à categoria familiar (88,7%), conforme o censo agropecuário de 2017 (CONAB, 2019). Dados pertencentes ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), revelam que, no ano de 2023, o Brasil produziu cerca de 2,5 mil toneladas de semente de guaraná, tendo rendimento médio de 261 kg/ha, sendo avaliado em R\$ 55.168,00 (IBGE, 2023). Dados indicam que existem 6.644 estabelecimentos que realizam a comercialização do fruto (IBGE, 2024).

A semente é a única porção do guaraná apropriada para o consumo humano (BONILLA; SOBRAL, 2017). A sua comercialização ocorre em quatro formas diferentes, sendo a primeira o guaraná cru ou em rama, ou seja, são as sementes torradas, maneira mais comum de comercialização e com menor valor agregado. Outra forma são os palitos ou os bastões de guaraná que consistem na pasta da semente torrada, triturado, moída e misturada com água até a obtenção da consistência de pasta e, posteriormente, é desidratado (defumação prolongada). Essa forma foi desenvolvida pelos povos nativos da região de Maués e, normalmente, para o consumo, é ralado para obter o pó do fruto. O guaraná em pó é o produto obtido da amêndoa

finamente triturada, moída ou pilada, sendo uma forma comercializada para o preparo de sorvetes, bebidas, cremes e outros alimentos, cuja base é o fruto. Ainda, essa forma possui maior valor agregado, apresentando-se em dois tipos, sendo eles: sem a presença de tegumento (tipo 1) e com a presença de tegumento (tipo dois). Por fim, tem-se os xaropes e essências (FIG.6) (EMBRAPA, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2023; BRASIL, 1982).

Figura 5 - Formas de comercialização da semente do guaraná.



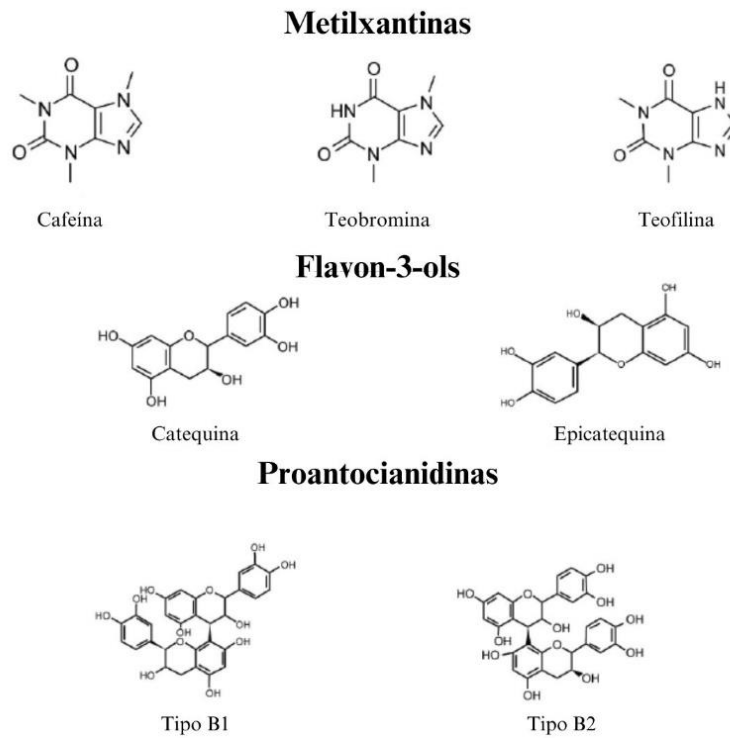
Fonte: Elaborado pela autora, 2024 (GUARANÁ TIBIRICA, 2024; ATACADO ERVAS, 2024; CEREALISTA MONTE VERDE, 2024).

Atualmente, o guaraná é amplamente utilizado pela indústria energética e de refrigerantes, mas também pela indústria farmacêutica e de cosméticos (COSTA *et al.*, 2023; MARQUES *et al.*, 2019). Possui uma grande importância econômica e social para o país, pois o Brasil é o único produtor comercial do mundo e, nesse cenário, atende as demandas nacionais e internacionais (NASCIMENTO *et al.*, 2023). A sua composição fitoquímica é interessante, visto a presença de compostos bioativos do tipo polifenóis, do tipo catequina (2%), epicatequina (3%) e proantocianidinas (B1 e B2) (FIG. 7) (TEIXEIRA, OLIVEIRA; SOUZA, 2023; BONILLA; SOBRAL, 2017; SANTANA; MACEDO, 2018; TORRES *et al.*, 2022; HACK *et al.*, 2023). Cabe ressaltar que, a variação da composição do guaraná e demais frutos, podem ocorrer em virtude das condições climáticas, forma de cultivo, genótipo e outras características (TORRES *et al.*, 2022).

Por anos, estudos concentraram-se no conhecimento acerca do teor de cafeína (até 5,3%), uma metilxantina, presente no guaraná e seus benefícios para a saúde, como o efeito estimulantes e cognitivos. Ademais, tem-se descrito a presença de teofilina, a qual possui propriedade de estimulação do sistema nervoso central, e a teobromina que apresenta estimulação cardíaca e broncodilatação (ZHANG *et al.*, 2024). Entretanto, no decorrer dos últimos 10 anos, o guaraná vem despertando interesse em razão dos seus benefícios positivos

relacionados ao câncer, doenças cardiovasculares e diabetes mellitus devido a sua composição em compostos fenólicos (TORRES *et al.*, 2022).

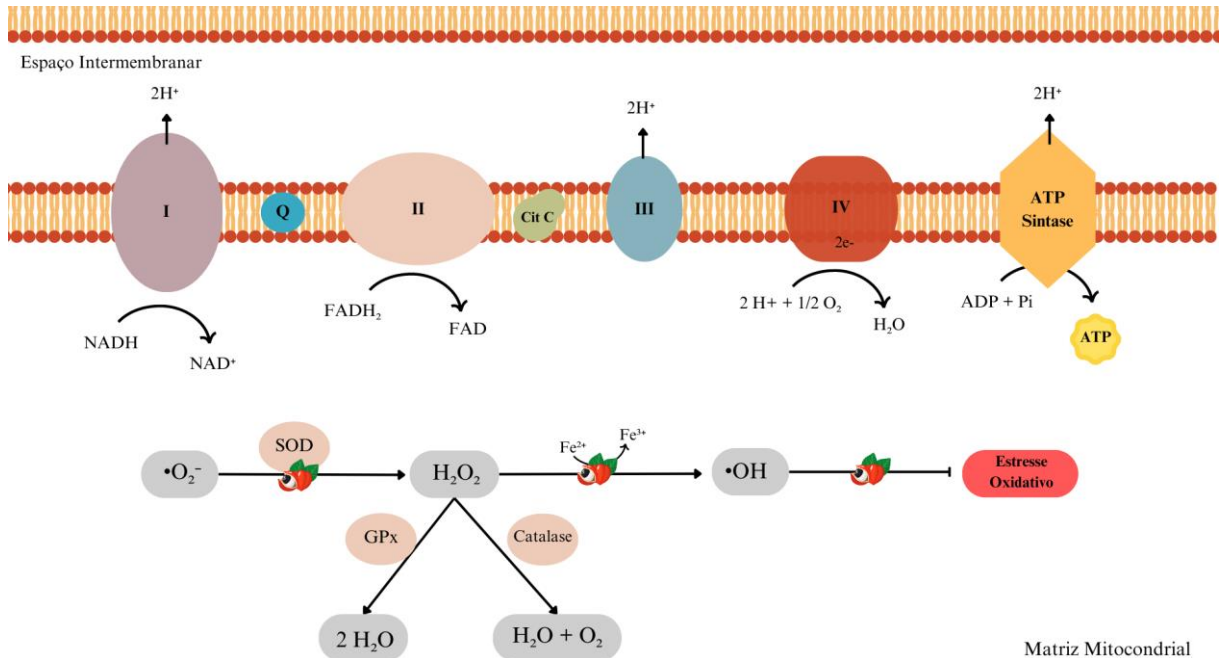
Figura 6 - Estrutura química das metilxantinas e compostos fenólicos presentes no guaraná.



Fonte: Adaptado de COSTA *et al.*, 2023.

Nesse sentido, o benefício do consumo do guaraná tem sido vinculado a efeitos antiinflamatórios, antioxidantes, anticancerígenos e hipocolesterolêmicos (HACK *et al.*, 2023; TORRES *et al.*, 2022). A propriedade antioxidante relaciona-se a eliminação e redução da geração de espécies reativas por meio da inibição de enzimas envolvida na produção de espécies reativas (FIG. 7) (TORRES *et al.*, 2022).

Figura 7 - Esquema representativo sobre a atuação dos polifenóis presentes no guaraná no estresse oxidativo.



Adenosina trifosfato (ATP), Água (H₂O), Citocromo C (Cit C), Coenzima Q (Q), Completo II (II), Completo III (III), Completo IV (IV), Complexo I (I), Difosfato de adenosina (ADP), Flavina Adenina dinucleotídeo (FAD), Fósforo inorgânico (Pi), Glutathione peroxidase (GPx), Nicotinamida adenina dinucleotídeo (NAD⁺), Oxigênio (O₂), Radical hidroxila (OH•), Ânion superóxido (O₂•⁻), Peroxido de hidrogênio (H₂O₂), Superóxido dismutase (SOD). Fonte: Adaptado de TORRES *et al.* (2022) e LEHNINGER (2018).

O estudo de Ruchel *et al.* (2016) demonstrou que a administração de 50 mg/kg/dia de guaraná, em ratos hipercolesterolêmicos, resultou em uma menor atividade da adenosina desaminase comparados aos animais que receberam uma dieta convencional, indicando a contribuição do fruto em minimizar o processo inflamatório causado pela dieta hipercolesterolêmica (RUCHEL *et al.*, 2016). Quanto à saúde cardiovascular e obesidade, a ingestão de 12,5 a 25 mg/kg/dia de guaraná, em modelo experimental animais hiperglicêmicos, revelou melhora na resposta inflamatória, ou seja, apresentou um efeito anti hiperlidêmico (RUCHEL *et al.*, 2019). Em relação ao diabetes, o estudo realizado por Silva *et al.* (2018) demonstrou o potencial inibitório do extrato de guaraná sob a ação das enzimas alfa amilase e alfa glicosidase, em razão dos polifenóis (catequina, epicatequina e proantocianidinas do tipo B1 e B2) na sua composição (SILVA *et al.*, 2018). Outro experimento em modelo animal, revelou que o consumo do extrato aquoso do guaraná (2mg/g) reduziu danos no DNA de células hepáticas, obtendo, assim, um efeito anticarcinogênico (FIG. 8) (FUKUMASU, *et al.*, 2006). Em razão da sua composição e potencialidades, o consumo de shots matinais (receitas e

3 OBJETIVO

3.1 Objetivo Geral

Realizar a caracterização da composição centesimal e determinar a capacidade antioxidante *in vitro* do guaraná (*Paullinia cupana*) em pó obtido da Embrapa Amazônia Ocidental.

3.2 Objetivos Específicos

- Realizar a composição centesimal do guaraná em pó;
- Determinar a quantidade de polifenóis totais do guaraná em pó;
- Determinar a capacidade antioxidante *in vitro* do guaraná em pó.

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Material de Estudo

O guaraná em pó utilizado para o desenvolvimento do presente trabalho foi obtido da Associação de Agricultores Familiares da Comunidade Ribeirinha e Tradicional de Jatuarana, localizado em Manaus no estado do Amazonas, pertencente Embrapa Amazônia Ocidental. Após o recebimento do guaraná em pó, o material foi armazenado em embalagem escura e mantido em local com baixa luminosidade.

Em atendimento a Lei de nº 13.123/2015, a matéria prima foi cadastrada no Sistema Nacional de Gestão do Patrimônio Genético e do Conhecimento Tradicional Associado (SISGEN), possuindo o cadastro de nº AB4ACC4 (ANEXO A).

4.2 Determinação da Composição Centesimal

A determinação da composição centesimal da amostra de guaraná em pó fornecido pela Embrapa Amazônia Ocidental foi realizada por meio das análises de umidade, cinzas totais, lipídeo, proteína, fibras e carboidratos, por meio das metodologias descritas por Adolfo Lutz (2008).

4.2.1 Determinação de Umidade

A determinação de umidade foi realizada por meio do método gravimétrico de secagem por evaporação da água em estufa simples. Inicialmente, foram obtidas placas de Petri previamente aquecidas a 105°C (Mod: TE39312, Tecnal, Brasil) por uma hora e resfriadas no dessecador até atingirem temperatura ambiente que, após esse processo, foram pesadas em balança analítica (Mod: AY220, Shimadzu, São Paulo, Brasil). Em seguida, pesou-se, aproximadamente, 8g de guaraná em pó em cada placa e dispôs, de maneira homogênea, o conteúdo por toda a superfície e, posteriormente, tampou-se cada (peso inicial). O conjunto (placa + tampa + amostra úmida), com o auxílio de um papel toalha, foram levados para a estufa simples e, no seu interior, retirou-se as tampas. Nessa etapa, iniciou-se o processo de secagem e foi realizado uma rampa de temperatura até a estufa atingir 105°C. Após 7 horas, as placas foram tampadas no interior na estufa e levadas para o dessecador, permanecendo até atingirem a temperatura ambiente. O aquecimento e resfriamento foram realizados até a obtenção do peso

constante, totalizando cerca de 10 horas para finalizar o experimento. Assim, foi obtido o peso final, realizado em balança analítica calibrada. A análise foi realizada em triplicata.

O peso de umidade (quantidade total de água) consiste no peso perdido durante a análise, ou seja, a diferença entre a amostra e o peso restante, isto é, os sólidos totais. O cálculo para a obtenção do percentual de umidade do guaraná em pó foi realizado por meio da equação abaixo:

$$\% \text{ Umidade} = \frac{\text{Peso perdido (g)}}{\text{Amostra Úmida (g)}} \times 100$$

4.2.2 Determinação de Cinzas Totais

A determinação de cinzas totais, também denominado de resíduo fixo por incineração, foi realizada por meio do aquecimento do guaraná em pó a 550-570°C em forno do tipo mufla.

Primeiramente, os cadinhos de porcelana, previamente aquecidos à 550°C em forno tipo mufla (Mod: 206, Fornitec, São Paulo, Brasil) e resfriados em dessecador até atingir a temperatura ambiente, foram pesados. Em seguida, pesou-se cerca de 5g da amostra de guaraná em pó, em balança analítica calibrada. Assim, o conjunto (cadinho + amostra) foi colocado no forno tipo mufla, sendo realizado a rampa de temperatura até obter 550°C. Após, aproximadamente, 10 horas as amostras apresentaram-se brancas ou ligeiramente acinzentadas, indicando o fim da análise, isto é, a incineração de toda matéria orgânica. Os cadinhos contendo as cinzas foram destinadas ao dessecador até que atingissem a temperatura ambiente e, posteriormente, foram pesadas em balança analítica calibrada. A análise foi realizada em triplicata.

O peso das cinzas consiste na diferença entre o cadinho contendo as cinzas e o cadinho vazio. O cálculo para a obtenção do percentual de cinzas totais foi realizado por meio da equação abaixo:

$$\% \text{ Cinzas Totais} = \frac{\text{Peso das Cinzas (g)}}{\text{Peso da Amostra (g)}} \times 100$$

4.2.3 Determinação de Lipídeos Totais

O percentual de lipídeos totais da amostra de guaraná em pó foi realizado utilizando a extração contínua em aparelho do tipo *Soxhlet* (Mod: TE044, Tecnal, Brasil), seguida de remoção por evaporação do solvente impregnado.

A princípio, pesou-se cerca de 5 g de guaraná em pó em cartucho extrator de celulose forrado com algodão, na porção inferior e superior, tampando a amostra completamente. O balão de *Soxhlet*, previamente aquecido a 105°C em estufa simples e resfriado em dessecador até atingir a temperatura ambiente, foi pesado em balança analítica e, em seguida, acoplado no sistema (Mod: 173, Fanen Ltda, São Paulo). O cartucho contendo a amostra foi transferido para o extrator e 150 mL do éter de petróleo (Proquimios, Rio de Janeiro, Brasil) foram adicionados ao sistema e, posteriormente, o frasco condensador foi conectado, finalizando a montagem do mesmo. Em seguida, ligou-se o aquecimento. A extração de lipídeos ocorre por meio do aquecimento do éter de petróleo, o qual evapora e, ao atingir o condensador, é resfriado, volta a forma líquida e atinge a amostra, extraindo os lipídeos presentes que, por sua vez, são depositados no balão volumétrico de *Soxhlet*. A duração dessa etapa foi de, aproximadamente, 10 horas e, após o término, o balão de *Soxhlet* foi destinado a estufa simples a 105°C para que ocorresse a evaporação do solvente extrator. Por fim, o balão contendo o lipídio foi pesado em balança analítica. A análise foi realizada em triplicata.

O peso de lipídeos foi obtido por meio da diferença entre o balão contendo o lipídeo e o balão vazio, pesado inicialmente. Assim, o percentual de lipídeos totais foi calculado por meio da equação abaixo:

$$\% \text{ Lipídeos Totais} = \frac{\text{Peso de Lipídeo (g)}}{\text{Peso da Amostra (g)}} \times 100$$

4.2.4 Determinação de Proteína

O percentual de proteína presente no guaraná em pó analisado foi obtido por meio do método de *Kjeldahl* o qual determina o conteúdo de nitrogênio (N) total da amostra.

Inicialmente, realizou-se a etapa da digestão. Assim, pesou-se aproximadamente 0,3g de amostra de guaraná em pó em tubos digestores, previamente preparados, em balança analítica calibrada. Em seguida, foram adicionados 2,5 g de mistura catalítica, sulfato de cobre

(Reagen, Paraná, Brasil) e sulfato de sódio (Alphatec, São Paulo, Brasil), e 10 mL de ácido sulfúrico (Synth, São Paulo, Brasil). O conjunto foi aquecido em bloco digestor (Gerhardt), elevando a temperatura gradativamente até atingir 400°C. O final dessa etapa é sinalizado quando o conjunto obtém um líquido límpido e transparente, indicando digestão total da matéria orgânica e formação de sulfato de amônio. A segunda etapa consiste na destilação. O tubo contendo a amostra digerida, obtido anteriormente, é acoplado ao destilador (Mod:TE0364, Tecnal, Brasil) que, aos poucos, adiciona hidróxido de sódio (NaOH) (Alphatec, São Paulo, Brasil) a 50% até que a mistura fique escurecida. Ao final, o destilado é recuperado no erlenmeyer receptor, acoplado ao equipamento, contendo 50 mL de ácido bórico (Dinâmica, São Paulo, Brasil) a 4% juntamente com 5 gotas do indicador misto de *Tashiro*. Foi coletado cerca de 150 mL do destilado. Por fim, a última etapa consistiu na titulação, no qual o borato de amônio obtido na etapa anterior foi titulado com ácido clorídrico (HCl) (Isafor, Rio de Janeiro, Brasil) a 0,1 mol/L (fator de correção = 0,978), até o ponto de viragem, isto é, a coloração inicial azul esverdeada é alterada para a coloração lilás/roxa.

O percentual de proteína na amostra foi calculado por meio da sequência das equações descritas abaixo:

$$\text{Mol de Nitrogênio} = \text{Concentração de HCl (mol/L)} \times \text{Volume de HCl gasto(L)}$$

$$\text{Massa de Nitrogênio} = \text{mol de Nitrogênio} \times \text{Massa Molar de Nitrogênio (g/mol)}$$

$$\% \text{ Nitrogênio} = \frac{\text{Massa de nitrogênio (g)}}{\text{Amostra de guaraná (g)}} \times 100$$

$$\% \text{ Proteína} = \% \text{ Nitrogênio} \times 6,25$$

4.2.5 Determinação de Fibras

A determinação de fibras insolúveis, solúveis e totais na amostra de guaraná em pó foi realizada por meio do método enzimático gravimétrico.

Primeiro, foram utilizados 6 béqueres de 500 mL, previamente higienizados e identificados, sendo que, em 4 deles, pesou-se cerca de 1g de amostra desengordurada e seca de guaraná em pó, os outros 2 representaram os brancos da análise. Após, adicionou-se, em

todos os béqueres, 50 mL de tampão fosfato 80 mM para obter pH de 6, e 0,1 mL de enzima amilase. Todos foram tampados com papel alumínio e mantidos em banho maria (Solab) por 15 minutos à 90°C. Dando sequência, os béqueres foram resfriados até atingirem a temperatura ambiente e, com o auxílio do pHmetro calibrado (Mod: WB3, Bel engeneering) e da solução de hidróxido de sódio (NaOH) 0,1 mol/L, o pH foi ajustado para a faixa de 7,3 a 7,7. Logo após, adicionou-se 0,1mL de enzima protease nos béqueres, os quais foram mantidos em banho maria por 30 minutos à 60°C, agitando-os a cada 5 minutos passados. Encerrado esse passo, resfriou-se novamente os béqueres a temperatura ambiente e ajustou-se o pH, com o auxílio do pHmetro e solução de ácido clorídrico (HCl) 0,1 mol/L FC, para a faixa de 3,5 a 4,5. Assim, foi acrescentado aos béqueres 0,2 mL da amilase do tipo amiloglucosidade (AMG), o qual, conforme o passo anterior, foram aquecidos a 60°C por 30 minutos, agitando a cada 5 minutos, sendo resfriados até a temperatura ambiente logo em sequência.

Após a ação das enzimas, iniciou-se a filtração a vácuo. Frascos de kitassatos acoplados a bomba a vácuo (Mod: 40 AMP, Air Med, Brasil) e cadinhos porosos de porcelana, possuindo uma camada de celite (Dinâmica, São Paulo, Brasil), previamente preparados, identificados e pesados, foram utilizados. Com o auxílio de etanol (Proquimios, Rio de Janeiro, Brasil) 78%, o celite presente nos cadinhos foram distribuídos de maneira uniforme e essa etapa foi iniciada, realizando a filtração do conteúdo presente em cada béquer, obtendo, assim, as fibras insolúveis, minerais e proteínas. O produto restante da filtração, retido no kitassato, foi reservado em béqueres de 500 mL. O material retido no cadinho foi destinado para a estufa simples a 105°C. Após a secagem, os cadinhos foram destinados ao dessecador, para atingirem a temperatura ambiente e, posteriormente, foram pesados. Metade do material, ou seja, dois cadinhos contendo a amostra de guaraná e um branco, foram destinados para a análise de proteína por meio do método de *Kjeldahl* e, na outra metade, foi realizada a análise de cinzas por incineração. Após a obtenção dos resultados de cinzas, proteína, branco e fibras insolúveis, referentes a primeira filtração, o percentual de fibras insolúveis presente na amostra de guaraná em pó seca e desengordurada foi calculada por meio do seguinte cálculo:

$$\text{Fibras Insolúveis} = \text{Fibra Insolúvel retida} - (\text{Cinzas} + \text{proteína} + \text{Branco})$$

No produto restante da filtração, retido no kitassato e vertidos em outros 6 béqueres de 500 mL, foram acrescentados 350 mL de etanol 95% e foram tampados com papel alumínio. O conteúdo foi deixado em *overnight* em temperatura ambiente para obter a formação de um precipitado, as fibras solúveis. No dia seguinte, realizou-se mais uma filtração com o auxílio da

bomba a vácuo, kitassato e cadinho contendo uma camada de celite, conforme a primeira filtração. Ao final da filtração, cada béquer foi lavado com 60 mL de etanol 78%, 20 mL de etanol 95% e, por último, 30 mL de acetona (Alphatec, São Paulo, Brasil). O material retido foi destinado para secagem em estufa simples a 105°C e, após secarem, foram levados ao dessecador para atingirem a temperatura ambiente para posterior pesagem. Continuando, metade dos cadinhos, sendo 2 contendo a amostra de guaraná e 1 branco, foram destinados a análise de proteína e a outra metade para a análise de cinzas. Após as análises e a obtenção dos resultados, foi calculado a presença de fibras solúveis em cerca de 1 g da amostra seca e desengordurada de guaraná, conforme a equação abaixo:

$$\text{Fibras solúveis} = \text{Fibra solúvel retida} - (\text{cinzas} + \text{proteína} + \text{branco})$$

Os resultados, tanto das fibras insolúveis quanto das solúveis, são referentes a amostra de guaraná seca e desengordurada e, assim, é possível determinar a partir da obtenção do percentual presente na amostra seca e desengordurada e, conseqüentemente, em 100g de guaraná em pó. Por fim, para obter as fibras totais, é realizado a somatória das fibras insolúveis e solúveis.

4.2.6 Determinação de Carboidratos

O percentual de carboidratos foi obtido por meio do método da diferença. Assim, a partir do percentual de umidade, cinzas totais, lipídeos, proteína e fibras totais, conforme as respectivas metodologias descritas anteriormente, subtraiu a somatória dessas nutrientes do total, ou seja, 100% do guaraná em pó, conforme a equação abaixo:

$$\% \text{ Carboidratos} = 100\% - \sum AB$$

Sendo:

AB = umidade, cinzas totais, lipídeos, proteína e fibras totais.

4.2.7 Determinação do Valor Energético

O valor energético, em quilocalorias (kcal), do guaraná, em 100g de alimento, foi obtido por meio da multiplicação dos macronutrientes, carboidrato, proteína e lipídeos, e seus respectivos valores energéticos. Sendo, 4 kcal/g para carboidratos e proteínas e 9 kcal/g para lipídeos.

4.3 Análise da Atividade Antioxidante

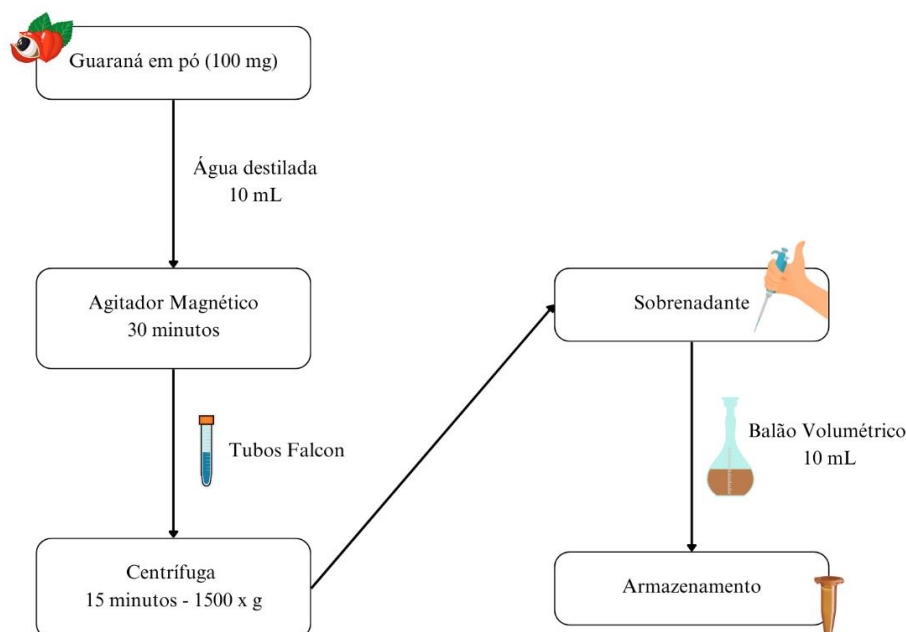
A análise da atividade antioxidante do guaraná em pó foi iniciada por meio da quantificação de polifenóis totais presentes na amostra a partir do método calorimétrico de *Folin-Ciocalteu* e, em seguida, foi realizada a determinação da atividade antioxidante pelo método de Poder de Redução do Íon Ferro (FRAP), pelo método de captura do radical 2,2'-azinobis (3-etilbenzotiazolina-6-ácido sulfônico) (ABTS^{•+}) e pelo método de captura do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH[•]).

4.3.1 Preparo do Extrato Aquoso

O extrato aquoso de guaraná foi realizado para ser utilizado nas análises da atividade antioxidante, ou seja, para polifenóis totais, FRAP, ABTS e DPPH, por meio da metodologia descrita pela Embrapa (2007).

Primeiramente, foram pesados 100 mg de guaraná em pó em um béquer previamente preparado utilizando uma balança analítica calibrada (Mod: AY220; Shimadzu, São Paulo, Brasil). Em seguida, foram adicionados 10 mL de água destilada, o qual foi agitado por 30 minutos em agitador magnético (Mod: MSH-300; BioSan/Uniscience, Brasil). Após esse tempo, toda a mistura de guaraná em pó foi vertida em tubos do tipo falcon e, logo após, foi centrifugada por 15 minutos a 1500 x g utilizando centrífuga para tubos do tipo falcon (Mod: 80-2B; Daiki). Em seguida, o sobrenadante foi retirado com o auxílio de uma pipeta e o volume foi ajustado com água destilada em um balão volumétrico de 10 mL. Por fim, o extrato aquoso obtido foi transferido para microtubos do tipo eppendorf na cor âmbar, devidamente identificados, sendo armazenados em freezer a -20°C para as análises posteriores (FIG 9).

Figura 9 - Fluxograma para obtenção do extrato aquoso.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

4.3.2 Polifenóis Totais

A quantificação de polifenóis totais, utilizando o extrato aquoso de guaraná em pó, foi realizada por meio do método colorimétrico de *Folin-Ciocalteu*, descrito por Medina (2011). O método realizado é baseado no princípio de que o reagente Folin-Ciocalteu, ou seja, a mistura dos ácidos fosfotúngstico ($\text{H}_3\text{PW}_{12}\text{O}_{40}$) e do fosfomolibdico ($\text{H}_3\text{PMo}_{12}\text{O}_{40}$) em contato com compostos fenólicos, presentes no extrato da amostra, faz com que haja a sua oxidação, os quais se reduzem a óxidos de coloração azul, os óxidos tungstênio (W_8O_{23}) e molibdênio (Mo_8O_{23}).

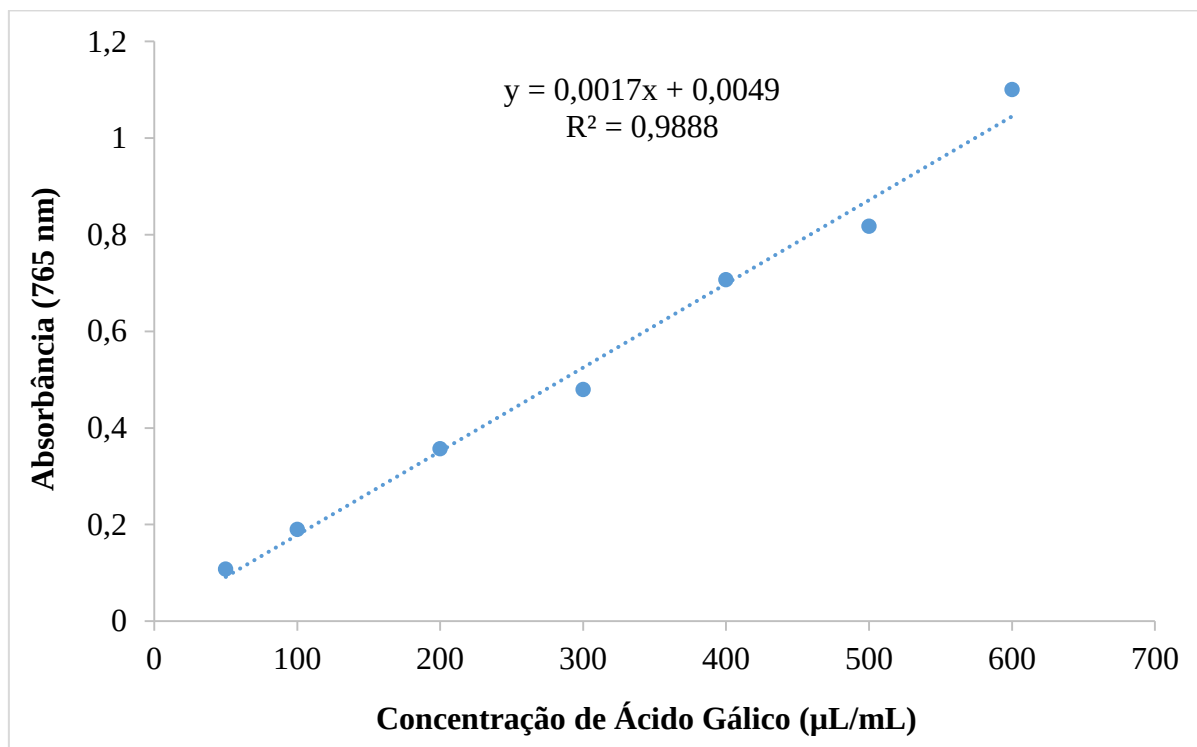
Inicialmente, realizou-se o preparo das soluções utilizadas, sendo preparado a solução de ácido gálico, denominada de solução mãe, a partir da diluição de 100 mg de ácido gálico (Sigma Aldrich, Darmstadt, Alemanha) em água destilada até a obtenção de 100 mL utilizando o balão volumétrico, homogeneizando-o em seguida. A partir dessa solução, obteve-se a solução mãe 2, na qual diluiu 5 mL da solução mãe 1 em água destilada em balão volumétrico de 50 mL, sendo também homogeneizada. Tais soluções foram utilizadas para a construção da curva padrão com concentrações conhecidas, sendo elas: 50 $\mu\text{L/mL}$, 100 $\mu\text{L/mL}$, 200 $\mu\text{L/mL}$, 300 $\mu\text{L/mL}$, 400 $\mu\text{L/mL}$, 500 $\mu\text{L/mL}$ e 600 $\mu\text{L/mL}$. Em seguida, foi preparado a solução de carbonato de cálcio (Amresco) 7% (CaCO_3) (Alphatec, São Paulo, Brasil), por meio da diluição

de 3,7g de CaCO_3 em água destilada até obter o volume de 50 mL em balão volumétrico, sendo posteriormente homogeneizada e identificada.

Dando continuidade, adicionou-se, em microtubos de 1,5 mL, 400 μL de água destilada, 50 μL da solução padrão (ácido gálico) ou amostra de guaraná em pó e 50 μL do *reagente Folin-Ciocalteu* (Sigma Aldrich, Darmstadt, Alemanha). Posteriormente, os microtubos foram agitados no vórtex e deixados em repouso por 5 minutos. Em seguida, adicionou-se 500 μL da solução de carbonato de sódio 7% e 200 μL de água destilada, na qual foram repousados por 90 minutos. Após esse tempo, as soluções foram transferidas para a microplaca e a leitura das absorbâncias foi realizada no comprimento de onda de 765 nm em leitor de placas (Epoch; BioTeck Instruments, São Paulo, Brasil).

Para fins de cálculo, foi realizado a construção de um gráfico utilizando a ferramenta *Microsoft Excel* (versão 2013) com os valores das absorbâncias e concentrações da curva padrão correspondentes, a qual analisou a regressão linear, obtendo, assim, a equação da reta e o valor de R^2 (GRAF. 1).

Gráfico 1 - Curva padrão referente a ácido gálico realizada para a análise de polifenóis totais nas amostras do extrato aquoso de guaraná em pó.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Por fim, por meio da equação da reta, o cálculo da quantidade de polifenóis totais presentes no guaraná em pó foi realizada, sendo, posteriormente, expresso em mg de Equivalentes de ácido gálico por 100 g de amostra (mg EAG/100g).

4.3.3 Determinação da Atividade Antioxidante Total Pela Captura do Radical Livre DPPH•

A determinação da atividade antioxidante total do guaraná em pó foi realizada utilizando o método DPPH, conforme descrito no comunicado técnico nº 127 da Embrapa (2007), o qual é baseado na captura do radical 2,2-difenil-1-picril-hidrazil (DPPH•) por antioxidantes presentes na amostra analisada. A molécula consiste em um radical orgânico livre estável que possui boa estabilidade na ausência de luz, aplicabilidade, simplicidade e viabilidade. O mecanismo do método DPPH se baseia na transferência de elétrons, em que o radical DPPH• é reduzido a difenil-picril-hidrazina, passando da coloração violeta escura para violeta clara. Em relação a sua metodologia, ao longo do tempo sofreu inúmeras alterações, desse modo, a utilizada se baseia na proposta realizada por Sánchez Moreno *et al.* (1998) associada às alterações estabelecidas pela Embrapa Amazônia Ocidental.

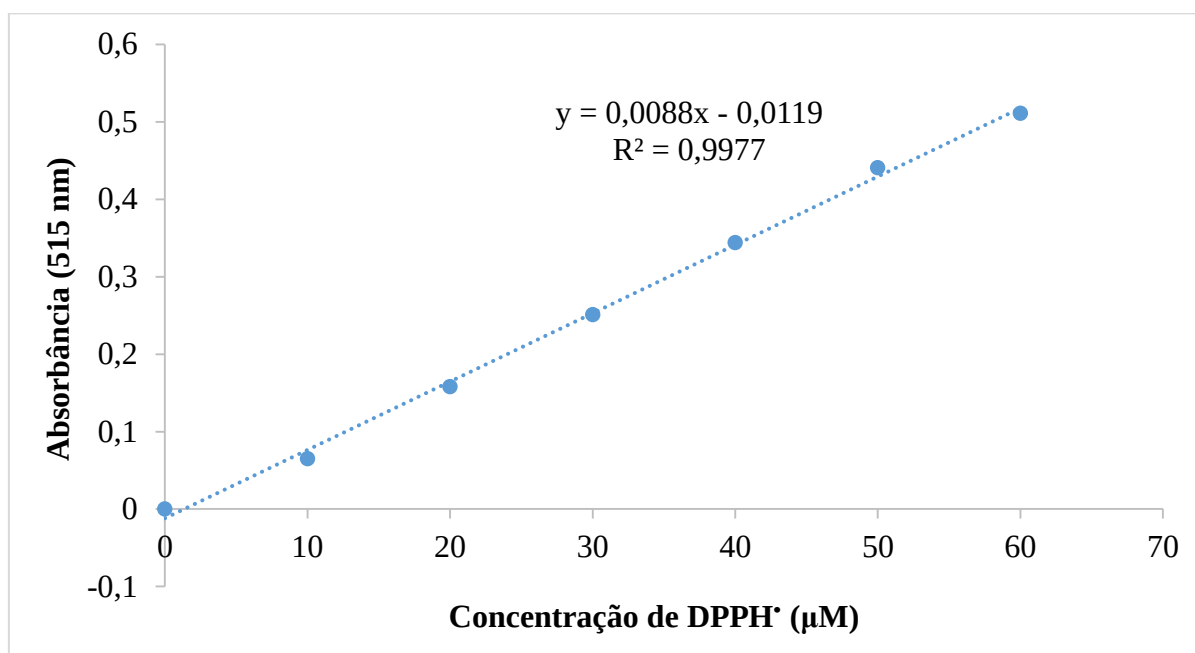
Inicialmente, foram preparadas as soluções. A solução controle foi obtida a partir da adição de 40 mL da solução de álcool metílico (Vetec, Rio de Janeiro, Brasil) 50% e 40 mL da solução de acetona (Neon, São Paulo, Brasil) 70% em balão volumétrico de 100mL, completando o volume com água destilada, que, em seguida, foi homogeneizada, armazenada e identificada. A solução de DPPH (0,06 mM) foi preparada a partir de 2,4mg de DPPH• (Sigma Aldrich, Darmstadt, Alemanha) dissolvidos em álcool metílico que, aos poucos, foi sendo transferida para um balão volumétrico de 100 mL. O volume ajustado também com álcool metílico e, posteriormente, foi homogeneizada, armazenada em frasco âmbar e identificada. A solução de DPPH• deve ser realizada no dia da análise. Ainda, foram realizadas diluições do extrato aquoso do guaraná em pó em 1, 4, 6, 10, 12 e 15 vezes, em triplica, utilizando água destilada.

Para a construção da curva padrão, a solução inicial de DPPH• de concentração de 60 µM, foi diluída em álcool metílico para obter as concentrações conhecidas de 0 µM, 10 µM, 20 µM, 30 µM, 40 µM, 50 µM e 60 µM. A partir das diluições, retirou-se uma alíquota de 4 mL de cada solução de DPPH• que foram transferidas para a microplaca, a qual foi realizada a leitura em espectrofotômetro a 515 nm. O álcool metílico (diluição de concentração de DPPH• à 0 µM) foi utilizado como o branco da análise (calibrar do equipamento). Em seguida, em triplicata, foi

realizada a transferência, em tubos de ensaio, de 0,1 mL de extrato aquoso de cada diluição do extrato de guaraná, descrita anteriormente, juntamente com 3,9 mL do DPPH[•], sendo homogeneizada, posteriormente, no agitador de tubos. Ademais, utilizou-se uma alíquota de 0,1mL de álcool metílico com 3,9 mL da solução de DPPH[•] como solução controle da análise, o branco. Ambos foram levados para a leitura das absorbâncias no espectrômetro no comprimento de onda de 515 nm, a cada 15 minutos até atingir o tempo de 75 minutos.

Para fins de cálculos, utilizou-se a ferramenta *Microsoft Excel* (versão 2013) para a construção de um gráfico a partir das absorbâncias e concentrações da curva padrão, obtendo, assim, a equação da reta e o valor de R^2 , após a análise da regressão linear (GRAF. 2).

Gráfico 2 - Curva padrão de solução de DPPH[•] realizado para a análise da atividade antioxidante total do guaraná fornecido pela Embrapa.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Finalizando, a partir da equação da reta da curva padrão, atividade antioxidante total da amostra de guaraná foi calculada, sendo expressa em g de guaraná em pó/g DPPH[•].

$$g \text{ Fruta} / g \text{ DPPH}^{\bullet} = (IC_{50} (mg/L) / 1000 \times 1) / g \text{ DPPH}^{\bullet}$$

Em seguida, conforme descrito por Scherer e Godoy (2009) e Oliveira (2015), o percentual de inibição foi obtido.

$$\% \text{ Inibição} = (\text{absorbância controle} - \text{absorbância extrato}) / \text{Absorbância controle} \times 100$$

4.3.4 Determinação da Atividade Antioxidante Total Pela Captura do Radical Livre ABTS^{•+}

A determinação da atividade antioxidante no guaraná em pó foi realizada por meio do método do ABTS, o qual é baseado na captura do radical 2,2-azinobis (3 - etilbenzotiazolina - 6 - ácido sulfônico) (ABTS^{•+}), conforme é descrito no comunicado técnico nº 128 da Embrapa (2007). Ainda, a metodologia permite avaliar a atividade de compostos hidrofílicos e hidrofóbicos (KUSKOSKI *et al.*, 2005). O método baseia-se na captura da molécula de ABTS^{•+} por antioxidantes a qual promove a diminuição da absorbância, ou seja, da coloração, passando, assim, de verde escura para verde clara.

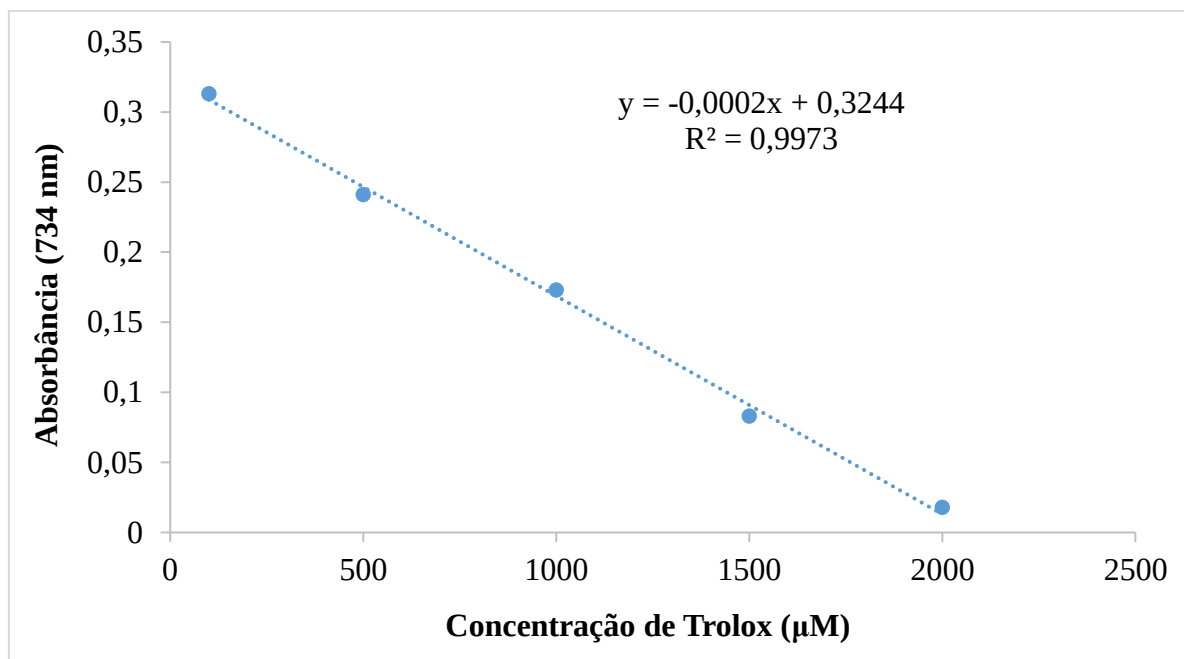
Inicialmente, foi preparado a solução de persulfato de potássio (Alphatec, São Paulo, Brasil) de concentração de 140 mM a partir da diluição de 378,4 mg de persulfato de potássio em água destilada, até obter o volume de 10 mL, em balão volumétrico. A solução foi homogeneizada, armazenada em frasco de vidro âmbar em temperatura ambiente e identificada. Posteriormente, a solução do radical ABTS^{•+} foi obtida por meio de 5 mL de solução estoque de ABTS^{•+} (7 mM) associada a 88 µL da solução de persulfato de potássio. Tal solução foi homogeneizada, identificada e armazenada em frasco âmbar em ambiente escuro por 16 horas. Após esse tempo, no dia da análise, 1mL da solução de ABTS^{•+}, preparada previamente, foi diluída em álcool etílico até obter a absorbância de 0,70 nm ± 0,05 nm a 734 nm. A solução de Trolox de concentração de 2 mM, preparada no dia da análise, foi adquirida a partir de diluição de 25 mg de trolox em álcool etílico (Neon, São Paulo, Brasil) até atingir 10 mL em balão volumétrico, sendo, em seguida, homogeneizada, armazenada e identificada. Assim, foram realizadas as soluções de Trolox com concentrações de 100, 500, 1000, 1500 e 2000 µM em balões volumétricos de 10 mL. Com o extrato aquoso sem diluição e também sendo diluído 6, 10, 12 e 15 e 20 vezes, em triplicata.

Realizando os procedimentos para a análise da amostra, em tubos do tipo *Falcon*, foram transferidos 30 µL de cada diluição do extrato aquoso do guaraná e 3 mL do radical ABTS^{•+}, sendo homogeneizados no agitador de tubos. O álcool etílico foi utilizado como branco para calibrar o espectrômetro. A leitura foi realizada 6 minutos após a realização da mistura, no comprimento de onda de 734 nm.

Para fins de cálculo, foi realizado a construção de um gráfico utilizando a ferramenta *Microsoft Excel* (versão 2013) com os valores das absorbâncias e concentrações da curva

padrão correspondentes, a qual analisou a regressão linear, obtendo, assim, a equação da reta e o valor de R^2 (GRAF. 3).

Gráfico 3 - Curva padrão do antioxidante Trolox para determinação da atividade antioxidante total do guaraná em pó pelo método ABTS.



Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Posteriormente, para determinar a atividade antioxidante total (AAT) seguiu a metodologia da Embrapa (2006), tendo o resultado da quantidade de fruto necessário para reagir um expresso em μM de Trolox, sendo expresso em $\mu\text{M} / \text{g}$ de fruta (porção comestível).

4.3.5 Determinação da Atividade Antioxidante Total Pelo Método de Poder de Redução do Íon de Ferro (FRAP)

O método FRAP, descrito pela Embrapa (2006), se baseia na medida direta dos compostos antioxidantes presentes na amostra utilizada em reduzirem o complexo Fe^{+3} /tripiridiltriazina (TPTZ), em meio ácido, formando, consequentemente, Fe^{+2} , o qual possui a coloração azul intenso.

Desse modo, primeiro realizou-se o preparo das soluções de acetato de sódio (Sigma Aldrich, Darmstadt, Alemanha), solução de TPTZ (Acros Organics, Nova Jersey, U.S.A) e de cloreto férrico (Alphatec, São Paulo, Brasil), as quais poderiam ser armazenadas. Assim, a solução tampão de acetato de sódio a 0,3 M (pH 3,) foi preparada por meio da diluição de 1,55g

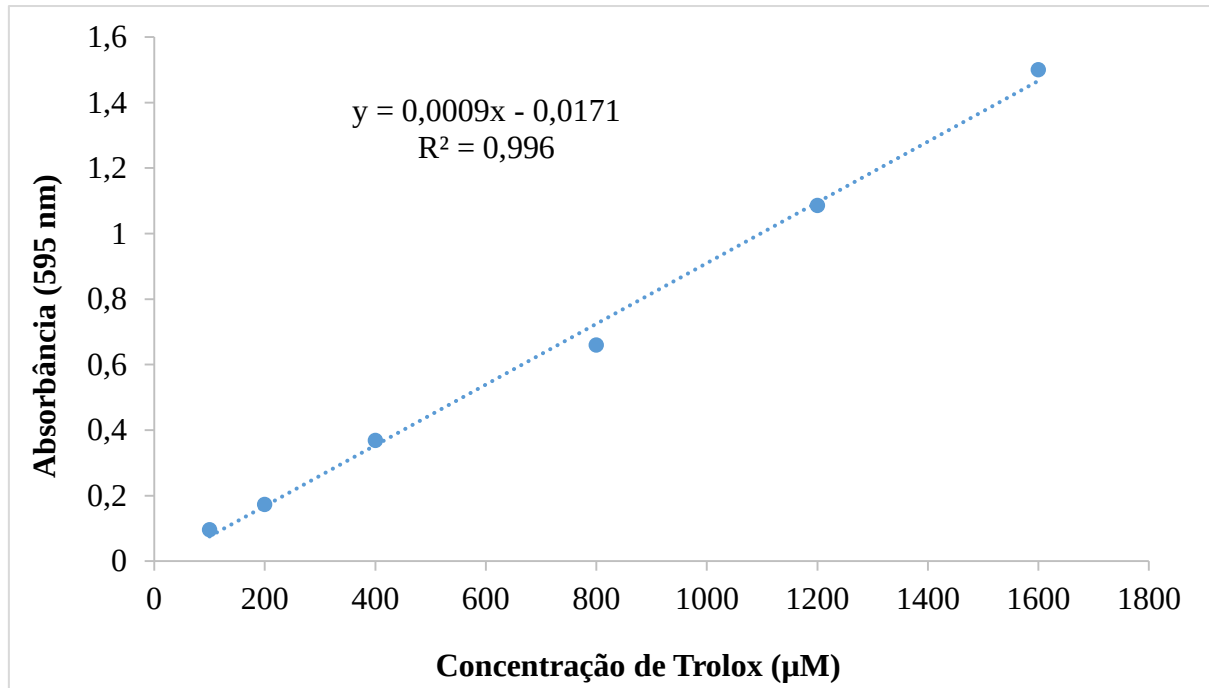
de acetato de sódio (Synth, São Paulo, Brasil) em 8 mL de ácido acético glacial (Neon, São Paulo, Brasil), em capela, tendo o volume completado para 500 mL com água destilada. Para a solução de ácido clorídrico (HCl), realizou a diluição de 1,67 mL da solução de HCl a 40 mM, tendo o volume ajustado com água destilada para 500 mL. Para a solução de cloreto férrico a 20 mM (FeCl_3), diluiu 270 mg de FeCl_3 em água destilada até obter o volume de 50 mL, em balão volumétrico.

No dia do procedimento, foram realizadas as demais soluções necessárias. Para a solução de TPTZ, diluiu 78 mg de TPTZ em solução de HCl, previamente preparada, até a obtenção de 25 mL em balão volumétrico. O reagente FRAP foi realizado por meio da mistura de 2,5 mL da solução de FeCl_3 , 2,5 mL da solução TPTZ e 25 mL da solução tampão de acetato de sódio para obter um volume de 30 mL. Para a realização da curva padrão, a solução Trolox 2 mM foi feita a partir da diluição de 0,005g de trolox (Sigma Aldrich, Darmstadt, Alemanha) em álcool etílico (Neon, São Paulo, Brasil), até completar o volume de 20 mL, em balão volumétrico. As concentrações da curva padrão de trolox foram: 100 mM, 200 mM, 400 mM, 800 mM, 1200 mM e 1600 mM.

Dando sequência a análise, utilizou-se diferentes diluições do extrato aquoso do guaraná, sendo elas: sem diluição (1x), diluído 2x, diluído 4x e diluído 10x. As diluições foram realizadas com água destilada e em triplicata. O procedimento final foi realizado em microtubos de 1,5 mL, sendo adicionado 30 μL de cada diluição do extrato ou da curva padrão, 90 μL de água destilada e 900 μL do reagente FRAP, os quais foram homogeneizados em vórtex. Em seguida, os microtubos contendo as soluções foram mantidos sob banho maria a 37°C por 30 minutos. Após esse tempo, as soluções foram transferidas para a microplaca (Epoch) e realizada a leitura da absorbância no comprimento de onda a 595 nm.

Para a realização dos cálculos, foi construído um gráfico utilizando a ferramenta *Microsoft Excel* (versão 2013) com os valores das absorbâncias e concentrações da curva padrão de trolox, o qual analisou a regressão linear e foi obtido a equação da reta e o valor de R^2 (GRAF. 4).

Gráfico 4 - Curva padrão referente à trolox realizada para a análise do Poder Redutor de Íons Ferro nas amostras do extrato aquoso de guaraná em pó fornecido pela Embrapa Amazônia Ocidental.



Fonte: Elaboração própria, 2024.

A partir da equação da reta, o cálculo da Atividade Antioxidante Total (AAT) e o resultado foram expressões em µmol de Equivalentes de Trolox por grama da amostra (µmol ET/g).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Composição Centesimal

Na tabela estão descritos os resultados encontrados na análise da composição centesimal do guaraná em pó avaliado (TAB 1).

Tabela 1 - Composição centesimal do guaraná em pó obtido da Embrapa Amazônia Ocidental.

Nutrientes	100g de Guaraná em Pó*
Umidade (%)	9,56 ± 0,04
Cinzas (g)	2,11 ± 0,02
Proteína (g)	12,88 ± 0,08
Lipídeo (g)	3,07 ± 0,01
Fibras Totais (g)	15,85***
Fibras Solúveis (g)	1,37 ± 0,10
Fibras Insolúveis (g)	14,48 ± 0,66
Carboidrato (g)	56,53**
Valor Energético (kcal)	305,27

*Dados expressos em média ± desvio padrão
** Dado realizado por meio da diferença
*** Somatória das fibras insolúveis e solúveis
Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

O teor de umidade encontrado no guaraná em pó analisado foi de 9,56 ± 0,04%, apresentando 90,44g de sólidos totais em 100g de guaraná em pó. O estudo desenvolvido por Araújo (2006) obteve o teor de umidade de, em média, 9,12% para o guaraná comercializado no Brasil sob a forma de pó proveniente de empresas registradas junto ao Ministério de Saúde Pública, sendo o resultado similar ao da amostra analisada (ARAÚJO, 2006). A Tabela Brasileira de Composição de Alimentos (TBCA) apresenta o valor de 8,17% de umidade, sendo o mesmo resultado presente na Tabela de Composição de Alimentos da Região Amazônica, desenvolvida por Aguiar (1996) (USP, 2024; AGUIAR, 1996). Já o estudo de Oliveira (2021), realizado com amostra de guaraná em pó adquirido em comércio de produtos naturais, localizada na cidade de Ouro Preto, Minas Gerais, obteve-se o valor de 7,66 ± 0,02% (OLIVEIRA, 2021). O estudo de Araújo (2006) analisou também o guaraná em pó proveniente

da Embrapa e obteve como resultado o valor de $5,02 \pm 0,77\%$ de umidade, sendo inferior ao analisado (ARAÚJO *et al.*, 2006). A Portaria de nº 70 de 16 de março de 1982 descreve as normas de identidade e qualidade do guaraná em pó, o qual permite o teor de umidade máximo de 12% para o guaraná em pó do tipo 1 e 13% para o tipo 2 (BRASIL, 1982). Apesar da literatura demonstrar valores diferentes ao encontrado, a amostra analisada encontra-se de acordo com o preconizado. Dados acerca do teor de umidade são importantes, pois está relacionado com a estabilidade, composição química, deterioração microbiológica e qualidade do alimento, no geral (GOMES *et al.*, 2024; RASCHEN *et al.*, 2014). Uma etapa importante para a redução da umidade das amêndoas do guaraná em pó é a torrefação, na qual espera-se atingir o “ponto de estalo”, isto é, quando o grão apresenta 5 a 7% de umidade (EMBRAPA, 1998; FILHO *et al.*, 2004). Nessa perspectiva, a variação dos resultados encontrados pode estar relacionada a efetividade da torrefação do grão. Entretanto, se extrapolarmos para a conservação dos compostos bioativos mais sensíveis ao calor, esse teor de umidade mais alto pode ser positivo na conservação dos mesmos.

O teor de resíduo mineral fixo (cinzas) na amostra analisada foi de $2,11 \pm 0,02\text{g}$ para 100g de guaraná em pó. Oliveira (2021) analisou o guaraná em pó comercializado em lojas de produtos naturais localizado em Ouro Preto, MG, tendo como resultado $2,48 \pm 0,05\%$ de cinzas, valor similar ao encontrado no presente estudo (OLIVEIRA, 2021). Entretanto, a Tabela de Composição de Alimentos da Região Amazônica aponta o valor de 1,03g de cinzas em 100g de guaraná em pó, sendo o mesmo valor disposto na TBCA (AGUIAR, 1996; USP, 2024). Ainda, estudo realizado por Yonekura *et al.* (2016) com amostras obtidas no comércio local de São Paulo obteve o valor de $1,6 \pm 0,1\text{ g}$ de cinzas em 100g de guaraná em pó (YONEKURA *et al.* 2016). Ambos apresentam valores inferiores ao guaraná estudado. Os minerais são micronutrientes importantes, os quais são obtidos por meio da alimentação (LUENGO *et al.*, 2018; BRASIL, 2002). O solo constitui-se de um reservatório de minerais para as plantas e, desse modo, diferenças de cultivo, sistema de produções, fertilidade do solo e variedade da planta cultivada podem elucidar as diferenças entre os teores de minerais encontradas nos estudos acima (FRANQUIN, 2005). Em relação ao guaraná e o conteúdo de minerais, o trabalho desenvolvido por Nazaré e Figueirêdo (1992) é o único presente na literatura que apresenta a descrição dos elementos minerais presentes em quantidades significativas no fruto, sendo eles: alumínio, cálcio, cobre, magnésio, potássio, sódio, silício, fósforo e titânio (NAZARÉ; FIGUEIRÊDO, 1992). No entanto, estudos recentes acerca da descrição dos minerais e seus respectivos teores no guaraná são escassos, fazendo com que pesquisas direcionadas a essa temática sejam necessárias.

O teor de proteína encontrado na análise do presente estudo foi de $12,88 \pm 0,08$ g de proteína em 100g de guaraná em pó. No estudo realizado por Oliveira (2021), Yonekura *et al.* (2016) e Martins (2010), obteve-se, respectivamente, os resultados de $12,67 \pm 0,41$, $12,8 \pm 0,1$ e $12,84 \pm 0,13$ g de proteína em 100g do fruto sob a forma de pó (OLIVEIRA, 2021; YONEKURA *et al.*, 2016; MARTINS, 2010). Tais estudos encontram-se com resultados próximos ao da amostra estudada, revelando coerência no resultado. As Tabelas de Composição de Alimentos da Região Amazônica e a TBCA, apresentam, respectivamente, o valor de 16,46g e 16,50g de proteína para 100g do alimento, sendo um valor superior ao encontrado (USP, 2024; AGUIAR, 1996). Comparando o guaraná com frutos provenientes na região amazônica e que são comercializados sob a forma de pó, tem-se o cupuaçu (*Theobroma grandiflorum*) e o camu-camu (*Myrciaria dubia*). O Cupuaçu sob a forma de pó, analisado no estudo realizado por Bacha *et al.* (2017) obteve $8,72 \pm 0,02\%$ (BACHA *et al.*, 2017). Já o estudo de Lopes (2017) utilizou a amostra liofilizada de camu-camu, proveniente da região do Ramal-Iranduba, localizado no Amazonas, e obteve $3,12 \pm 0,53\%$ de proteína, por outro lado o estudo de Aguiar e Souza (2015), utilizando amostra liofilizada coletada em Rio Branco, Roraima, apresentou $6,65 \pm 0,14 \%$ de proteína (LOPES, 2017; AGUIAR; SOUZA, 2015). Os frutos amazônicos comercializados sob a forma de pó apresentam um teor de proteína inferior ao encontrado no guaraná em pó. Por outro lado, o teor de proteína presente na amostra de guaraná estudada é similar ao das nozes e das sementes de linhaça, que contêm, respectivamente, 14% e 14,1% de proteína, conforme dados descritos na TBCA (USP, 2024). Considerando a porção usualmente consumida por dia pela população do guaraná (3,5g), nozes (30g) e semente de linhaça (10g), há a ingestão de, respectivamente, 0,45g, 4,2g e 1,41g de proteína proveniente de cada alimento (USP, 2024). O guaraná apresenta o fornecimento proteico inferior aos demais alimentos, entretanto a porção do fruto não é definida pela legislação. A proteína é um macronutriente importante para o organismo humano, o qual apresenta função estrutural, além de imunológica, reparação tecidual, produção hormonal e enzimática (GROPPER, 2021). Nesse sentido, sabe-se que os alimentos de origem vegetal, como frutas e sementes, não são conhecidos em razão do seu conteúdo proteico, sendo os alimentos de origem animal as principais fontes para a aquisição desse nutriente, como carnes, laticínios e derivados (KINUPP; BARROS, 2008). Por fim, estudos a respeito da descrição da composição de aminoácidos presentes no guaraná em pó não foram encontrados, sendo necessários para conhecer o valor biológico dessa proteína e quais aminoácidos são limitantes na mesma.

Em relação ao teor de lipídeos, o presente estudo obteve o valor de $3,07 \pm 0,01$ g para 100 gramas do guaraná sob a forma de pó. O estudo de Yonekura *et al.* (2016) apresenta o valor

de $2,8 \pm 0,2$ g para 100g do fruto, estando também semelhante ao estudo desenvolvido por Martins (2010) o qual encontrou $2,85 \pm 0,21\%$ (YONEKURA *et al.*, 2016; MARTINS, 2010). As Tabelas de Composição de Alimentos Brasileira, a TBCA, e a da Região Amazônica, apresentam o valor de 2,76 g para 100g do fruto (USP, 2024; AGUIAR, 1996). Tais resultados encontram-se similares ao da amostra analisada. Já o estudo de Oliveira (2021) encontrou valores superiores, onde o resultado mostra um teor de lipídeos de $4,9 \pm 1,5\%$ (OLIVEIRA, 2021). Quanto ao perfil lipídico, o estudo realizado por Silva *et al.* (2015) evidencia o tipo de lipídeo presente no guaraná, apresentando, majoritariamente, ácidos graxos insaturados, tendo, ainda, a proporção de ácidos graxos insaturado e saturado de 76:24 (SILVA *et al.*, 2015). A Sociedade Brasileira de Cardiologia, na diretriz para dislipidemias e prevenção de aterosclerose, recomenda, considerando indivíduos com o LDL-c dentro da meta e sem comorbidades, que do valor calórico total da dieta o lipídeo deve corresponder à 25 a 35%, sendo que os ácidos graxos monoinsaturados devem representar 15% e poli-insaturados 5 a 10% (PRÉCOMA, 2019). Nessa perspectiva, a substituição dos ácidos graxos saturados por insaturados do tipo mono e poli, na proporção de 2:1 na dieta total diária, estão relacionados a desfechos favoráveis nas doenças cardiovasculares. O guaraná não corresponde a um alimento fonte expressiva de lipídeo, quando comparado a outros alimentos de origem vegetal, como o coco, castanha do Brasil e amêndoas os quais apresentam, respectivamente, 42%, 63,5% e 49,9% de lipídeo em 100g gramas do alimento, mas apresenta ser composto por bons tipos de gorduras (USP, 2024). Ainda, é necessário identificar os ácidos graxos específicos presentes no guaraná para maiores associações com a saúde e bem-estar, sendo preciso estudos atuais com esse enfoque.

Em relação ao conteúdo de fibras alimentares totais do guaraná em pó foi encontrado um valor de 15,85g para 100g do fruto, sendo $14,48 \pm 0,66$ de fibras insolúveis e $1,37 \pm 0,10$ de fibras solúveis. O estudo de Antunes (2011) encontrou o valor de fibras totais de $13,9 \pm 1,5$ g para 100g de guaraná, por meio do método enzimático-gravimétrico, sendo próximo a amostra analisada. Entretanto, o estudo não apresenta a descrição de fibras solúveis e insolúveis (ANTUNES, 2011). O estudo de Oliveira (2021) com uma amostra comercial do guaraná em pó, adquirida em loja de produtos naturais, apresentou resultado superior ao encontrado no presente estudo, mostrando 43,1% de fibras totais em 100g do fruto, das quais $39,03 \pm 1,41$ g são fibras insolúveis e $4,07 \pm 0,78$ g são fibras solúveis (OLIVEIRA, 2021). Pode-se inferir que tal diferença pode ser em razão da presença de galhos e folhas no processamento do fruto com o intuito de aumentar o rendimento do produto final comercializado. Conceituando, as fibras são polissacarídeos que não sofrem hidrólise pelas enzimas do intestino humano (VIZZOTO;

KROLOW; TEIXEIRA, 2010). A recomendação de fibras alimentares, segundo a Organização Mundial de Saúde, é de, no mínimo, 25g diárias (WHO, 2003). Entretanto, de acordo com a Pesquisa Nacional de Orçamentos Familiares (POF), entre 2017 e 2018, a média de consumo de fibras, na população adulta, é de 19g entre as mulheres, abaixo da recomendação, e 25g entre os homens, que está na margem do recomendado (IBGE, 2020). O aumento no consumo de fibras traz benefícios para a saúde intestinal, como o aumento do volume das fezes, e também contribui para um aumento da saciedade durante as refeições (VIZZOTO; KROLOW; TEIXEIRA, 2010; BERNAUD; ROGRIDUES, 2013; MEIRA *et al.*, 2021). Além disso, o consumo de fibras solúveis está associado à redução dos níveis de colesterol sérico, à melhora da glicemia em pacientes portadores de diabetes mellitus, à diminuição do peso corporal e a um menor risco de desenvolvimento das DCNT's, como doenças cardiovasculares e neoplasias (BERNAUD; ROGRIDUES, 2013; MEIRA *et al.*, 2021). A Instrução Normativa de nº 75 de 8 outubro de 2020 não descreve a porção, no anexo II, do guaraná ou de produtos comercializados na forma de pó, impossibilitando a avaliação da caracterização desse fruto como fonte de fibras alimentares (BRASIL, 2020). Assim, explorando a dose usual consumida do guaraná em *shots* matinais é, em média, de 3,5g considerando um indivíduo de 70kg (dado retirado em pesquisa no *Google*). Assim, tal indivíduo ao consumir o *shot* de guaraná em pó, ingere 0,55g de fibras totais (2,2% da recomendação), sendo 0,51g e fibras insolúveis e 0,04g de fibras solúveis.

O teor de carboidratos obtido na análise foi de 56,53g para 100g do guaraná em pó. Araújo (2006), em seu estudo, obteve $62,8 \pm 1,3$ g de carboidrato em 100g do fruto sob a forma de pó comercial proveniente da Empresa Guaranapis (ARAÚJO, 2006). Já Oliveira (2021) apresentou 31,25% de carboidrato com amostra adquirida em comércio de produtos de alimentos (OLIVEIRA, 2021). Ambos os estudos utilizam o método da diferença, o qual quantificou-se o teor de fibras totais por meio do método enzimático-gravimétrico, mas os resultados encontram-se distintos da amostra analisada. As tabelas TBCA e a de Alimentos da Região Amazônica apresentam, respectivamente, os valores de 71,6 e 70,98 g de carboidrato para 100 g do fruto, sendo superior ao encontrado (USP, 2024; AGUIAR, 1996). Entretanto, ambas as tabelas não apresentam o teor de fibras alimentares totais, fazendo com que o total de carboidratos seja superestimado. É importante ressaltar que a metodologia é realizada por meio da diferença considerando as demais análises da composição centesimal (umidade, proteína, lipídeos, cinzas e fibras), assim pode ocorrer variação no resultado em virtude dos erros acumulados durante esses experimentos que, ao final, comprometem o teor de carboidratos, aumentando ou diminuindo-o.

O valor energético de 100g de guaraná em pó foi de 305,27 kcal. O estudo de Antunes (2011) com a mostra comercial de guaraná em pó obteve $336,8 \pm 13,2$ kcal (ANTUNES, 2011). A TBCA apresenta o valor de 377 kcal e a Tabela de Alimentos da Região Amazônica o valor de 374,6 kcal (USP, 2024; AGUIAR, 1996). Tais valores são superiores ao da amostra analisada. Essa diferença pode ser explicada por meio da composição centesimal descrita, visto que ambas as tabelas não apresentam a quantificação dos teores de fibra totais, insolúveis e solúveis do alimento, sendo contabilizados como carboidratos e, conseqüentemente, aumenta o valor energético do fruto. Uma alternativa adequada para verificar as variações nos resultados, seria a utilização da calorimetria direta, visto que permite a determinação precisa do conteúdo energético do alimento por meio da sua combustão completa (TANNUS *et al.*, 2001). Nesse sentido, estudos que avaliem o valor energético do guaraná por meio da calorimetria direta são necessários. A dose de consumo usual do guaraná em *shots* matinais corresponde a, aproximadamente, 3,5g (uma colher de chá) de guaraná em pó para um indivíduo saudável de 70 quilos (kg) (dado retirado em pesquisa no *Google*). Assim, tal indivíduo, ao consumir um *shot* matinal contendo o fruto, ingere 10,7 kcal, correspondendo à 0,05%, baseando-se em uma dieta de 2000 kcal diárias, ou seja, o fruto é um alimento que possui uma baixa densidade energética.

5.2 Polifenóis Totais

Abaixo encontra-se o resultado obtido na análise da quantidade de polifenóis totais do guaraná em pó analisado, o qual apresentou um valor de $4459,41 \pm 416,99$ mg de Equivalente de Ácido Gálico (EAG) em 100g de guaraná em pó, realizado em extrato aquoso (TAB 2).

Tabela 2 - Polifenóis totais do extrato aquoso do guaraná em pó obtido da Embrapa Amazônia Ocidental.

Componente	Polifenóis Totais
	mg EAG* / 100 g de guaraná
Guaraná em Pó	$4459,41 \pm 88,23^{**}$

*Equivalente de Ácido Gálico

** Desvio Padrão

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

Segundo Vasco (2008), as frutas podem ser classificadas conforme o seu teor de polifenóis. Desse modo, o autor apresenta três classificações para amostras em matéria fresca,

sendo elas: baixo (<100 mg EAG/100g), médio (100 a 500 mg EAG/100g) e alto (>500 mg EAG/100g). Já para amostras em matéria seca, tem-se: baixo (<1000 mg EAG/100 g), médio (1000 a 5000 mg EAG/100 g) e alto (> 5000 mg EAG/100 mg) (VASCO, 2008). Dessa forma, o guaraná em pó estudado apresenta um médio teor de polifenóis totais (VASCO, 2008).

Rufino *et al.* (2010) realizou um estudo comparando os compostos bioativos, polifenóis totais e a capacidade antioxidante de 18 frutas tropicais não tradicionais do Brasil. Assim, o guaraná analisado, apresenta o teor de polifenóis totais superior ao do açaí (3268 ± 527 mg EAG/100 g) e ao da jabuticaba ($3584 \pm 90,9$ mg EAG/100 g), mas todos pertencentes a classificação de médio teor de polifenóis totais (RUFINO *et al.*, 2010; VASCO, 2008). Entretanto, é importante destacar que o estudo utilizou o extrato hidroalcoólico (água e metanol 50%), a partir da matéria seca, fazendo com que o metanol extraia mais polifenóis lipofílicos comparado à amostra de guaraná em pó estudada, o qual foi utilizado o extrato aquoso (RUFINO *et al.*, 2010).

Um estudo a respeito da atividade antioxidante, em extrato aquoso, do guaraná em pó de origem comercial proveniente de loja de produtos naturais, realizado por Oliveira (2021), obteve o valor de polifenóis totais de $1766,67 \pm 128,87$ mg EAG/100g do fruto (OLIVEIRA, 2021). Nesse sentido, observa-se que o guaraná em pó analisado proveniente da Associação de Agricultores Familiares da Comunidade Ribeirinha e Tradicional de Jatuarana apresentou o teor de polifenóis totais 2,5 vezes maior que o de origem comercial. É descrito na que a radiação UV é um fator que proporciona a perda de compostos voláteis e a degradação de ácidos graxos e de compostos fenólicos (DONG *et al.*, 2017; AFOAKWA *et al.*, 2008). O estudo conduzido por Silva Júnior *et al.* (2024) verificou a influência da radiação UV no conteúdo de compostos bioativos em sementes de guaraná. Os resultados mostraram que as sementes secas ao sol apresentaram menores teores de catequina e epicatequina quando comparado à secagem em chapa de ferro. Ainda, o estudo verificou que a exposição à radiação UV-A por 60 horas resultou na degradação de catequina (redução de 33%) e epicatequina (redução de 26%), comparado a exposição de 6 horas (SILVA JÚNIOR *et al.*, 2024). Dessa forma, a exposição prolongada das sementes à radiação solar pode ser um fator significativo na degradação de compostos fenólicos, podendo explicar a diferença de teor entre o presente estudo e o realizado por Oliveira (2021). Outros fatores importantes a serem explorados na literatura que podem levar a degradação e de compostos bioativos são: teor de umidade, exposição ao oxigênio, temperatura, processamento e tempo de armazenamento (SILVA, 2018). Assim, explorar tais temáticas na literatura e correlacioná-las ao guaraná são essenciais, visto a escassez de estudos

atuais e possibilita o reconhecimento do melhor tipo de processamento para a prevenção desses compostos na matriz do alimento.

Em relação a descrição dos compostos fenólicos presentes no guaraná, a literatura descreve que o fruto apresenta, principalmente, as catequinas, epicatequinas e procianidinas (B1 e B2) em sua matriz (TORRES *et al.*, 2022). O artigo de revisão realizado por Teixeira, Barbosa e Souza (2023) evidencia as faixas dos principais compostos fenólicos presentes no guaraná, mostrando que em 100g de guaraná encontra-se, aproximadamente, o valor de 456 a 3000 mg de catequina, 610 a 2600 mg de epicatequina, 370 a 380 mg de procianidinas do tipo B1 e 103 a 490 mg de procianidinas do tipo B2 (TEIXEIRA; BARBOSA; SOUZA, 2023). Um dado interessante é a semelhança da composição polifenóis do guaraná com o chá verde (*Camelia sinensis*), o qual apresenta, predominantemente, a catequina como componente fenólico, correspondendo cerca de 60 a 80%, além de flavonóis com 3% (TONG *et al.*, 2019; URZEDO, 2020). Tais compostos conferem ao chá verde diversos benefícios à saúde, como potencial antioxidante, anti-inflamatório, antibacteriana e antiviral, tendo efeito protetor contra doenças intestinais e cardiopulmonares, por exemplo (OLIVEIRA *et al.*, 2023; BARBALHO *et al.*, 2019). Em razão da sua propriedade antioxidante, o chá verde apresenta benefícios no combate a doenças associadas ao estresse oxidativo (URZEDO, 2020). O estudo de revisão realizada Torres *et al.* (2022) sugere que o guaraná apresenta benefícios similares ao do chá verde, como capacidade anti-inflamatória, antibacteriana, antiviral e, principalmente, potencial antioxidante, o qual desperta interesse na investigação da sua composição e seus efeitos na saúde, sobretudo nas DCNT (TEIXEIRA, 2020; TORRES *et al.*, 2022; PRASANTH *et al.*, 2019).

5.3 Atividade Antioxidante *in vitro*

A determinação da capacidade antioxidante *in vitro* do guaraná em pó foi realizada por meio dos métodos de captura dos radicais livres DPPH[•], ABTS^{•+} e FRAP (TAB. 3).

Tabela 3 - Capacidade Antioxidante in vitro do extrato de guaraná aquoso obtido da Embrapa Amazônia Ocidental, pelos métodos do radical DPPH^{*}, ABTS^{**} e FRAP.

Componente	Guaraná em pó	Unidade de Expressão
DPPH	IC ₅₀ = 146,60	g de guaraná/g DPPH [*]
%Inibição	96,8	%
ABTS	386,87	μM de ET [*] / g de guaraná
FRAP	224,79 ± 0,68 ^{**}	μM de ET [*] / g de guaraná

*Equivalente de Trolox

**Desvio Padrão

Fonte: Elaborado pela autora, 2024.

A determinação da atividade antioxidante total por meio do método do radical DPPH^{*} teve como resultado o IC₅₀ no valor de 146,0 g de guaraná/g de DPPH^{*}. O estudo realizado por Rufino *et al.* (2010) avaliou a atividade antioxidante *in vitro* em 18 frutas tropicais não tradicionais do Brasil (RUFINO *et al.*, 2010). Entre os frutos analisados, o guaraná apresentou um índice de capacidade antioxidante semelhante ao da jabuticaba (*Myrciaria cauliflora*) com o valor de 138 ± 3,1 g de fruto/g DPPH^{*}. O guaraná se destaca, quando comparado ao murici (*Byrsonima dealbata*), gurgugi (*Mouriri guianensis*) e ao açaí (*Euterpe oleracea*), os quais obtiveram, respectivamente, os valores de 238 ± 17,7, 360 ± 32,7 e 598 ± 164 g de fruto/g DPPH^{*} (RUFINO *et al.*, 2010). Todos os frutos foram avaliados em matéria seca, entretanto com extratos a base de acetona e metanol. O trabalho conduzido por Antunes (2011) realizou a avaliação da atividade antioxidante no guaraná em pó proveniente da Empresa Guanapis, bem como das sementes e da casca do fruto *in natura*. Assim o trabalho obteve, respectivamente, os resultados nos valores de 24,07 ± 1,3, 66,54 ± 11,75 e 118,79 ± 21,35 g das partes/g de DPPH^{*}, a partir de extrato metanol-acetona (30:70%) (ANTUNES, 2011). A semente apresentou o resultado semelhante ao da amostra estudado. Entretanto, o guaraná em pó da Empresa Guanapis possuiu uma melhor atividade antioxidante quando comparado ao guaraná estudado. Essa diferença pode ser explicada por meio da metodologia utilizada, na qual os compostos fenólicos são extraídos com melhor eficiência quando se utiliza a mistura de solventes orgânicos, comparado ao extrato aquoso. Ainda, o extrato do estudo de Antunes (2011) foi mantido por agitação por um período superior (60 minutos). Nessa perspectiva, a padronização da metodologia bem como o do extrato é essencial para uma comparação adequada dos resultados obtidos.

O percentual de inibição do radical DPPH[•] encontrado foi no valor de 96,8%. O estudo realizado por Oliveira (2021), realizado com guaraná em pó de origem comercial comercializado em lojas de produtos naturais, a partir de extrato aquoso, obteve o valor de 81%, sendo inferior ao da amostra estudada (OLIVEIRA, 2021). Outro estudo, conduzido por Arruda (2018), realizado com amostras de marcas comerciais adquiridas de dois lotes diferentes, obteve o valor médio do percentual de inibição de 76,13% (marca 1), 74,08% (marca 2), 76,38% (marca 3), 71,17% (marca 4), 72,01% (marca 5) e 74,45% (marca 6) (ARRUDA, 2018). Dessa forma, os diferentes guaranás sob a forma de pó comercializado em Cuiabá, Mato Grosso, encontram-se inferiores ao da amostra analisada. O extrato de guaraná foi obtido por meio do método hidroalcoólico (60%) à frio (ARRUDA, 2018). Desse modo, é possível inferir que, quanto ao percentual de inibição, o guaraná analisado é mais eficaz para neutralizar o radical DPPH[•] quando comparado ao guaraná de origem comercial. Saldanha (2005) estudou a atividade antioxidante do chá verde proveniente da empresa Leão Júnior (PR-Brasil), por meio do extrato aquoso aquecido, tendo como resultado o valor de $90,95 \pm 0,84$ e $91,54 \pm 0,36\%$ para, respectivamente, concentrações de 0,5 e 1,0 mg/mL (SALDANHA, 2005). Ambos os resultados se encontram inferiores ao da amostra de guaraná em pó, demonstrando maior efetividade da inibição do guaraná.

A metodologia do radical livre ABTS^{•+} permite a análise de antioxidantes com perfil hidrofílico e lipofílico, visto que o radical é solúvel tanto em água quanto em solventes orgânicos (SUCUPIRA *et al.*, 2012). Assim, o resultado encontrado na metodologia ABTS^{•+} foi de 386,87 μ M de ET/g do fruto. O estudo realizado por Oliveira (2021) com amostra de guaraná em pó coletada em lojas de produtos naturais, em extrato aquoso, obteve o valor de 769 μ M de ET/g de guaraná (OLIVEIRA, 2021). Desse modo, o guaraná analisado no presente estudo, apresenta uma menor atividade antioxidante quando comparado com o de origem comercial, visto que 1 g neutraliza, aproximadamente, o dobro de radical. O processamento do guaraná envolve a colheita dos cachos do guaranazeiro, assim galhos podem ser coletados e, dessa forma, podem ser incorporados nas demais fases do fruto, podendo aumentar a atividade antioxidante. Isso pode explicar a diferença encontrada no estudo de Oliveira (2021). Já o conduzido por Pinho *et al.* (2021) estudou a atividade antioxidante do subproduto do guaraná, as cascas, em extrato etanólico aquecido à 50°C aquecido por 4 horas, apresentando para o ensaio ABTS^{•+} o resultado no valor de 60 ± 2 μ mol ET/g, sugerindo um potencial do extrato a partir da casca do guaraná para a aplicação como antioxidante em produtos alimentícios (PINHO *et al.*, 2021). Contudo a atividade antioxidante da casca do guaraná avaliada por meio da metodologia ABTS^{•+} é inferior ao do guaraná em pó analisado. O estudo realizado por Cubo

(2021) avaliou a atividade antioxidante do chá verde por meio da mesma metodologia, a partir do extrato etanólico em diferentes concentrações, apresentando o valor, em média, de 1184,73 $\mu\text{mol ET/L}$ (CUBO, 2021). Considerando que o autor utilizou 1,25g de chá verde para a produção de 25mL de extrato, pode-se inferir que, em gramas, o chá verde apresenta o valor de 23,69 $\mu\text{mol ET/g}$ de chá verde, sendo inferior ao guaraná em pó analisado.

A determinação da atividade antioxidante por meio da metodologia do FRAP, teve como resultado o valor de $224,68 \pm 0,68 \mu\text{M}$ de equivalente de trolox/ g de guaraná. Na literatura não foram encontrados estudos que determinassem a atividade antioxidante por meio da metodologia FRAP com o guaraná, independente da sua origem, com a expressão do resultado em μM de equivalente de trolox/ g de guaraná. O único encontrado foi o trabalho realizado por Stark (2007) que analisou a atividade antioxidante por meio da metodologia FRAP do guaraná de Maués e o de Manaus, fornecidos pela Embrapa Amazonas, os quais obtiveram, respectivamente, os valores de 785,33 e 493,83 $\mu\text{mol Fe(II)/g}$ de amostra. O guaraná de Manaus é proveniente de sementes submetidas a secagem ao sol, o qual possui relação com uma maior degradação dos compostos fenólicos em razão da exposição prolongada à radiação, quando comprado ao guaraná de Maués, que foi seco em fornos de barro (STARK, 2007). Ainda, nesse estudo, o guaraná de Maués apresentou a capacidade redutora de ferro próxima ao do chá preto (773,67 $\mu\text{mol Fe (II)/g}$ de amostra) e, dentre os demais frutos, o que chá verde (923,00 $\mu\text{mol Fe(II)/g}$ de amostra) foi o que apresentou maior atividade antioxidante (STARK, 2007). Por fim, a atividade antioxidante do guaraná é pouco estudada, havendo um número restrito de trabalhos presentes na literatura o que, consequentemente, dificulta a comparação dos dados.

Uma das limitações de estudos de caracterização é a comparação dos dados obtidos com a literatura não é eficiente, pois apesar dos estudos utilizarem a mesma metodologia, há a variação quanto ao tipo de amostra utilizada (seca, úmida ou infundida), dos extratos (aquoso, hidroalcoólico e alcoólico) e da expressão dos resultados. Desse modo, a promoção de valores de referências é essencial para garantir a padronização da metodologia e dos resultados e, consequentemente, permitir a classificação dos alimentos, colaborando para comparações futuras mais adequadas. Ainda, a determinação da capacidade antioxidante por diferentes metodologias é necessária visto que os ensaios se diferem quanto ao mecanismo de reação, espécies antioxidantes, condições de reação e expressão dos resultados. A metodologia *Folin-Ciocalteu* baseia-se na transferência de elétrons em estado alcalino, sendo um ensaio simples, reproduzível e conveniente para a determinação da capacidade redutora total de antioxidantes dietéticos, contudo não é específica apenas para compostos fenólicos. Já a metodologia DPPH também utiliza o princípio da transferência de elétrons e é interessante visto a sua estabilidade

e disponibilidade comercial, além da facilidade e utilidade em relação a medição da capacidade antioxidante. O ensaio ABTS consiste em um ensaio simples, entretanto o radical $ABTS^{+•}$ não é encontrado em sistemas biológicos, assim como os demais analisados, com exceção da metodologia ORAC. A metodologia FRAP determina a capacidade antioxidante com base na redução do complexo de íons férricos (Fe^{3+}) para o complexo ferroso (Fe^{2+}) em ambiente ácido, sendo um teste simples, rápido, econômico e que não requer equipamento especializado. É um ensaio simples e barato. Entretanto, sua limitação relaciona-se com a incapacidade de determinar antioxidantes que atuam por meio da transferência de elétron, a possibilidade de superestimar o resultado em virtude da presença de compostos que absorvem o comprimento de onda e a precipitação do radical. Os ensaios avaliam antioxidantes hidrofílicos e lipofílicos, sendo o ABTS capaz de medir os antioxidantes hidrofílicos e lipofílicos, as metodologias FRAP e *Folin-Ciocalteu* antioxidantes hidrofílicos e o DPPH apenas sistemas hidrofóbicos (MUNTEANU; APETREI, 2021; MAGALHÃES *et al.*, 2008).

6 CONCLUSÃO

Diante das análises realizadas, conclui-se que o guaraná possui fibra alimentar em sua composição nutricional, além de médio teor de polifenóis totais e demonstrou capacidade antioxidante nos métodos utilizados. Assim, a incorporação do fruto na formulação de produtos alimentícios e utilização em *shots* matinais é marcada pelo potencial bioativo do fruto, o qual, pela sua composição em compostos bioativos e capacidade antioxidante, pode apresentar potenciais benefícios fisiológicos para além do seu efeito estimulante. O guaraná, proveniente da agricultura familiar, é essencial para impulsionar a economia local e preservar práticas sustentáveis de produção, colaborando para o fortalecimento da cultura alimentar brasileira. Ainda, a Instrução Normativa de nº 28 de 26 de julho de 2018 que dispõe sobre listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem complementar dos suplementos alimentares, reconhece o guaraná em pó apenas em razão do seu conteúdo em cafeína. Por outro lado, foi possível demonstrar no estudo e afirmar com a literatura que o fruto apresenta outras propriedades nutricionais. Tais características ampliam as suas potencialidades, as quais devem ser exploradas em pesquisas futuras, buscando a compreensão e a relação com a promoção da saúde e do bem-estar.

REFERÊNCIAS

AFOAKWA, E. *et al.* Flavor Formation and Character in Cocoa and Chocolate: A Critical Review. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, 48 (9), 840–857, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/10408390701719272>. Acesso em: 25 de ago. de 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Alimentos**. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br/assuntos/alimentos#:~:text=Na%20%C3%A1rea%20de%20alimentos%2C%20a,e%20identidade%20a%20serem%20observados.>>. Acesso em: 20 de jul. de 2024.

AGÊNCIA NACIONAL DE VIGILÂNCIA SANITÁRIA (ANVISA). **Guia para comprovação da segurança de alimentos e ingredientes - Guia nº 23/2019** – Versão 1 [Internet]. 2019. Disponível em: <https://www.gov.br/anvisa/pt-br>. Acesso em: 15 set. 2024.

AGUIAR, J. e SOUZA, F. (2015) Antioxidants, Chemical Composition and Minerals in Freeze-Dried Camu-Camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) Mc Vaugh) Pulp. **Food and Nutrition Sciences**, 6, 869-874. doi: [10.4236/fns.2015.610091](https://doi.org/10.4236/fns.2015.610091). Acesso em: 13 de ago. de 2024.

AGUIAR, J. Tabela de Composição de Alimentos da Amazônia. **Acta Amazonica** [online]. 1996, v. 26, n. 1-2. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-43921996261126>. Acesso em: 01 de ag. de 2024.

ALMEIDA, A. & SANTOS, C. **Frutos Amazônicos: Biotecnologia e Sustentabilidade**. *Portal De Livros Da Editora*, 1(24), Lv24, 2020. Recuperado de <https://sistemas.uft.edu.br/periodicos/index.php/editora/article/view/9233>.

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

ANTUNES, P. **Análise comparativa das frações polpa, casca, semente e pó comercial do guaraná (*Paullinia cupana*):** caracterização química e atividade antioxidante in vitro. 2011. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal de São Paulo, São Paulo, 2011.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa nº 28, de 26 de julho de 2018**. Estabelece as listas de constituintes, de limites de uso, de alegações e de rotulagem dos suplementos alimentares. / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2018. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/IN_28_2018_COMP.pdf/db9c7460-ae66-4f78-8576-dfd019bc9fa1. Acessado em 01 de set. de 2024.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Instrução Normativa de nº 75 de 8 de outubro de 2020**. Estabelece os requisitos técnicos para a declaração da rotulagem de alimentos embalados. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2018. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3882585/IN+75_2020_.pdf/7d74fe2d-e187-4136-9fa2-36a8dcfc0f8f. Acessado em 29 de ago. de 2024.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 259, de 20 de setembro de 2002**. Regulamento técnico para rotulagem de alimentos embalados. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2002. Disponível em: <

https://bvsmms.saude.gov.br/bvs/saudelegis/anvisa/2002/rdc0259_20_09_2002.html>.

Acessado em 15 de ago. de 2024.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 727, de 01 de julho de 2022.** Dispõe sobre a rotulagem dos alimentos embalados / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: 2022. Disponível em: https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_727_2022_.pdf/5dda644d-a6ac-428e-bb08-203e2c43ccab.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 16, de 30 de abril de 1999.** Aprova o regulamento técnico de procedimentos para registro de alimentos ou novos ingredientes / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 1999. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/%281%29RES_16_1999_COMP_.pdf/4bf63dcb-722b-4b77-849c-9502f544ff49> Acesso em 24 de jan. de 2024.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 18, de 30 de abril de 1999.** Dispõe sobre as diretrizes básicas para análise e comprovação de propriedades funcionais e ou de saúde alegadas em rotulagem de alimentos / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2009. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/2718376/RDC_18_1999_COMP.pdf/b23dbeb1-c0e4-4999-8edf-c152aeb3956f> Acesso em 24 de jan. de 2024.

ANVISA. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução nº 243, de 26 de julho de 2018.** Dispõe sobre os requisitos sanitários dos suplementos alimentares / Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Brasília: Anvisa, 2018. Disponível em: <https://antigo.anvisa.gov.br/documents/10181/3898888/RDC_243_2018_.pdf/0e39ed31-1da2-4456-8f4a-afb7a6340c15> Acesso em 24 de jan. de 2024.

ARAÚJO, A. *et al.* Determinação dos teores de umidade e cinzas de amostras comerciais de guaraná utilizando métodos convencionais e análise térmica. **Revista Brasileira de Ciências Farmacêuticas** [online]. 2006, v. 42, n. 2. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-93322006000200013>. Acesso em 24 de ago. de 2024.

ARRUDA, V. **Análise da qualidade do guaraná em pó (*Paullinia cupana*) comercializada no município de Cuiabá – MT.** / Vanessa Aparecida Moraes de Arruda. Cuiabá, 2018.

AXELSON, M. L, Brinberg D. The measurement and conceptualization of nutrition knowledge. **Journal of Nutrition Education.** 24(5): 239–46, 1992. [https://doi.org/10.1016/S0022-3182\(12\)81238-6](https://doi.org/10.1016/S0022-3182(12)81238-6)

BACHA *et al.* **Elaboração e composição centesimal de cupulate em pó a partir das sementes de cupuaçu.** Anais do Simpósio Latino Americano de Ciências de Alimentos, 2015. Anais eletrônicos, Campinas, Galoá, 2015. Disponível em: <<https://proceedings.science/slaca/slaca-2015/papers/elaboracao-e-composicao-centesimal-de-cupulate-em-po-a-partir-das-sementes-de-cu?lang=pt-br>>. Acesso em: 15 Set. 2024.

BARBALHO, S. **et al.** Green tea: A possibility in the therapeutic approach of inflammatory bowel diseases?: Green tea and inflammatory bowel diseases. **Complementary Therapies in medicine**, v. 43, p. 148-153, 2019.

BARBOSA, Kiriaque Barra Ferreira et al. Estresse oxidativo: conceito, implicações e fatores modulatórios. *Revista de Nutrição* [online], v.23, n. 4, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-52732010000400013>. Acesso em: 16 de set. de 2024.

BASTÃO DE GUARANÁ. Guaraná tibirica, [s.d]. Disponível em: <https://www.guaranatibirica.com.br/bastao-de-guarana>. Acesso em 16 de set. de 2024.

BARREIROS, A. *et al.* Estresse oxidativo: relação entre geração de espécies reativas e defesa do organismo. **Química Nova** [online]. 2006, v. 29, n. 1. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0100-40422006000100021>>. Acesso em: 22 de jan. de 2021.

BASTOS,D.; ROGERO, M; ARÊAS, J. Mecanismos de ação de compostos bioativos dos alimentos no contexto de processos inflamatórios relacionados à obesidade. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia** [online]. 2009, v. 53, n. 5 [Acessado 9 Setembro 2024], pp. 646-656. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0004-27302009000500017>>.

BATISTA, P. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant activity in tropical fruits grown in the lower-middle São Francisco Valley. **Revista Ciência Agronômica** [online]. 2018, v. 49, n. 4. Disponível em: < <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20180070>>. Acesso em: 20 de mar. de 2024.

BECKER *et al.* Aceitação do consumidor em relação a alimentos funcionais: uma revisão de escopo. **Revista internacional de pesquisa ambiental e saúde pública** . 2022; 19(3):1217. <https://doi.org/10.3390/ijerph19031217>

BECKER, M. *et al.* Mineral and bromatological assessment and determination of the antioxidant capacity and bioactive compounds in native Amazon fruits. **Brazilian Journal of Food Technology** [online], v. 21, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1981-6723.02218>>. Acesso em: 20 de mar. de 2024.

BERNAUD, F.; RODRIGUES, T. Fibra alimentar: ingestão adequada e efeitos sobre a saúde do metabolismo. **Arquivos Brasileiros de Endocrinologia & Metabologia** [online], v. 57, n. 6, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0004-27302013000600001>. Acesso em: 23 de ago. de 2024.

BIANCHI, M.; ANTUNES, L. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição** [online], v. 12, n. 2, 1999. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1415-52731999000200001>. Acesso em: 22 de jan. de 2024.

BONILLA, J. SOBRAL, P. Antioxidant and antimicrobial properties of ethanolic extracts of guarana, boldo, rosemary and cinnamon. **Brazilian Journal of Food Technology** [online]. 2017, v. 20 [Accessed 1 September 2024], e2016024. Available from: <<https://doi.org/10.1590/1981-6723.2416>>.

BRASIL. **Decreto-Lei de nº 986, de 21 de outubro de 1969.** Institui normas básicas para alimentos. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 21 de out. 1969.

BRASIL. **Lei n.º 9.782, de 26 de janeiro de 1999.** Define o Sistema Nacional de Vigilância Sanitária, cria a Agência Nacional de Vigilância Sanitária, e dá outras providências. Diário Oficial da União: seção 1, Brasília, DF, 27 jan. 1999.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Portaria n 70 de março de 1982.** Normas de identidade, qualidade, embalagem, armazenamento e transporte do guaraná em grão, em bastão e em pó. Brasília, DF, 19 de março de 1982.

BRASIL. Ministério da Saúde (MS). **Guia Alimentar para a População Brasileira Brasília:** MS; 2014.

BRASIL. Ministério da Saúde. **Política Nacional de Alimentação e Nutrição:** conquistas e avanços. Brasília, 2002.

BRASIL. Ministro da Marinha de Guerra, do Exército e da Aeronáutica Militar. **Decreto-Lei nº 986, de 21 de Outubro de 1969.** Institui normas básicas sobre alimentos / Junta Militar. Brasília: Brasil, 1969. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/decreto-lei/del0986.htm> Acesso em 24 de ago. de 2024.

CARBALHO, P. *et al.* Hortaliças como alimentos funcionais. **Horticultura Brasileira**, v. 24: 397-404, 2006.

COLOMBO, F. *et al.* Botanicals in Functional Foods and Food Supplements: Tradition, Efficacy and Regulatory Aspects. **Applied Sciences**. 2020; 10(7):2387. <https://doi.org/10.3390/app10072387>

CONAB, Guaraná, 2022. Disponível em:<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-guarana/item/download/45101_f1284505ac892ae1b1c387fe6cb62702#:~:text=Conforme%20a%20pesquisa%20de%20pre%C3%A7os,Quadro%201%20e%20Gr%C3%A1fico%201>.

CONAB. GUARANÁ, 2019. Disponível em: < https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-guarana/item/download/29703_67257be7f2cbf5c804ed33f6f5e41c9b#:~:text=Conforme%20as%20informa%C3%A7%C3%B5es%20do%20IBGE,%2C2%25%20em%20outros%20estados%20

CONRAD, Z. *et al.* Relationship between food waste, diet quality, and environmental sustainability. PLoS ONE 13(4): e0195405, 2018. Disponível em> <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0195405>.

CORREIA, N.; SILVA, H. Da Amazônia ao guia: os dilemas entre a alimentação quilombola e as recomendações do guia alimentar para a população brasileira. **Saúde e Sociedade** [online]. 2021, v. 30, n. 1 [Acessado 1 Setembro 2024], e190276. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0104-12902021190276>>.

CORREIA, R. *et al.* Compostos bioativos e funcionalidade ligada a fenóis de resíduos de frutas tropicais em pó. Food Science and Technology International . 2012;18(6):539-547. Disponível em: < <https://doi.org/10.1177/1082013211433077>>.

COSTA, G. *et al.* Neuroprotective potential of the Amazonian fruits *Euterpe oleracea* Mart. And *Paullinia cupana* Kunth. **Brazilian Journal of Pharmaceutical Sciences** [online]. 2023, v. 59, 2023.

COSTA, M.; STRELAU, S. Alegações de saúde e nutrição no consumo de alimentos funcionais. **ReMark - Revista Brasileira De Marketing**, 19(1), 216–236, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5585/remark.v19i1.14919>.

COURI, S.. MATTA V. EMBRAPA. **Tecnologia de Alimentos**. Publicado em 09 de dezembro de 2021. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/tematicas/tecnologia-de-alimentos/qualidade/nutricional/alimentos-funcionais>>. acessado em 02 de julho de 2024.

CUBO, M. F. **Estudo do potencial antioxidante de extratos hidroalcóolicos de *Pereskia aculeata* (Ora- pro-nobis), *Camellia sinensis* (chá verde e chá branco) e suas misturas em matriz lipídica**. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos) - Universidade Estadual de Ponta Grossa. Ponta Grossa. 2021.

CUPARI, L. Nutrição clínica no adulto / coordenadora Lilian Cuppari. - 4. ed. - Barueri [SP] : Manole, 2019.

DA SILVA JÚNIOR, A. *et al.* Methylxanthine and Flavonoid Contents from Guarana Seeds (*Paullinia cupana*): Comparison of Different Drying Techniques and Effects of UV Radiation. **International Journal of Food Science**, v. 2024. Disponível em: <<https://doi.org/10.1155/2024/7310510>>. Acessado em: 17 de ago. de 2024.

DAVID, L.; NELSON e MICHAEL, M. Princípios de Bioquímica de Lehninger; 7ª Edição, 2018. Editora Artmed, Porto Alegre, RS.

DERMICI CEIKI, S. *et al.*, 2022. Biomarkers of Oxidative Stress and Antioxidant Defense. **Journal of Pharmaceutical and Biomedical Analysis**, v. 209, 114477, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jpba.2021.114477>. Acesso em: 24 de mar. de 2024.

DONG, W. *et al.* Effect of different drying techniques on bioactive components, fatty acid composition, and volatile profile of robusta coffee beans. **Food Chemistry**, v. 234, p. 121-130, 2017. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2017.04.156>>. Acesso em: 25 de ago. de 2024.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA. Metodologia Científica: **Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pelo Método de Redução do Ferro (FRAP)**. Comum Técnico, 125 Embrapa. 2006:3–6.

EMBRAPA. Circular técnica nº127. Metodologia Científica: **Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre DPPH**, Fortaleza, CE, 2007a.

EMBRAPA. Circular técnica nº128. Metodologia Científica: **Determinação da Atividade Antioxidante Total em Frutas pela Captura do Radical Livre ABTS**. Fortaleza, CE, 2007b.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). Centro de Pesquisa Agroflorestal da Amazônia Ocidental (Manaus, AM). **Guaraná como cultivar**. Manaus, 1998. 15p. (EMBRAPA-CPAA. Documentos, 14).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Cultivar guaranazeiro BRS Andirá** (2016). Disponível em: < <https://www.embrapa.gov.br/busca-de-imagens/-/midia/3385002/cultivar-de-guaranazeiro-brs-andira>>. Acesso em: 15 set. 2024.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Cultura do guaranazeiro no Amazonas**, 4. Edição. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 40 p. (Embrapa Amazônia Ocidental. Sistemas de Produção; 2).

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (EMBRAPA). **Guaraná - BRS Saterê** (2014). Disponível em: <https://www.embrapa.gov.br/busca-de-imagens/-/midia/1653001/guarana---brs-satere>. Acesso em: 15 set. 2024.

FAQUIN, V. **Nutrição mineral das plantas**. Curso de Pós-Graduação “*Lato Sensu*” (Especialização) a Distância: Solos e Meio Ambiente - Universidade Federal de Lavras (UFLA) / FAEPE, 2005.

FIGUEIRA, M. **Efeitos do extrato aquoso do guaraná (*Paullinia cupana*) em pó nos mecanismos envolvidos com a absorção de colesterol *in vivo* e em células Caco-2**. Tese de Doutorado, Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo. São Paulo, 2020.

FILHO, Firmino José do Nascimento *et al.* **Cultivo do Guaranazeiro no Amazonas: Técnicas para a Melhoria da Produtividade**. EMBRAPA. Manaus, AM, 2004.

FRIEDRICH, L.C. *et al.* Estudos mecanísticos das reações fenton e curpo-fenton por análise volumétrica *in situ*. **Química Nova**, v. 40, n. 7, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.21577/0100-4042.20170065>.

FUKUMASU, H. *et al.* Chemopreventive effects og *Paullinia cupana* Mart. Var. *sorbilis.*, the guaranpa, on mouse hepatocarcinogenesis. **Cancer Latters**, v. 233, p. 158-164, 2006. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.canlet.2005.03.007>>. Acesso em: 16 de set. de 2024.

GOMES, D. *et al.* Características associadas ao consumo de alimentos in natura ou minimamente processados e ultraprocessados por adolescentes em uma região metropolitana brasileira. **Ciência & Saúde Coletiva** [on-line]. 2023, v. 2 [Acessado em 1 de setembro de 2024], pp. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1413-81232023282.07942022>>.

GOMES, F. *et al.* Chemical and mineral composition of the raw and cooked immature grains of cowpea genotypes. **Revista Caatinga** [online], v. 37, 2024. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/1983-21252024v3711727rc>>. Acesso em: 10 de ago. de 2024.

GOMES, L. *et al.* Vegetais e seus subprodutos: teor de compostos fenólicos totais, flavonoides totais e atividade antioxidante. **Horticultura Brasileira** [online]. 2023, v. 41 [Acessado em 1 de setembro de 2024], e2572. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/s0102-0536-2023-e2572>>.

GOMÉZ, Claudia Verónica *et al.* Food Trade for Specific Health Use FOSHU through Patents in LATAM: Relevant Aspects in International Law. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 72, N. 3, 2022. Disponível em: < <https://doi.org/10.37527/2022.72.3.007>>. Acesso em: 03 jul. de 2024

GROPPER; SMITH, J. L. (2021). *Advanced Nutrition and Human Metabolism*. 7ª edição. Cengage Learning.

GUARANÁ EM PÓ. Cerealista Monte Verde, [s.d]. Disponível em: <https://cerealistamonteverde.com.br/produto/guarana-em-po/>. Acesso em: 16 de set. de 2024.

GUARANÁ MOÍDO. Guaraná tibirica, [s.d]. Disponível em: <https://www.guaranatibirica.com.br/copia-guarana-moido>. Acesso em: 16 de set. de 2024.

HACK, B. *et al.* Effect of Guarana (*Paullinia cupana*) on Cognitive Performance: A Systematic Review and Meta-Analysis. **Nutrients**, v. 15 (2), 434, 2023. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9865053/>>. Acesso em: 21 de mar. de 2024.

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

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

INSTITUTO ADOLFO LUTZ (São Paulo). Métodos físico-químicos para análise de alimentos /coordenadores Odair Zenebon, Neus Sadocco Pascuet e Paulo Tiglea -- São Paulo: **Instituto Adolfo Lutz**, 2008 p. 1020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). **Guaraná: produção agropecuária**. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/guarana/br>>. Acesso em: 12 de mar. de 2024.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E (IBGE). **Pesquisa de Orçamentos Familiares 2017-2018**: análise do consumo alimentar pessoal no Brasil. / IBGE, Coordenação de Trabalho e Rendimento. - Rio de Janeiro: IBGE, 2020.

CHEESEMANN, K.; SLATER, T. An introduction to free radical biochemistry, **British Medical Bulletin**, Volume 49, Issue 3, 1993, Pages 481–493, <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.bmb.a072625>

KEHRER, J.P. The Haber-Weiss reaction and mechanisms of toxicity. **Toxicology**, v. 149 (1), p. 43-50, 2000. Disponível em: [https://doi.org/10.1016/S0300-483X\(00\)00231-6](https://doi.org/10.1016/S0300-483X(00)00231-6).

KINUPP, V.; BARROS, I. Teores de proteína e minerais de espécies nativas, potenciais hortaliças e frutas. **Food Science and Technology** [online], v. 28, n. 4, 2008. Disponível em: < <https://doi.org/10.1590/S0101-20612008000400013>>. Acesso em: 23 de ago. de 2024.

KOCH, W. *et al.* Plant Phenolics in the Prevention and Therapy of Acne: A Comprehensive Review. **Molecules**, v. 29(17), 4234, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/molecules29174234>. Acesso em: 07 de set. de 2024.

KOCH, Wojciech. Dietary Polyphenols - Important Non-Nutrients in the Prevention of Chronic Noncommunicable Diseases. A Systematic Review. **Nutrients**, v. 11 (5), 1039, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/11/5/1039>. Acesso em: 07 de set. de 2024.

KUSKOSKI, E. *et al.* Aplicação de diversos métodos para determinar a atividade antioxidante em polpa de frutos. **Food Science and Technology** [online], v. 25, n. 4, 2005. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0101-20612005000400016>. Acesso em: 10 de set. de 2024.

LOBO, V. *et al.* Free radicals, antioxidants and functional foods: Impact on human health. **Pharmacogn Rev.**, v. 4(8): 118–126, 2010. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3249911/>. Acesso em: 24 de jan. de 2024.

LOPES, T. **Caracterização físico-química e da atividade antioxidante do camu-camu (*Myrciaria dúbia (Kunth) me Vaugh*) in natura e liofilizado, produzidos no Amazonas.** Programa de Iniciação Científica do INPA (PIBIC), Instituto Nacional de Pesquisas do Amazonas. Manaus, 2017.

LUENGO, R. *et al.* Determinação de minerais no solo e análise de folhas de couve produzida em Brasília. **Brazilian Journal of Food Technology** [online]. 2018, v. 21, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1981-6723.14117>. Acesso em: 18 de ago. De 2024.

RUFINO, M. *et al.* Bioactive compounds and antioxidant capacities of 18 non-traditional tropical fruits from Brazil, **Food Chemistry**, v. 121 (4), p. 996-1002, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2010.01.037>.

MAGALHÃES, L.M *et al.* Methodological aspects about in vitro evaluation of antioxidant properties. **Anal Chim Acta**, 14, 613 (1), p. 1-19, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.aca.2008.02.047>.

MARQUES, Leila Larisa Meideiros *et al.* *Paullinia cupana*: a multipurpose plant – a review. **Revista Brasileira de Farmacognosia**, v. 19 (1), pag. 77-110, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.bjp.2018.08.007>. Acesso em: 24 de jan. de 2024.

MARTINS, C. **Avaliação da atividade antioxidante *in vitro* e *in vivo* do guaraná (*Paullinia cuipana*) em pó.** Dissertação de Mestrado (Mestre em Ciências). Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2010.

MEDINA, M.. Simple and rapid method for the analysis of phenolic compounds in beverages and grains. **J Agric Food Chem**, n. 59, p. 1565–71, 2011. Disponível em: https://doi.org/10.1021/JF103711C/SUPPL_FILE/JF103711C_SI_001.PDF.

MEIRA, R. *et al.* Contribuição dos diferentes alimentos segundo a classificação Nova para a ingestão de fibras alimentares em adolescentes. **Ciência & Saúde Coletiva** [online]. v. 26, n. 08, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-81232021268.09592020>. Acesso em: 23 de ago, de 2024.

MENEGASSI, B. *et al.* A nova classificação de alimentos: teoria, prática e dificuldades. **Ciência & Saúde Coletiva** [online], v. 23, n. 12, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1413-812320182312.30872016>. Acesso em: 19 de mar. de 2024.

MONTEIRO, C. *et al.* A new classification of foods based on the extent and purpose of their processing. **Caderno de Saúde Pública**, v. 26 (11), 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0102-311X2010001100005>. Acesso em: 20 de mar. de 2024.

MORAES, F.; COLLA, L. Alimentos Funcionais e Nutracêuticos: Definições, legislação e benefícios à saúde. **Revista Eletrônica de Farmácia**. V 3(2), 109-122, 2006.

MUNTEANU, I.G; APETREI, C. Analytical methods used in determining antioxidant activity: a review. **International Journal of Molecular Sciences**, 22(7), 3380, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/ijms22073380>.

NASCIMENTO, A. *et al.* Guarana propagation strategies: a review. **Brazilian Journal of Biology** [online], v. 83 e275940, 2023,. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/1519-6984.275940>>. [Accessed 1 September 2024].

NAZARÉ, R.; FIGUEIRÊDO, F. Contribuição ao estudo do guaraná. Belém. **EMBRAPA – CPATU**, 1992.

NEVES, P. **Importância dos compostos fenólicos dos frutos na promoção da saúde**. 2015. Monografia - Faculdade de Ciências da Saúde - Universidade Fernando de Pessoa, Fernando de Pessoa, 2015.

OLIVEIRA, G. **Um panorama geral sobre a regulamentação de alimentos funcionais, suas definições e alegações**. Tese – Universidade de Brasília. Brasília, DF, 2019.

OLIVEIRA, G.L.S. Determinação da capacidade antioxidante de produtos naturais *in vitro* pelo método DPPH: estudo de revisão. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Campinas, v.17, n.1, p.36-44, 2015.

OLIVEIRA, J. *et al.* Green tea and kombucha characterization: Phenolic composition, antioxidant capacity and enzymatic inhibition potential. **Food Chemistry**, v. 408, 135206, 2023. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2022.135206>>. Acesso em: 11 de out. de 2024.

OLIVEIRA, T. **Caracterização físico-química e avaliação da atividade antioxidante in vitro do guaraná em pó (*Paullinia cupana*)**. Tese – Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2021.

ŐSZ, B. *et al.* Caffeine and its antioxidant properties – it is all about dose and source. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 23 (21), 13074, 2022. Disponível em: < <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9654796/>>. Acesso em: 21 de mar. de 202.

PARK, J. *et al.* The Roles of NFR2-Regulated Oxidative Stress and Mitochondrial Quality Control in Chronic Liver Diseases. **Antioxidants**, v. 12 (11), ed. 11, 2023. Disponível em: < <https://doi.org/10.3390/antiox12111928>>. Acesso em: 24 de janeiro de 2024.

PEDROSA, Gabriela Costa. **Alimentos funcionais: legislação, comparações e um olhar sobre o café** [manuscrito] / Gabriela Costa Pedrosa. – 2015

PEREZ NEUMANN, A.; ABREU, E.; TORRES, E. Alimentos saudáveis, alimentos funcionais, fármaco alimentos, nutraceuticos.. você já ouviu falar? **Higiene Alimentar**, v. 14, n. 71, p. 19-23, 2000. Tradução. Acesso em: 15 set. 2024.

PINHO, L. *et al.* Guarana (*Paullinia cupana*) by-product as a source of bioactive compounds and as a natural antioxidant for food applications. **Journal of Food Processing and Preservation**, v. 45, ed. 10, 2021.

PRASANTH, M. I. A Review of the Role of Green Tea (*Camellia sinensis*) in Antiphotaging, Stress Resistance, Neuroprotection, and Autophagy. **Nutrients**, v.11, n.2, p.1-24, 2019.

PRÉCOMA, D. **et al.** Diretriz de Prevenção Cardiovascular da Sociedade Brasileira de Cardiologia – 2019. **Arq Bras Cardiol.** 2019; [online]. ahead print, PP.0-0.

RASCHEN, M. *et al.* Determinação do teor de umidade em grãos empregando radiação micro-ondas. **Ciência Rural**, v. 44 (5), n. 5, 2014. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/YTnzdWjCzMkFQrdmd3DC5GN/abstract/?lang=pt#>>. Acesso em: 10 de ago. de 2024.

REFOSCO, E. *et al.* Compostos fenólicos na alimentação e seus benefícios para a saúde: uma revisão literária. **Revista Científica Multidisciplinar da Faculdade de São José**, v. 13, n. 1, 2019.

RICH, E. L.; NICOLETTO, B. B. (2023). Conhecimento Nutricional de Adultos e Idosos do Município de Caxias do Sul-RS. DEMETRA: **Alimentação, Nutrição & Saúde**, 18, e69103. Disponível em: <<https://doi.org/10.12957/demetra.2023.69103>>.

ROBERFROID, M. Functional food concept and its application to prebiotics. **Dig Liver Dis.** 2002 Sep;34 Suppl 2:S105-10. Disponível em: < [https://doi.org/10.1016/s1590-8658\(02\)80176-1](https://doi.org/10.1016/s1590-8658(02)80176-1)>.

CHIRINOS, R. *et al.* Antioxidant compounds and antioxidant capacity of Peruvian camu camu (*Myrciaria dubia* (H.B.K.) McVaugh) fruit at different maturity stages. **Food Chemistry**, v. 120 (4), p. 1019-1024, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2009.11.041>.

RUCHEL, J. *et al.* Guarana (*Paullinia cupana*) ameliorates memory impairment and modulates acetylcholinesterase activity in Poloxamer- 407-induced hyperlipidemia in rat brain. **Physiology & Behavior**, v. 168, p. 11-19, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.physbeh.2016.10.003>.

RUCHEL, J. *et al.* Hypercholesterolemia and ecto-enzymes of purinergic system: Effects of *Paullinia cupana*. *Phytotherapy Research*, v. 30(1), p. 49-57, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/ptr.5499>>.

SALDANHA, L. **Avaliação da atividade antioxidante *in vitro* de extratos de erva-mate (*Ilex paraguariensis*) verde e tostada e chá verde (*Camellia sinensis*)**. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2005.

SÁNCHEZ MORENO *et al.* A procedure to measure the antiradical efficiency of polyphenols. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 76, p. 270276, 1998. Disponível em: <

[https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1097-0010\(199802\)76:2%3C270::AID-JSFA945%3E3.0.CO;2-9](https://doi.org/10.1002/(SICI)1097-0010(199802)76:2%3C270::AID-JSFA945%3E3.0.CO;2-9)>. Acesso em: 16 de set. de 2024.

SANTANA, A.; MACEDO, G. Health and technological aspects of methylxanthines and polyphenols from guarana: A review. **Journal of Functional Foods**, v. 47, p. 457-468, 2018. Disponível em: < <https://doi.org/10.1016/j.jff.2018.05.048> >. Acesso em: 21 de mar. de 2023.

SANTOS, O. *et al.* Chromatographic profile and bioactive compounds found in the composition of pupunha oil (*Bactris gasipaes* Kunth): implications for human health. **Revista de Nutrição** [online]. 2020, v. 33. Disponível em> < <https://doi.org/10.1590/1678-9805202033e190146> >. Acesso em: 21 de mar. de 2024.

SCHERER, R.; GODOY, H.. Antioxidant activity index (AAI) by the 2,2-diphenyl-1-picrylhydrazyl method., **Food Chemistry**, v. 112, n. 3, p. 654-658, 2009.

SEBRAE. O cultivo e o mercado do guaraná. Portal Sebrae, 2016. Disponível em: <https://sebrae.com.br/sites/PortalSebrae/artigos/o-cultivo-e-o-mercado-do-guarana,969a9e665b182410VgnVCM100000b272010aRCRD> . Acesso em 01 de ago. de 2024.

SEMENTE DE GUARANÁ. Atacado Ervas, [s.d]. Disponível em: <https://atacadoervas.com/produtos/semente-de-guarana-1kg/>. Acesso em: 16 de set. de 2024.

SHIRAHIGUE, L. CECCATO-ANTONINI, S. Resíduos agroindustriais como fontes de compostos bioativos para indústrias alimentícias e de fermentação. **Ciência Rural** [online]. 2020, v. 50, n. 4 [Acessado em 1 setembro 2024], e20190857. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20190857>>.

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

SILVA, J. **Identificação de compostos fenólicos, macroantioxidantes e avaliação da atividade antioxidante do bagaço de uva proveniente da indústria de sucos no vale do São Francisco.** Dissertação de Mestrado – Universidade da Integração Internacionak de Lusofonia Brasileira (UNILAB). Redenção, 2018.

SILVA, Marcos Anderson Lucas da *et al.* Disponibilidade domiciliar de alimentos da biodiversidade brasileira. **Cadernos de Saúde Pública** [online]. 2023, v. 39, n. 6. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/0102-311XEN206222>>. Acessado em 1 de setembro de 2024.

SILVA, W. *et al.* Guaraná - *Paullinia cupana*, (H.B.K): Estudo da oxidação das formas em pó e em bastões defumados. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, Lages, v. 14, n. 2, p. 117-123, 2015.

SOARES, R.; FILHO, A.; VEIGA, R. Uso *in natura* do guaraná (*Paulinia cupana*): estudo quantitativo no município de Maués (AM) Brasil. **Brazilian Journal of Natural Sciences**, v. 4, n. 43, e15520200, 1-16, 2022.

STARK, G. **Estudo de marcadores químicos de guaraná (*Paullinia cupana*) por CLAE.** Dissertação – Universidade do Estado do Amazonas/AM, 2007.

SUCUPIRA, N.; SILVA, A.; PEREIRA, G.; COSTA, J. Métodos para determinação da atividade antioxidante de frutos. **Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 14(4), 263-269, 2012.

TABELA DE COMPOSIÇÃO DE ALIMENTOS (TBCA). **Universidade de São Paulo (USP)**. Food Research Center (FoRC). Versão 7.2. São Paulo, 2023. Disponível em: <http://www.fcf.usp.br/tbca>. Acesso em: 01 de set. de 2024.

TANNUS, A. *et al.* Determinação do valor energético por calorimetria direta de alguns alimentos consumidos por crianças e adolescentes. **Revista de Nutrição** [online], v. 14, n. 3, 2001. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rn/a/hXC6FTvqRQcsbPzwpCNHr8K/#>. Acesso em: 23 de outubro de 2024.

TEIXEIRA, C.; BARBOSA, P.; SOUZA, M. Effects of guarana (*Paullinia cupana*) powder on obesity-associated diseases in animal models: A systematic review. **Journal of Functional Foods**, v. 112, 105994, 2023. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1016/j.jff.2023.105944>. Acesso em 27 de ago. 2024.

TEIXEIRA, L. **Efeitos da erva mate (*Ilex paraguariensis*) e guaraná (*Paullinia cupana*) na termogênese e biogênese mitocondrial**. Tese de Doutorado do Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ciências da Saúde - Universidade São Francisco. Bragança Paulista, 2020.

TONG, T. *et al.* Antioxidant activity and main chemical components of a novel fermented tea. **Molecules**, v. 24 (16), n. 2917, 2019. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/24/16/2917>. Acesso em: 11 de out. De 2024.

TORRES, *et al.* Effects of the consumption of guarana n human heath: A narrative review. **Nutrients**, v. 21 (1), 272–295, 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34755935/>. Acesso em: 21 de mar. de 2024.

USA. **Food and Drug Administration**. Medical foods: guidance documents & regulatory information [internet]. Disponível em: <https://www.fda.gov/food/guidance-documents-regulatory-information-topic-food-and-dietary-supplements/medical-foods-guidance-documents-regulatory-information>. Acesso em: 15 de set. de 2024.

URZEDO, N. **O chá verde e suas propriedades: uma revisão bibliográfica abrangendo os anos de 2000 a 2020**. Universidade Federal de Uberlândia. Uberlândia, 2020.

VASCO, C.; RUALES, J; KAMAL-ELDIN, A. Compostos fenólicos totais e capacidades antioxidantes das principais frutas do equador. **Química Alimentar**, v. 11 (4), 816-823, 2008.

VIZZOTO, M.; KROLOW, A.; TEIXEIRA, F. Alimentos funcionais: conceitos básicos. Pelotas: **Embrapa Clima Temperado**, doc. 312, pag. 20 p, 2010. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 312).

WANG, W.; KANG, P. Oxidative stress and antioxidant treatments in cardiovascular diseases. **Antioxidants**, v. 9 (12), n. 122, ed. 12, 2020. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2076-3921/9/12/1292>. Acesso em: 24 de jan. de 2024.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Diet, nutrition and the prevention of chronic diseases: **report of a Joint WHO/FAO Expert Consultation**. Geneva: WHO; 2003.

WUINIARSKA-MIECZAN *et al.* Regular consumption of green tea as an element of diet therapy in drug-induced liver injury (DILI). **Nutrients**, v. 16 (17), n. 2837, 2024. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2072-6643/16/17/2837>. Acesso em: 07 de set. de 2024.

YONEKURA, L. *et al.* Bioavailability of catechins from guaraná (*Paullinia cupana*) and its effect on antioxidant enzymes and other oxidative stress markers in healthy human subjects. **Food Functional**, v. 7, n. 7, p. 2970-2978, 2016.

ZERAIK, M. *et al.* Maracujá: um alimento funcional?. **Revista Brasileira de Farmacognosia** [online]. 2010, v. 20, n. 3 [Acessado 1 Setembro 2024], pp. 459-471. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S0102-695X2010000300026>>.

ZHANG, M.; ZHANG, H.; JIA, L.; ZHANG, Y.; QIN, R.; XU, S.; MEI, Y. Health benefits and mechanisms of theobromine. **Journal of Functional Foods**, v. 115, n. 106126, 2024. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1756464624001282?via%3Dihub>. Acesso em 21 mar. De 2024.

ANEXO A – SISTEMA NACIONAL DE GESTÃO DO PATRIMÔNIO GENÉTICO E DO CONHECIMENTO TRADICIONAL ASSOCIADO (SISGEN)



**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 AB4ACC4**

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

Número do cadastro: **AB4ACC4**
 Usuário: **UFOP**
 CPF/CNPJ: **23.070.659/0001-10**
 Objeto do Acesso: **Patrimônio Genético/CTA**
 Finalidade do Acesso: **Pesquisa**

Espécie

Paullinia cupana
Paullinia cupana

Fonte do CTA

CTA de origem não identificável

Título da Atividade: **AVALIAÇÃO DO EFEITO ANTI-INFLAMATÓRIO E ANTIOXIDANTE DO GUARANÁ EM PÓ (Paullinia cupana) EM MODELO DE HEPATOTOXICIDADE INDUZIDA POR PARACETAMOL EM RATOS**

Equipe

Melina oliveira	UFOP
Clécia Dias Teixeira	Universidade Federal de Ouro Preto
Paloma Leticia Gonçalves	Universidade Federal de Ouro Preto
Joana Ferreira do Amaral	Universidade Federal de Ouro Preto

Camila Maiel dos Santos

Universidade Federal de Ouro Preto

Data do Cadastro: **31/10/2022 21:49:46**
 Situação do Cadastro: **Concluído**

Conselho de Gestão do Patrimônio Genético
 Situação cadastral conforme consulta ao SisGen em **21:50 de 31/10/2022**.



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