

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS**  
**FACULDADE DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E AMBIENTAIS**  
**CURSO DE GRADUAÇÃO EM BIOTECNOLOGIA**

**SUELEM DIONIZIO DA SILVA**

**Variação sazonal dos teores de compostos fenólicos e polifenólicos no extrato aquoso das  
folhas de *Psidium guineense* Sw (Myrtaceae)**

**DOURADOS**

**2025**

SUELEM DIONIZIO DA SILVA

**Variação sazonal dos teores de compostos fenólicos e polifenólicos no extrato aquoso das folhas de *Psidium guineense* Sw (Myrtaceae)**

Trabalho de conclusão de curso apresentado a Universidade Federal da grande Dourados – UFGD, como parte dos requisitos necessários para obtenção do título de bacharel em Biotecnologia.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Anelise Samara Nazari Formagio.

Dourados  
2025

SUELEM DIONIZIO DA SILVA

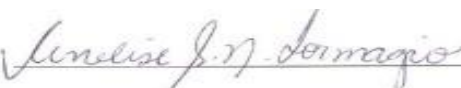
**Variação sazonal dos teores de compostos fenólicos e polifenólicos no extrato aquoso das folhas de *Psidium guineense* Sw (Myrtaceae)**

Trabalho de conclusão de curso aprovado pela Banca Examinadora como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Biotecnologia, da Universidade Federal da Grande Dourados.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Anelise Samara Nazari Formagio.

**Aprovado em:** 12 de Junho de 2025.

**BANCA EXAMINADORA**



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Anelise Samara Nazari Formagio.  
Presidente



Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Rosilda Mara Mussury Franco da Silva  
Membro



Documento assinado digitalmente  
JANAINE ALBERTO MARANGONI FAORO  
Data: 01/07/2025 21:39:01-0300  
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Janaine Alberto Marangoni Faoro  
Membro

## DEDICATÓRIA

*A Deus como principal guia e indutor de força. Minha Mãe Maria J. J. Dionizio da Silva, Pai Olavo Alves da Silva. Se cheguei até aqui foi porque me apoiei em ombros de gigantes.*

## AGRADECIMENTOS

Principal agradecimento a DEUS, pai de todos e indutor de muita força, por me conceder a competência para formação em Biotecnologia, que me fez chegar onde estou hoje.

Expresso minha profunda gratidão à Universidade Federal da Grande Dourados-UFGD pela oportunidade de desenvolvimento acadêmico e profissional, bem como por fornecer os recursos essenciais que tornaram a realização deste projeto possível.

Ao meu Pai Olavo e minha MÃE Maria, uma gratidão muito especial, me sinto privilegiada por ser sua filha, e mesmo nas horas mais difíceis nunca poupou tempo e esforço a me ajudar a buscar o que eu julgava melhor para mim.

Aos meus irmãos Solange e Tiago, por sempre me dar apoio com palavras de incentivo.

Gratidão imensa aos meus amigos, que sempre se propuseram a me ajudar e apoiar, ouvindo minhas reclamações, medo e choro, alguns de pouca e outros de longa data, Fabiana, Markus, Graziela, Danilo, Erick, Ester, Valéria, Matheus, Ediléia, Debora, Luciely e dentre outros.

O meu muito obrigada a todos os colegas que entraram na minha vida com o propósito científico, muita coisa foi aprendida com vocês, nada se faz sozinho.

As meninas do laboratório Mayara, Bruna, Janaine, Jéssica, Meirylli, pelos conselhos e grande apoio nas horas que mais precisei.

A doutoranda Janaine Alberto Marangoni Faoro, por ter me auxiliado em meus experimentos e disposição a ensinar.

A minha orientadora Prof. Dr. Anelise Samara Nazari Formagio, muito obrigada pela orientação científica, por acreditar em mim e por todos os ensinamentos e disposição ao ensinar.

Agradeço a todos os membros da banca por ter aceitado o convite.

A todos que de alguma forma contribuíram para elaboração desse trabalho, meus sinceros agradecimentos.

*“A fé não torna as coisas fáceis, ela torna possível.”*

*Lucas 1:37*

*“Tudo que é seu chegará até você, não por acaso, mas pelos planos de Deus.”*

*(Santa Teresinha)*

## LISTA DE FIGURAS

|                                                                                                      |    |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Figura 1:</b> <i>Psidium guineense</i> , com frutos verdes imaturos, observados em Dourados-MS... | 15 |
| <b>Figura 2:</b> Exemplar de <i>Psidium guineense</i> coletada em Junho de 2022.....                 | 20 |
| <b>Figura 1:</b> Teores de fenólicos totais.....                                                     | 33 |
| <b>Figura 2:</b> Teores de flavonóides.....                                                          | 33 |
| <b>Figura 3:</b> Teores de flavonol.....                                                             | 34 |
| <b>Figura 4:</b> Teores de taninos condensados.....                                                  | 34 |

## LISTA DE TABELAS

|                                                                                                                                                  |    |
|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|----|
| <b>Tabela 1:</b> Dados para o preparo das soluções, volume (mL), massa (g).....                                                                  | 21 |
| <b>Tabela 2:</b> Dados para a realização do teste, volume (mL) e (µL).....                                                                       | 22 |
| <b>Tabela 3:</b> Dados para a construção da curva de calibração, volume (ul), massa (g) e média da absorbância (abs) de cada ponto da curva..... | 22 |
| <b>Tabela 4:</b> Dados para quantificação dos compostos fenólicos nas amostras, abs amostras e média.....                                        | 23 |
| <b>Tabela 5:</b> Dados para o preparo das soluções, volume (mL), massa (g).....                                                                  | 24 |
| <b>Tabela 6:</b> Dados para a realização do teste, volume (mL) e (µL).....                                                                       | 25 |
| <b>Tabela 7:</b> Dados para construção da curva de calibração, volume (ul) , massa (g) e média de absorbância (abs) de cada ponto da curva.....  | 25 |
| <b>Tabela 8:</b> Dados para quantificação dos compostos flavonóides nas amostras, abs das amostras e a média.....                                | 26 |
| <b>Tabela 9:</b> Dados para o preparo das soluções, volume (mL), massa (g).....                                                                  | 27 |
| <b>Tabela 10:</b> Dados para a realização do teste, volume (mL) e (µL).....                                                                      | 28 |
| <b>Tabela 11:</b> Dados para construção da curva de calibração, volume (ul) , massa (g) e média da absorbância (abs) de cada ponto da curva..... | 28 |
| <b>Tabela 12:</b> Dados para quantificação dos compostos flavonol nas amostras, abs das amostras e media.....                                    | 29 |
| <b>Tabela 13:</b> Dados para o preparo das soluções, volume (mL), massa (g).....                                                                 | 30 |
| <b>Tabela 14:</b> Dados para a realização do teste, volume (mL) e (µL).....                                                                      | 30 |
| <b>Tabela 15:</b> Dados para construção da curva de calibração, volume (ul), massa (g) e média da absorbância (abs) de cada ponto da curva.....  | 31 |
| <b>Tabela 16:</b> Dados para quantificação dos compostos taninos condensados nas amostras, abs das amostras e media.....                         | 32 |

## SUMÁRIO

|                                                                                               |           |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------|-----------|
| <b>1. Introdução.....</b>                                                                     | <b>12</b> |
| <b>2. Revisão de Literatura.....</b>                                                          | <b>14</b> |
| 2.1. <i>Psidium guineense</i> .....                                                           | 14        |
| 2.2. <i>Compostos bioativos em foco:</i> .....                                                | 15        |
| 2.2.1. <i>Fenólicos</i> .....                                                                 | 15        |
| 2.2.2. <i>Flavonoides</i> .....                                                               | 16        |
| 2.2.3. <i>Taninos condensados</i> .....                                                       | 16        |
| 2.2.4. <i>Regulação da síntese de metabólitos secundários em resposta à sazonalidade</i> .... | 17        |
| 2.2.5. <i>Padronização fitoquímica e relevância para aplicações farmacêuticas</i> .....       | 18        |
| 2.2.6. <i>Sazonalidade e variação metabólica em espécies vegetais</i> .....                   | 18        |
| <b>3. Objetivos.....</b>                                                                      | <b>19</b> |
| 3.1. <i>Objetivo Geral</i> .....                                                              | 19        |
| 3.2. <i>Objetivos Específicos</i> .....                                                       | 19        |
| <b>4. Material e Métodos .....</b>                                                            | <b>19</b> |
| 4.1. <i>Material Vegetal</i> .....                                                            | 19        |
| 4.2. <i>Preparação do extrato aquoso</i> .....                                                | 20        |
| 4.3. <i>Teores de constituintes fenólicos e polifenólicos</i> .....                           | 21        |
| 4.3.1. <i>Fenólicos totais</i> .....                                                          | 21        |
| 4.3.2. <i>Flavonoides</i> .....                                                               | 24        |
| 4.3.3. <i>Flavonol</i> .....                                                                  | 27        |
| 4.3.4. <i>Taninos Condensados</i> .....                                                       | 30        |
| <b>5. Resultados e Discussão.....</b>                                                         | <b>32</b> |
| 5.1 <i>Variação sazonal dos constituintes bioativos</i> .....                                 | 32        |
| 5.2 <i>Análise comparativa entre compostos</i> .....                                          | 35        |
| 5.3 <i>Implicações práticas e biotecnológicas</i> .....                                       | 35        |
| <b>6. Conclusão .....</b>                                                                     | <b>36</b> |
| <b>7. Referencias .....</b>                                                                   | <b>37</b> |

## RESUMO

A *Psidium guineense* Sw. (araçá-do-campo) é uma Myrtaceae nativa do Brasil, amplamente utilizada na medicina popular para tratar condições gastrointestinais e geniturinárias. Estudos farmacológicos e químicos de suas folhas já confirmaram diversas atividades biológicas, como propriedades antioxidantes, antifúngicas, antibacterianas, anti-inflamatórias, antimicrobianas e antiproliferativas, devido à sua rica composição em óleos essenciais e outros compostos bioativos. Compreendendo a relevância do conhecimento da composição fitoquímica, o objetivo deste estudo foi investigar a influência da sazonalidade na variação dos constituintes bioativos em extratos aquosos das folhas de *P. guineense* coletadas ao longo do ano. Os extratos liofilizados demonstraram que os teores de compostos fenólicos e polifenólicos variam significativamente conforme a estação, evidenciando uma forte influência da sazonalidade no metabolismo secundário da planta. Em particular, as concentrações de fenólicos totais, flavonoides, flavonol e taninos condensados mostraram uma marcante dependência sazonal, com o verão apresentando o maior acúmulo da maioria dos compostos investigados. Esses achados ressaltam a importância da época de coleta na obtenção de materiais vegetais com perfil fitoquímico otimizado, fator crucial para futuras aplicações biotecnológicas ou farmacêuticas.

**Palavras-chaves:** constituintes fenólicos e polifenólicos, metabólitos secundários e sazonalidade.

## ABSTRACT

*Psidium guineense* Sw. (araça-do-campo) is a Myrtaceae native to Brazil, widely used in folk medicine to treat gastrointestinal and genitourinary conditions. Pharmacological and chemical studies of its leaves have confirmed several biological activities, such as antioxidant, antifungal, antibacterial, anti-inflammatory, antimicrobial and antiproliferative properties, due to its rich composition of essential oils and other bioactive compounds. Understanding the relevance of knowledge of phytochemical composition, the objective of this study was to investigate the influence of seasonality on the variation of bioactive constituents in aqueous extracts of *P. guineense* leaves collected throughout the year. The lyophilized extracts demonstrated that the levels of phenolic and polyphenolic compounds vary significantly according to the season, evidencing a strong influence of seasonality on the secondary metabolism of the plant. In particular, the concentrations of total phenolics, flavonoids, flavonols and condensed tannins showed a marked seasonal dependence, with summer presenting the highest accumulation of most of the investigated compounds. These findings highlight the importance of the collection season in obtaining plant materials with an optimized phytochemical profile, a crucial factor for future biotechnological or pharmaceutical applications.

**Keywords:** phenolic and polyphenolic constituents, secondary metabolites and seasonality.

## 1. INTRODUÇÃO

Os metabólitos secundários, como os encontrados em *Psidium guineense* Sw. (Myrtaceae), são compostos produzidos a partir do metabolismo primário das plantas, desempenhando papéis essenciais na defesa contra patógenos, na regulação celular e na adaptação a estresses ambientais (PEREIRA JÚNIOR, 2021; SANTOS, 2022). Essas substâncias possuem estruturas químicas complexas e atividades biológicas relevantes, como ações antioxidantes, antitumorais, anti-inflamatórias, antifúngicas e antibacterianas.

Dentre os principais grupos de metabólitos secundários destacam-se os compostos fenólicos, flavonoides, taninos e terpenoides, frequentemente associados à resposta adaptativa das plantas frente a condições adversas, como radiação UV, herbivoria e variações ambientais (CAMARGO, 2024). Esses compostos, além de sua função ecológica, apresentam potencial terapêutico, sendo amplamente estudados na farmacognosia e nas ciências biotecnológicas.

Nesse contexto, o araçá-do-campo (*Psidium guineense*), planta nativa da América Tropical, incluindo o Brasil, tem se destacado pelo seu uso na medicina popular e pelas atividades farmacológicas já relatadas, como propriedades antioxidantes, antimicrobianas, antifúngicas, anti-inflamatórias e imunomoduladoras (NASCIMENTO et al., 2017). Suas folhas contêm diversos metabólitos bioativos, como flavonoides, ácidos fenólicos, taninos condensados e óleos essenciais, que conferem à espécie uma ampla aplicabilidade terapêutica (DA FONSÊCA et al., 2024).

Entretanto, fatores ambientais e ecológicos, como tipo de solo, luminosidade, temperatura e principalmente a sazonalidade, podem interferir diretamente na composição fitoquímica da planta. Mudanças ao longo das estações do ano afetam processos fisiológicos e metabólicos, resultando em variações significativas nos teores dos compostos bioativos (SANTOS et al., 2023; PLUTA, 2020). Essa oscilação pode impactar a eficácia dos extratos vegetais utilizados em aplicações farmacêuticas, nutracêuticas e fitoterápicas.

A avaliação dos teores de constituintes fenólicos e polifenólicos em *P. guineense* ao longo das estações do ano possibilita compreender o efeito da sazonalidade sobre o metabolismo secundário da planta. Essa análise é fundamental para estabelecer um padrão de qualidade, identificar o melhor período de coleta e maximizar o aproveitamento dos compostos de interesse.

Dessa forma, o presente estudo tem como objetivo avaliar a variação sazonal dos teores de fenólicos totais, flavonoides, flavonol e taninos condensados no extrato aquoso das

folhas de *Psidium guineense*, coletadas entre os anos de 2022 e 2023, a fim de contribuir com informações úteis para aplicações biotecnológicas e farmacológicas futuras.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. *Psidium guineense*

*Psidium* (Myrtaceae) destaca-se por apresentar de 34 a 110 espécies, ganhando destaques o *P. myrtoides*, *P. guajava*, *P. cattleianum*, *P. guineense* e *P. australis* (SILVA et al., 2023). Segundo DA FONSECA et al. (2024) *Psidium* é um dos gêneros mais aceitável pela sua importância medicinal.

*Psidium guineense* Sw (Figura 1) é uma árvore ou arbusto nativa podendo ser encontrada na América tropical atingindo cerca de 1 a 9 metros de altura. Sua distribuição vai do sul do México até o norte da Argentina, incluindo o Brasil. As folhas de *P. guineense* encontram-se simples, opostas, coriáceas e abovadas a elípticas com margens inteiras. As flores são pequenos cachos axilares, agrupadas ou solitários, com pétalas brancas com mitos estames. Seus frutos são verde-amareladas a laranja quando estão maduras, com bagas globosas ou sub-globosas, tem polpa suculenta e comestível.

No território brasileiro, é popularmente conhecida como "araçá-do-campo", "goiabinha-aracá", "araçá-verdadeiro" ou "goiabinha-selvagem". Seus frutos são utilizados em diversas preparações, podendo ser consumidos in natura ou na forma de sobremesas, bebidas, sorvetes e licores (DO NASCIMENTO et al., 2018).

Segundo DA FONSECA et al. (2024) dados etnobotânicos descreve que o uso das folhas da *P. guineense* na forma de decocção servem para dores de cabeça, faringite, gripe, diarreia, dores de estômago, problemas intestinais e diarreia.

A *P. guineense* contém flavonoides que são metabólitos secundários, derivados cinâmicos e rutina, que são encontrados nas folhas pela presença de substâncias bioativas com efeitos terapêuticos (DA FONSÊCA et al., 2024). Suas atividades farmacológicas, apresenta propriedades antioxidantes, antifúngicas, antibacterianos e anti-inflamatórias (DA FONSECA et al., 2024).

Estudos químicos das folhas de *P. guineense* reportam a presença de óleos essenciais, no qual relatam algumas atividades como, anti-inflamatória, antioxidante, antimicrobiana, antiproliferativa. A composição de óleo essencial relata a presença de 181 compostos como as classes de terpenos e ésteres, pela presença de compostos polifenólicos com diferentes composição química como o espatulenol, viridiflorol,  $\alpha$ -terpineol, cariofileno  $\beta$ -pineno, 1,8-cineol, terpinen-4-ol como principais constituintes (NASCIMENTO et al., 2017).



**Figura 1:** *Psidium guineense*, com frutos verdes imaturos, observados em Dourados-MS.

Fonte: (PASSOS, 2024)

## 2.2. Compostos bioativos em foco:

### 2.2.1. Fenólicos

Derivados do metabolismo secundário das plantas os compostos fenólicos são essenciais para a reprodução e crescimento, a concentração deste composto pode variar com a idade, tamanho e os tecidos vegetais, a parte da planta coletada, época e ambiente. O araçá nas suas folhas e frutos é uma planta rica em compostos fenólicos, como polissacarídeos, terpenos e metabólicos secundários (PLUTA, 2020).

Apresentam estrutura química formadas por núcleos aromáticos, no qual os hidrogênios são substituídos por derivados funcionais (ésteres e glicosídeos) ou hidroxilas, de polímeros complexos de elevado peso molecular a uma simples molécula. São multifuncionais devido a estrutura química variável, representados por ácidos fenólicos e dentre outros derivados como cumarinas, taninos e estilbenos, por suas propriedades antioxidantes na eliminação de radicais livres e antimicrobianas que atuam na membrana citoplasmática (SANTOS, 2022).

Dentre os compostos fenólicos mais estudados estão, o ácido elágico, ácido cafeico e ácido gálico, com efeito preventivo o ácido elágico tem se mostrado eficiente contra o desenvolvimento do câncer causado por substâncias do cigarro. Alimentos ricos em compostos fenólicos, auxilia na ação de medicamentos farmacêuticos potencializando seu efeito, no qual possui relação com um baixo índice de mortalidade por câncer. São utilizados nas indústrias de alimentos na eficácia contra a oxidação lipídica. Nos chás a quantificação de

fenóis totais consumidos pela população relaciona suas características antibacteriana e antioxidante (ACHKAR et al., 2013).

### 2.2.2. *Flavonoides*

Os flavonóides são substâncias que pertencem a classe de produtos naturais considerados micronutrientes. Possuem estrutura ideal para o sequestro de radicais (ALVES et al., 2007). Os flavonoides são divididos em subgrupos, como flavonas, isoflavonas, flavonol, flavanonas, e antocianinas (SANTOS, 2022). Estão distribuídos na planta em todos os órgãos com vantagens ecológicas e fisiológicas, no qual produzem aromas que repele herbívoros ou atraem insetos (RIVERO-MALDONADO et al., 2013) com propriedades anticâncer, antidiabética, antimicrobiana e antioxidantes.

Estruturalmente são constituídas por glicosídeos como D-glicose, D-ramnose e D-galactose, são caracterizadas como pigmentos solúveis em água, com variação de cor entre o vermelho ao violeta e azul (NASCIMENTO et al., 2021).

Sua atividade biológica e de seus metabólitos depende de vários substituintes da molécula, que estão em sua estrutura química, no qual sofre uma série de modificações como, hidroxilação, amidação, esterificação e glicosilação, que vão dar direcionamento intracelular dos compostos, toxicidade e polaridade (HUBER e RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

Nas flavonas alguns grupos são antialérgicas, calmantes, antibacterianas, em pequenas quantidades como estimulante cardíaco, estimulam ou inibem o sistema de algumas enzimas como as isoformas 1A, 2B do citocromo P450 responsáveis pela biotransformação de xenobióticos, UDP-Glicuroniltransferase 1 e a Glutathione S-Transferase. Suas propriedades terapêuticas dependem da sua orientação dos grupos na molécula e sua estrutura (SOUZA et al., 2014).

### 2.2.3. *Taninos condensados*

Compostos de natureza polifenólica os taninos são caracterizados pela habilidade de formar complexos insolúveis com proteínas, pectina e celulose, solubilidade em água e elevado peso molecular, no qual são classificados em dois grupos: taninos condensados e hidrolisáveis (SILVA, 2009).

Taninos condensados estão presentes em maior quantidade nos alimentos, formado pela polimerização de flavan-3-óis (como catequina e epicatequina) através de ligações C-C ou C-O-C. Resistentes à hidrólise, diminuem a digestibilidade de proteínas e minerais pela formação de complexos insolúveis, importantes devido a seus efeitos sobre a cor, sabor e

qualidade nutricional de alimentos, no qual formam adstringência aos alimentos pela precipitação das proteínas salivares (SILVA, 2009).

Os taninos hidrolisáveis são é formado pela estrutura com grupos de hidroxilas esterificados pelo ácido elágico ou por ácido gálico, é um poliol ou D-glucose, no qual são denominados de elagitaninos (ácido elágico) ou de galotaninos (ácido gálico) em função do ácido liberado na hidrólise. São ésteres de ácido fenólicos como o ácido gálico, ácido cafeico, ácido elágico e um açúcar, liberados pela hidrólise básica, ácida ou enzimática (SILVA, 2009).

São empregados no tratamento de diversas doenças, como hemorragias, feridas, queimaduras, diarreia, hipertensão arterial, problemas estomacais, renais, reumatismo, processos inflamatórios em geral. São utilizados como antioxidantes pelas indústrias alimentícias, como clarificantes de vinhos, sucos de frutas, corantes têxteis, coagulantes, na produção de borracha e floculantes no tratamento de água em barragens ( PANSERA et al., 2003).

Os taninos evidenciam ação contra determinados microrganismos de acordo com pesquisas sobre sua atividade biológica, como causadores de toxicidade hepática e agentes carcinogênicos. A ingestão de chá verde que contém taninos é associada com atividade anticarcinogênica, podendo ser encontrado nas cascas, folhas, raízes, seiva e sementes (SILVA, 2009).

#### *2.2.4. Regulação da síntese de metabólitos secundários em resposta à sazonalidade.*

A produção de metabólitos secundários em plantas, como os compostos fenólicos, está diretamente associada à ativação de rotas biossintéticas específicas, cuja intensidade pode variar conforme as condições ambientais. A via fenilpropanóide, por exemplo, é uma das principais responsáveis pela síntese de flavonoides, taninos e ácidos fenólicos, sendo altamente sensível à influência de fatores como luminosidade, temperatura, disponibilidade hídrica e estresses bióticos ou abióticos (DIXON; PAIVA, 1995).

Enzimas-chave como a fenilalanina amônia-liase (PAL), chalcona sintase (CHS) e flavonol sintase (FLS) têm sua expressão modulada por essas variáveis, o que resulta em alterações nos perfis fitoquímicos ao longo do ano (DIXON; PAIVA, 1995). Assim, compreender como a sazonalidade afeta essas vias metabólicas é essencial para interpretar as flutuações nos teores de compostos bioativos nas diferentes épocas de coleta.

#### 2.2.5. *Padronização fitoquímica e relevância para aplicações farmacêuticas.*

A padronização fitoquímica de extratos vegetais constitui uma etapa fundamental na validação e aproveitamento terapêutico de espécies medicinais, sendo baseada na identificação e quantificação de marcadores químicos que garantem a qualidade, segurança e eficácia do produto final. No contexto biotecnológico e farmacêutico, a variabilidade sazonal representa um desafio, pois pode comprometer a constância dos níveis de compostos bioativos.

A adoção de estratégias que considerem a melhor época de coleta, determinada por estudos sazonais, contribui para otimizar o rendimento de princípios ativos e assegurar a reprodutibilidade de formulações fitoterápicas (WHO, 2003). Portanto, análises como as desenvolvidas neste estudo são fundamentais para apoiar programas de controle de qualidade e o desenvolvimento de produtos com base em recursos vegetais.

#### 2.2.6. *Sazonalidade e variação metabólica em espécies vegetais.*

A sazonalidade natural afeta o desenvolvimento da planta em sua composição química, devido aos processos de maturação e desidratação (SILVA, 2009).

A sazonalidade, ou seja, a variação das condições ambientais ao longo das estações do ano, exerce uma influência significativa sobre a composição química das espécies vegetais. Fatores como temperatura, luminosidade, precipitação e disponibilidade de nutrientes no solo mudam com as estações e afetam diretamente o metabolismo das plantas. Como resultado, há variações na produção e concentração de compostos primários (como carboidratos, proteínas e lipídios) e secundários (como fenólicos, flavonóides, taninos e óleos essenciais).

Durante o verão e a primavera, por exemplo, o aumento da intensidade luminosa e da temperatura geralmente estimula a fotossíntese, promovendo maior produção de açúcares e crescimento vegetal. Nessas condições, muitas plantas também intensificam a produção de metabólitos secundários, que atuam na defesa contra herbívoros e radiação ultravioleta.

No outono e inverno, por outro lado, a redução da temperatura e da luz solar pode levar à diminuição da atividade metabólica. Algumas plantas entram em dormência ou redirecionam seus recursos para a produção de compostos de reserva, como amidos ou óleos. Além disso, em resposta ao estresse ambiental, como frio intenso ou escassez de água, muitas espécies passam a sintetizar substâncias com propriedades antioxidantes ou protetoras.

Essas alterações sazonais têm implicações práticas importantes, especialmente na agricultura, na produção de fitoterápicos e na pesquisa de princípios ativos. Por exemplo, a

coleta de plantas medicinais em diferentes épocas do ano pode resultar em variações significativas na concentração de seus compostos bioativos, impactando sua eficácia e segurança.

Portanto, o conhecimento sobre a influência da sazonalidade na composição química das espécies vegetais, o planejamento da colheita e o aproveitamento eficiente de seus potenciais bioquímicos.

### 3. OBJETIVOS

#### 3.1. *Objetivo Geral*

Investigar a influência da sazonalidade sobre a composição fitoquímica das folhas de *Psidium guineense* Sw., por meio da caracterização de seus constituintes bioativos em extratos aquosos obtidos ao longo do ano.

#### 3.2. *Objetivos Específicos*

Avaliar a constituição química das folhas de *P. Guineense* no periodo de 2022 a 2023;

Quantificar os teores de compostos fenólicos totais e polifenólicos incluindo flavonóides, flavonol e taninos condensados nos extratos obtidos;

Avaliar a variação dos teores de compostos fenólicos totais, flavonoides, flavonóis e taninos condensados nas folhas de *Psidium guineense* ao longo das quatro estações do ano;

Verificar a influência das condições sazonais sobre a composição fitoquímica dos extratos aquosos da espécie;

Identificar a(s) estação(ões) do ano com maior concentração de compostos bioativos, visando otimizar o aproveitamento farmacológico e biotecnológico da planta;

Contribuir com subsídios para o uso racional e sustentável de *P. guineense* na produção de extratos vegetais com potencial terapêutico.

### 4. METODOLOGIA

Trata-se de um estudo experimental, de caráter quantitativo e laboratorial, realizado com amostras vegetais coletadas ao longo das quatro estações do ano.

#### 4.1. *Material Vegetal*

Folhas de *P. guineense* (Figura 2) foram coletadas nas diferentes estações do ano, com ausência de injúrias, ocorrendo quatro coletas na metade de cada estação do ano, como inverno (junho a agosto de 2022), primavera (setembro a novembro de 2022), verão

(dezembro de 2022 a fevereiro de 2023) e outono (março a maio de 2023), cada coleta ocorreu no período da manhã, entre 5h30min e 6h30min. As coletas das folhas de *P. guineense* foram realizadas no município de Dourados/MS latitude -22.217828, longitude -54.804154) a uma altitude em torno de 400 metros acima do nível do mar. A região apresenta clima tropical, com variações sazonais marcadas, o que a torna adequada para a avaliação do impacto da sazonalidade na composição química da espécie.

Uma exsiccata foi depositada no Herbário da Faculdade de Ciências Biológicas e Ambientais (FCBA) da Universidade Federal da Grande Dourados (UFGD), em Dourado/MS sob o número DDMS9032, no qual foi identificada pelo Prof. Dr. Augusto Giaretta de Oliveira.



**Figura 2:** Exemplar de *Psidium guineense* coletada em Junho de 2022.

Fonte: (PASSOS, 2024).

#### 4.2. Preparação do extrato aquoso

Após a coleta, as folhas de *P. guineense* foram secas à temperatura ambiente até sua total secagem e trituradas em moinho, para o preparo do extrato. Em seguida, foram pesados em balança (SL0363-ORIGINAL LINE) 100 g do material triturado, aos quais foram adicionados 1200 mL de água destilada aquecida à 60 °C no evaporador rotativo (MA120/3-MARCONI). A mistura foi mantida em infusão por 30 minutos, com agitação manual a cada 5 minutos.

A solução resultante foi filtrada para obtenção do extrato aquoso da *P. guineense* correspondente a cada estação do ano. Após a filtração, os extratos foram armazenados -4°C,

até congelamento, para posterior liofilização em Liofilizador (L101-LIOTOP). Os extratos liofilizados foram codificados conforme a estação de coleta EAPG - IN (inverno), EAPG - PR (primavera), EAPG - VE (verão), EAPG - OU (outono).

#### 4.3. Teores de Constituintes fenólicos e polifenólicos

##### 4.3.1. Fenólicos totais

Para determinação do composto fenólicos, foi preparado as seguintes soluções (tabela 1) abaixo:

**Tabela 1:** Dados para o preparo das soluções.

| Solução                         | Quantidade | H <sub>2</sub> O destilada<br>(mL) | Metanol-HPLC<br>(mL) |
|---------------------------------|------------|------------------------------------|----------------------|
| Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> | 2 g        | 100                                | -                    |
| Ácido gálico                    | 0,01 g     | 10                                 | -                    |
| Folin 10%                       | 2 mL       | 18                                 | -                    |
| EAPG- PR                        | 0,0406 g   | -                                  | 20                   |
| EAPG - VE                       | 0,0402 g   | -                                  | 20                   |
| EAPG - OU                       | 0,0409 g   | -                                  | 20                   |
| EAPG - IN                       | 0,0401 g   | -                                  | 20                   |

Foi realizado o cálculo da concentração de ácido gálico, e para cada amostra pela seguinte fórmula 1 abaixo:

$$C = M \text{ (mg)} / V \text{ (mL)}$$

#### Fórmula 1

Para a realização do teste, os tubos foram preparados seguindo a tabela 2. O teste foi realizado em duplicata.

**Tabela 2:** Dados para a realização do teste.

| Tubo de ensaio      | Água Destilada (mL) | Folin Diluído (mL) | Na <sub>2</sub> CO <sub>3</sub> (mL) | Metanol-HPLC (µL) | Ácido Gálico (µL) | Amostra (µL) |
|---------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|-------------------|--------------|
| Branco              | 1                   | 0,5                | 1,5                                  | 100               | -                 | -            |
| Curva de Calibração | 1                   | 0,5                | 1,5                                  | Ajustado para 100 | 10 - 100          | -            |
| Amostras            | 1                   | 0,5                | 1,5                                  | -                 | -                 | 100          |

As reações foram mantidas em repouso à temperatura ambiente por 10 minutos, após os quais foram realizadas as leituras em espectrofotômetro, no comprimento de onda 760 nm.

Para o tratamento dos dados, as leituras foram feitas em duplicata, e os valores médios de absorbância foram utilizados para a construção da curva de calibração (Tabela 3) e para a quantificação dos compostos fenólicos nas amostras (Tabela 4).

**Tabela 3:** Dados para a construção da curva de calibração, volume (ul), massa (g) e média da absorbância (abs) de cada ponto da curva.

| Volume (µl) | Massa (g) | Média                                             |
|-------------|-----------|---------------------------------------------------|
|             |           | (ABS <sub>Amostra</sub> – ABS <sub>Branco</sub> ) |
| 10          | 0,0105    | 0,0115                                            |
| 20          | 0,0210    | 0,0220                                            |
| 30          | 0,0315    | 0,0370                                            |
| 40          | 0,0420    | 0,0535                                            |
| 50          | 0,0525    | 0,0675                                            |
| 60          | 0,0630    | 0,0775                                            |
| 70          | 0,0735    | 0,0930                                            |
| 80          | 0,0840    | 0,1100                                            |

|     |        |        |
|-----|--------|--------|
| 90  | 0,0945 | 0,1265 |
| 100 | 0,1050 | 0,1395 |

**Tabela 4:** Dados para quantificação dos compostos fenólicos nas amostras, abs amostras e média.

| Amostra   | Média                |                      |                                  |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
|           | $ABS_{Amostra}$<br>1 | $ABS_{Amostra}$<br>2 | $(ABS_{Amostra} - ABS_{Branco})$ |
| EAPG- PR  | 0,120                | 0,115                | 0,0295                           |
| EAPG - VE | 0,118                | 0,111                | 0,0265                           |
| EAPG - OU | 0,110                | 0,117                | 0,0255                           |
| EAPG - IN | 0,109                | 0,104                | 0,0185                           |
| Branco    | 0,088                | 0,088                | 0,088                            |

Após plotar os dados no gráfico pela seguinte forma: Massa de cada ponto (g) X Média da absorbância, obtivesse a equação da reta ( $y = 1,372x - 0,0054$ )  $R^2 = 0,9979$ , onde: Y= média da absorbância da amostra; A e B = dados obtidos do gráfico; X = o que será encontrado de ácido gálico na amostra pela fórmula 1 abaixo.

$$y = ax + b$$

**fórmula 1**

Após descobrir o valor de X pela (fórmula 1), foi feito cálculo para transformar o valor para mgAG/g de extrato por uma regra de 3 para encontrar o valor de (CF), onde: X é a quantidade de ácido gálico encontrado, mL vai ser a quantidade pipetada para realizar o teste e mL vai ser a quantidade para solubilizar a amostra, pela fórmula 2 abaixo:

$$X \text{ --- mL}$$

$$CF \text{ --- mL}$$

**fórmula 2**

Após encontrar o valor de (CF), será encontrado o valor de (C) concentração de equivalência de ácido gálico do extrato ( $C=CF/\text{massa pesada da amostra}$ ) pela fórmula 3 abaixo:

$$C = CF / M$$

**fórmula 3**

#### 4.3.2. Flavonoides

Para a determinação dos compostos flavonoides, foi preparado as seguintes soluções (tabela 5) abaixo:

**Tabela 5:** Dados para o preparo das soluções.

| Solução                     | Quantidade | H <sub>2</sub> O destilada<br>(mL) | Metanol-HPLC<br>(mL) |
|-----------------------------|------------|------------------------------------|----------------------|
| Cloreto de alumínio<br>10%  | 2,5        | 5                                  | -                    |
| Acetato de sódio 1<br>mol/L | 3,402      | 5                                  | -                    |
| Quercetina                  | 0,025      | -                                  | 25                   |
| EAPG- PR                    | 0,0406     | -                                  | 20                   |
| EAPG - VE                   | 0,0402     | -                                  | 20                   |
| EAPG - OU                   | 0,0409     | -                                  | 20                   |
| EAPG - IN                   | 0,0401     | -                                  | 20                   |

Foi realizado o cálculo da concentração de quercetina para cada amostra pela seguinte fórmula 1 abaixo:

$$C = M \text{ (mg)} / V \text{ (mL)}$$

**Fórmula 1**

Para a realização do teste, os tubos foram preparados seguindo a tabela 6. O teste foi realizado em duplicata.

**Tabela 6:** Dados para a realização do teste.

| <b>Tubo de ensaio</b> | <b>Água Destilada (mL)</b>               | <b>Álcool Etílico 95% (mL)</b> | <b>Metanol (µL)</b> | <b>Acetato de Sódio 1 mol/L (µL)</b> | <b>Cloreto de Alumínio 10% (µL)</b> | <b>Quercetina (µL)</b> | <b>Amostra (mL)</b> |
|-----------------------|------------------------------------------|--------------------------------|---------------------|--------------------------------------|-------------------------------------|------------------------|---------------------|
| Branco                | 2,8                                      | 1,5                            | 500                 | 100                                  | 100                                 | -                      | -                   |
| Curva de Calibração   | 2,8 + Ajustado para 500 (água destilada) | 1,5                            | -                   | 100                                  | 100                                 | 10 - 100               | -                   |
| Amostras              | 2,8                                      | 1,5                            | -                   | 100                                  | 100                                 | -                      | 500                 |

As reações foram mantidas em repouso à temperatura ambiente por 40 minutos, após os quais foram realizadas as leituras das absorbâncias em espectrofotômetro, no comprimento de onda de 415 nm.

Para o tratamento dos dados, as leituras foram feitas em duplicata, e os valores médios de absorbância foram utilizados para a construção da curva de calibração (Tabela 7) e para a quantificação dos compostos fenólicos nas amostras (Tabela 8).

**Tabela 7:** Dados para construção da curva de calibração, volume (µl) , massa (g) e média de absorbância (abs) de cada ponto da curva.

| <b>Volume (µl)</b> | <b>Massa (g)</b> | <b>Média<br/>(<math>ABS_{Amostra} - ABS_{Branco}</math>)</b> |
|--------------------|------------------|--------------------------------------------------------------|
| 10                 | 0,01008          | 0,0740                                                       |
| 20                 | 0,02016          | 0,2340                                                       |
| 30                 | 0,03024          | 0,3570                                                       |

|     |          |        |
|-----|----------|--------|
| 40  | 0,04032  | 0,4910 |
| 50  | 0,05040  | 0,6160 |
| 60  | 0,06048  | 0,7470 |
| 70  | 0,070566 | 0,8950 |
| 80  | 0,08064  | 1,0330 |
| 90  | 0,09072  | 1,1580 |
| 100 | 0,10080  | 1,3190 |

**Tabela 8:** Dados para quantificação dos compostos flavonóides nas amostras, abs das amostras e a média.

| Amostra   | Média                |                      |                                  |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
|           | $ABS_{Amostra}$<br>1 | $ABS_{Amostra}$<br>2 | $(ABS_{Amostra} - ABS_{Branco})$ |
| EAPG - PR | 0,5680               | 0,5830               | 0,4915                           |
| EAPG - VE | 0,6350               | 0,6480               | 0,5575                           |
| EAPG - OU | 0,4670               | 0,5540               | 0,4265                           |
| EAPG - IN | 0,3700               | 0,3720               | 0,2870                           |
| Branco    | 0,084                | 0,084                | 0,084                            |

Após plotar os dados no gráfico pela seguinte forma: Massa de cada ponto (g) X Média da absorbância, obtivesse a equação da reta ( $y = 13,466x - 0,0541$ )  $R^2 = 0,9994$ , onde: Y= média da absorbância da amostra; A e B = dados obtidos do gráfico; X = o que será encontrado de quercetina na amostra pela fórmula 1 abaixo.

$$y = ax + b$$

**fórmula 1**

Após descobrir o valor de X pela (fórmula 1), foi feito cálculo para transformar o valor para mgQE/g de extrato por uma regra de 3 para encontrar o valor de (CF), onde: X é a

quantidade de quercetina encontrado, mL vai ser a quantidade pipetada para realizar o teste e mL vai ser a quantidade para solubilizar a amostra, pela fórmula 2 abaixo:

$$X \text{ --- mL}$$

$$CF \text{ --- mL}$$

**fórmula 2**

Após encontrar o valor de (CF), será encontrado o valor de (C) concentração de equivalência de quercetina do extrato ( $C=CF/\text{massa pesada da amostra}$ ) pela fórmula 3 abaixo:

$$C = CF / M$$

**fórmula 3**

#### 4.3.3. Flavonol

Para a determinação dos compostos flavonol, foi preparado as seguintes soluções (Tabela 9) abaixo:

**Tabela 9:** Dados para o preparo das soluções.

| Solução                    | Quantidade | H <sub>2</sub> O destilada<br>(mL) | Metanol-HPLC<br>(mL) |
|----------------------------|------------|------------------------------------|----------------------|
| Cloreto de alumínio<br>10% | 2          | 100                                | -                    |
| Acetato de sódio 50<br>g/L | 10         | 200                                | -                    |
| Quercetina                 | 0,025      | -                                  | 25                   |
| EAPG- PR                   | 0,0406     | -                                  | 20                   |
| EAPG - VE                  | 0,0402     | -                                  | 20                   |
| EAPG - OU                  | 0,0409     | -                                  | 20                   |
| EAPG - IN                  | 0,0401     | -                                  | 20                   |

Foi realizado o cálculo da concentração de quercetina para cada amostra pela seguinte fórmula 1 abaixo:

$$C = M \text{ (mg)} / V \text{ (mL)}$$

**Fórmula 1**

Para a realização do teste, os tubos foram preparados seguindo a tabela 10. O teste foi realizado em duplicata.

**Tabela 10:** Dados para a realização do teste.

| <b>Tubo de ensaio</b> | <b>Acetato de Sódio (mL)</b> | <b>Cloreto de Alumínio (mL)</b> | <b>Etanol-HPLC (mL)</b> | <b>Quercetina (µL)</b> | <b>Amostra (mL)</b> |
|-----------------------|------------------------------|---------------------------------|-------------------------|------------------------|---------------------|
| Branco                | 2                            | 3                               | 2                       | -                      | -                   |
| Curva de Calibração   | 2                            | 3                               | 2                       | 10 - 100               | -                   |
| Amostras              | 2                            | 3                               | -                       | -                      | 2                   |

As reações foram mantidas em repouso à temperatura ambiente por 2,5 horas, após os quais foram realizadas as leituras das absorvâncias em espectrofotômetro, no comprimento de onda a 440nm.

Para o tratamento dos dados, as leituras foram feitas em duplicata, e os valores médios de absorvância foram utilizados para a construção da curva de calibração (Tabela 11) e para a quantificação dos compostos fenólicos nas amostras (Tabela 12).

**Tabela 11:** Dados para construção da curva de calibração, volume (ul) , massa (g) e média da absorvância (abs) de cada ponto da curva.

| <b>Volume (µl)</b> | <b>Massa (g)</b> | <b>Média<br/>(ABS<sub>Amostra</sub> – ABS<sub>Branco</sub>)</b> |
|--------------------|------------------|-----------------------------------------------------------------|
| 10                 | 0,01008          | 0,114                                                           |
| 20                 | 0,02016          | 0,2045                                                          |
| 30                 | 0,03024          | 0,3645                                                          |
| 40                 | 0,04032          | 0,3915                                                          |
| 50                 | 0,0504           | 0,5185                                                          |
| 60                 | 0,06048          | 0,620                                                           |

|     |         |        |
|-----|---------|--------|
| 70  | 0,07056 | 0,7245 |
| 80  | 0,08064 | 0,8360 |
| 90  | 0,09072 | 0,9405 |
| 100 | 0,1008  | 1,065  |

**Tabela 12:** Dados para quantificação dos compostos flavonol nas amostras, abs das amostras e média.

| Amostra   | Média                |                      |                                  |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
|           | $ABS_{Amostra}$<br>1 | $ABS_{Amostra}$<br>2 | $(ABS_{Amostra} - ABS_{Branco})$ |
| EAPG- PR  | 1,657                | 1,633                | 1,590                            |
| EAPG - VE | 0,993                | 0,978                | 0,9305                           |
| EAPG - OU | 1,068                | 1,134                | 1,046                            |
| EAPG - IN | 0,720                | 0,799                | 0,7045                           |
| Branco    | 0,055                | 0,055                | 0,055                            |

Após plotar os dados no gráfico pela seguinte forma: Massa de cada ponto (g) X Média da absorbância, obtivesse a equação da reta ( $y = 10,323x + 0,0056$ )  $R^2 = 0,9958$ , onde: Y= média da absorbância da amostra; A e B = dados obtidos do gráfico; X = o que será encontrado de quercetina na amostra pela fórmula 1 abaixo.

$$y = ax + b$$

**fórmula 1**

Após descobrir o valor de X pela (fórmula 1), foi feito cálculo para transformar o valor para mgQE/g de extrato por uma regra de 3 para encontrar o valor de (CF), onde: X é a quantidade de quercetina encontrado, mL vai ser a quantidade pipetada para realizar o teste e mL vai ser a quantidade para solubilizar a amostra, pela fórmula 2 abaixo:

$$X \text{ --- mL}$$

$$CF \text{ --- mL}$$

**fórmula 2**

Após encontrar o valor de (CF), será encontrado o valor de (C) concentração de equivalência de quercetina do extrato ( $C = CF / \text{massa pesada da amostra}$ ) pela fórmula 3 abaixo:

$$C = CF / M$$

**fórmula 3****4.3.4. Taninos condensados**

Para a determinação dos compostos taninos condensados, foi preparado as seguintes soluções:

**Tabela 13:** Dados para o preparo das soluções.

| <b>Solução</b> | <b>Quantidade</b> | <b>Metanol-HPLC<br/>(mL)</b> |
|----------------|-------------------|------------------------------|
| Vanilina       | 6 g               | 144                          |
| HCl            | 12 mL             | 138                          |
| Catequina      | 0,10 g            | 10                           |
| EAPG- PR       | 0,0406 g          | 20                           |
| EAPG - VE      | 0,0402 g          | 20                           |
| EAPG - OU      | 0,0409 g          | 20                           |
| EAPG - IN      | 0,0401 g          | 20                           |

Foi realizado o cálculo da concentração de catequina para cada amostra pela seguinte fórmula 1 abaixo:

$$C = M \text{ (mg)} / V \text{ (mL)}$$

**Fórmula 1**

Para a realização do teste, os tubos foram preparados seguindo a tabela 14. O teste foi realizado em duplicata.

**Tabela 14:** Dados para a realização do teste.

| <b>Tubo de ensaio</b> | <b>Vanilina (mL)</b> | <b>Catequina (µL)</b> | <b>Amostra (mL)</b> |
|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|
|-----------------------|----------------------|-----------------------|---------------------|

|                     |   |          |   |
|---------------------|---|----------|---|
| Branco              | 5 | -        | - |
| Curva de Calibração | 5 | 10 - 100 | - |
| Amostras            | 4 | -        | 1 |

As reações foram mantidas em banho-maria por 20 min a 30 C, após os quais foram realizadas as leituras das absorbâncias em espectrofotômetro, no comprimento de onda 500 nm.

Para o tratamento dos dados, as leituras foram feitas em duplicata, e os valores médios de absorbância foram utilizados para a construção da curva de calibração (Tabela 15) e para a quantificação dos compostos fenólicos nas amostras (Tabela 16).

**Tabela 15:** Dados para construção da curva de calibração, volume (ul), massa (g) e média da absorbância (abs) de cada ponto da curva.

| Volume (ul) | Massa (g) | Média                              |
|-------------|-----------|------------------------------------|
|             |           | ( $ABS_{Amostra} - ABS_{Branco}$ ) |
| 10          | 0,01008   | 0,114                              |
| 20          | 0,02016   | 0,2045                             |
| 30          | 0,03024   | 0,3645                             |
| 40          | 0,04032   | 0,3915                             |
| 50          | 0,0504    | 0,5185                             |
| 60          | 0,06048   | 0,620                              |
| 70          | 0,07056   | 0,7245                             |
| 80          | 0,08064   | 0,8360                             |
| 90          | 0,09072   | 0,9405                             |
| 100         | 0,1008    | 1,065                              |

**Tabela 16:** Dados para quantificação dos compostos taninos condensados nas amostras, abs das amostras e media.

| Amostra   | Média                |                      |                                  |
|-----------|----------------------|----------------------|----------------------------------|
|           | $ABS_{Amostra}$<br>1 | $ABS_{Amostra}$<br>2 | $(ABS_{Amostra} - ABS_{Branco})$ |
| EAPG - PR | 0,580                | 0,591                | 0,5285                           |
| EAPG - VE | 0,744                | 0,756                | 0,6930                           |
| EAPG - OU | 0,428                | 0,409                | 0,3615                           |
| EAPG - IN | 0,487                | 0,485                | 0,4290                           |
| Branco    | 0,055                | 0,055                | 0,055                            |

Após plotar os dados no gráfico pela seguinte forma: Massa de cada ponto (g) X Média da absorbância, obtive-se a equação da reta ( $y = 0,6948x + 0,0268$ )  $R^2 = 0,9972$ , onde: Y = média da absorbância da amostra; A e B = dados obtidos do gráfico; X = o que será encontrado de catequina na amostra pela fórmula 1 abaixo.

$$y = ax + b$$

**fórmula 1**

Após descobrir o valor de X pela (fórmula 1), foi feito cálculo para transformar o valor para mgCAE/g de extrato por uma regra de 3 para encontrar o valor de (CF), onde: X é a quantidade de catequina encontrado, mL vai ser a quantidade pipetada para realizar o teste e mL vai ser a quantidade para solubilizar a amostra, pela fórmula 2 abaixo:

$$X \text{ --- mL}$$

$$CF \text{ --- mL}$$

**fórmula 2**

Após encontrar o valor de (CF), será encontrado o valor de (C) concentração de equivalência de catequina do extrato ( $C = CF / \text{massa pesada da amostra}$ ) pela fórmula 3 abaixo:

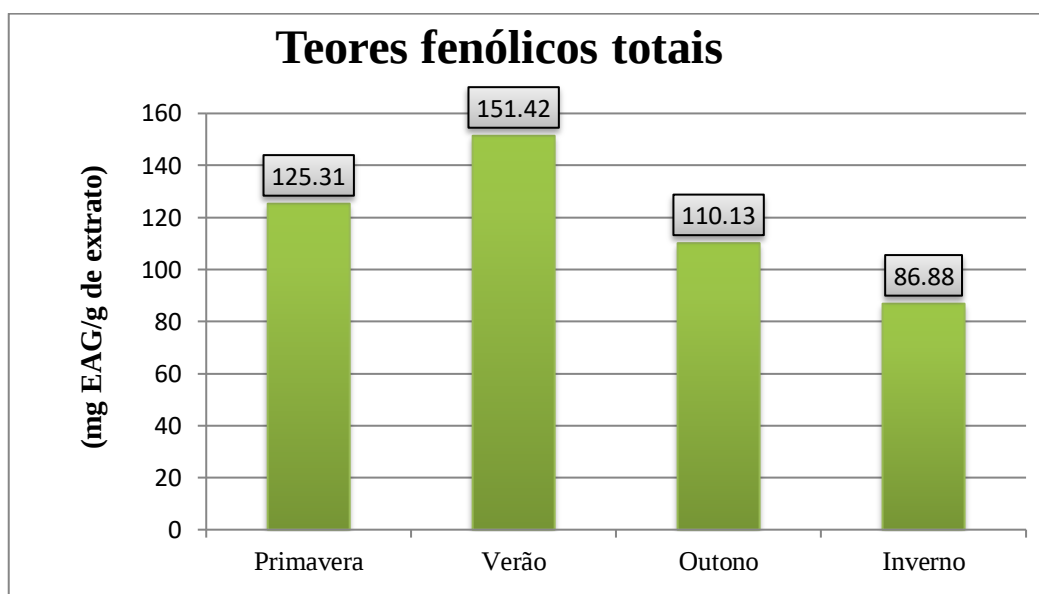
$$C = CF / M$$

**fórmula 3**

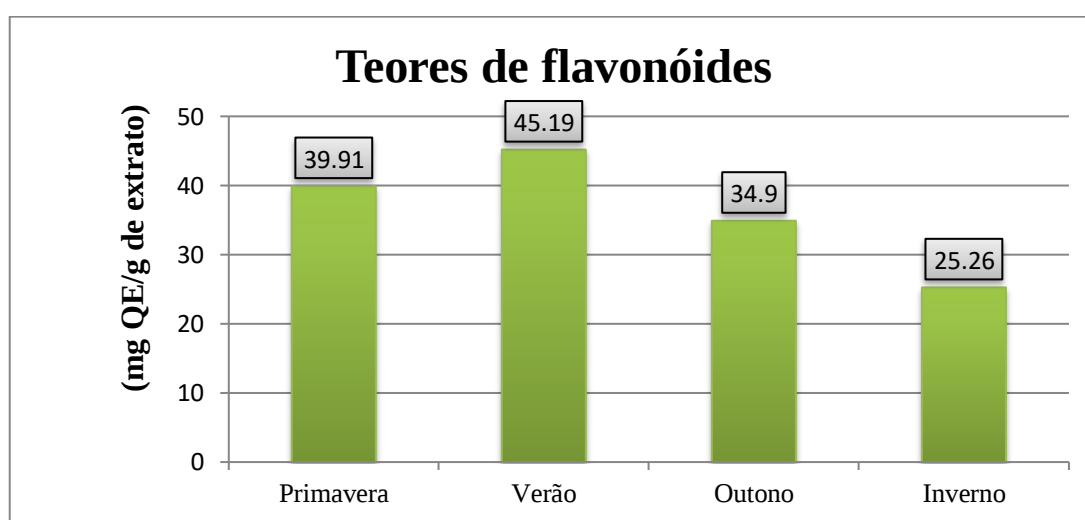
## 5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

### 5.1 Variação sazonal dos constituintes bioativos

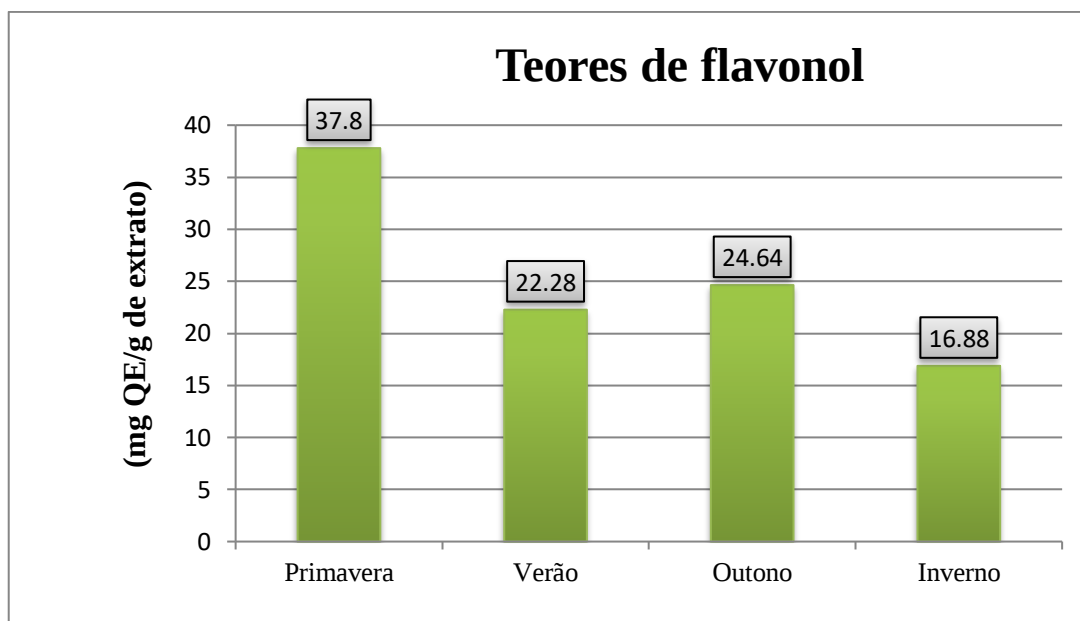
A análise fitoquímica dos extratos aquosos de *Psidium guineense* ao longo das quatro estações do ano revelou diferenças significativas nos teores de compostos fenólicos, flavonóides, flavonol e taninos condensados, de acordo com o gráfico de barras, apresentados figura 1, 2, 3 e 4. Essas variações reforçam a influência da sazonalidade sobre o metabolismo secundário da planta, resultado consistente com o comportamento de outras espécies da família Myrtaceae (NASCIMENTO et al., 2021).



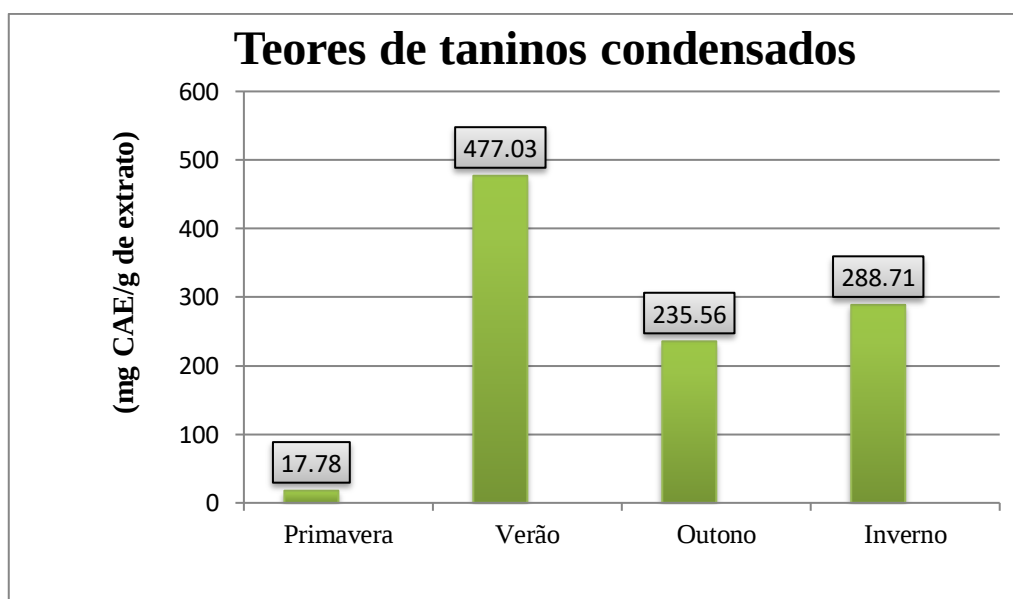
**Figura 1:** Teores de fenólicos totais.



**Figura 2:** Teores de flavonóides



**Figura 3:** Teores de flavonol.



**Figura 4:** Teores de taninos condensados.

Durante o verão, observou-se o pico nos teores de fenólicos totais (151,42 mg EAG/g) e flavonoides (45,19 mg QE/g), sugerindo que a combinação de alta radiação solar e temperatura elevada pode induzir maior síntese de metabólitos relacionados à proteção contra estresses ambientais, como os raios UV. A alta produção desses compostos também pode estar associada à intensificação da via fenilpropanóide, cujo aumento de atividade enzimática é estimulado por fatores abióticos como luz intensa (DIXON & PAIVA, 1995).

No inverno, houve uma acentuada queda nos teores de compostos fenólicos (25,26 mg EAG/g), flavonoides (25,26 mg QE/g) e flavonóis (16,88 mg QE/g), o que pode estar relacionado à menor taxa de fotossíntese e à inibição de rotas metabólicas secundárias em condições de menor luminosidade e temperatura. No entanto, os taninos condensados apresentaram valores expressivos tanto no inverno (288,71 mg CAE/g) quanto no verão (477,03 mg CAE/g), sugerindo que esses compostos podem desempenhar funções adicionais de proteção celular sob diferentes tipos de estresse, como desidratação ou variações térmicas.

A primavera, por sua vez, destacou-se pela concentração máxima de flavonóis (37,80 mg QE/g), indicando que esse subgrupo pode apresentar uma dinâmica de síntese distinta dos flavonoides totais. Essa diferença pode refletir ajustes metabólicos específicos na planta, já que os flavonóis estão envolvidos em processos como sinalização para atração de polinizadores e modulação do crescimento (HUBER & RODRIGUEZ-AMAYA, 2008).

## 5.2. *Análise comparativa entre compostos.*

Os resultados indicam que os fenólicos totais e os flavonoides apresentaram variações sazonais similares, com picos no verão e reduções no inverno, reforçando a hipótese de que ambos compartilham vias biossintéticas comuns. Já os flavonol e taninos condensados revelaram padrões distintos, sugerindo que fatores ambientais modulam seletivamente diferentes rotas metabólicas.

Essa divergência entre os compostos é relevante do ponto de vista bioquímico, pois aponta para a complexidade da regulação metabólica em plantas sob diferentes condições ecológicas. Tais variações devem ser consideradas em processos de padronização e extração de compostos bioativos para aplicações em fitoterápicos e produtos biotecnológicos (WHO, 2003).

## 5.3. *Implicações práticas e biotecnológicas.*

A identificação do verão como a estação com maior acúmulo de fenólicos e flavonoides fornece subsídios importantes para o planejamento de programas de coleta e uso sustentável de *P. guineense*. Essa informação é especialmente útil na indústria farmacêutica, onde a padronização de extratos vegetais é crucial para garantir eficácia, reprodutibilidade e segurança de produtos à base de plantas (DA FONSÊCA et al., 2024).

Além disso, os dados obtidos podem auxiliar programas de conservação, manejo e cultivo de espécies nativas com potencial bioativo, contribuindo para a valorização da biodiversidade regional. A sazonalidade, portanto, deve ser considerada um fator estratégico

na exploração racional de espécies medicinais, sendo fundamental para garantir a máxima eficiência na obtenção de compostos com propriedades antioxidantes e terapêuticas.

## 6. CONCLUSÃO

Contudo, a análise dos teores dos constituintes bioativos em *P. Guineense* revelou uma influência sazonal acentuada na concentração de fenólicos totais, flavonoides, flavonol e taninos condensados. Os teores de compostos fenólicos totais foram consistentemente elevados durante o verão, e diminuíram significativamente no inverno.

Em suma, este estudo demonstra que a época de coleta da *P. Guineense* exerce uma forte influência na sua composição fitoquímica, destacando o verão como o período de maior concentração para a maioria dos compostos analisados, exceto para flavonóis, que atingiram o pico na primavera. Essa variação sazonal é um fator crítico a ser considerado para futuras aplicações da planta, especialmente em estudos farmacêuticos e nutracêuticos, otimizando a época de colheita para obter o máximo rendimento de compostos bioativos.

## 7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHKAR, Marina Teixeira et al. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. 2013.

ALVES, Clayton Queiroz et al. Avaliação da atividade antioxidante de flavonóides. *Diálogos & Ciência*, v. 12, p. 1-8, 2007.

CAMARGO, João Pedro Lisboa. Efeitos de irradiância e de tempo de exposição à UV-C na preservação de Araçá Amarelo. 2024. Trabalho de Conclusão de Curso. Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

COSTA, Sara Nállia De Oliveira. Prospecção de metabólitos secundários relacionado com a resistência de *Psidium* spp. Ao nematoide *Meloidogyne enterolobii*. 2021.

DO NASCIMENTO, Kamilla Felipe et al. Análise química e avaliações antioxidantes, anti-inflamatórias e toxicológicas do extrato hidrometanólico das folhas de *Psidium guineense* Swartz. *Journal of Ethnopharmacology*, v. 281, p. 114492, 2021.

DIXON, R. A.; PAIVA, N. L. Stress-induced phenylpropanoid metabolism. *The Plant Cell*, v. 7, p. 1085–1097, 1995.

DO NASCIMENTO, Kamilla Felipe et al. Antioxidant, anti-inflammatory, antiproliferative and antimycobacterial activities of the essential oil of *Psidium guineense* Sw. and spathulenol. *Journal of ethnopharmacology*, v. 210, p. 351-358, 2018.

DA FONSÊCA, Beatriz Meyruze Barros et al. Extrato de folhas de *Psidium guineense* Sw: Uma alternativa contra cepas resistentes de *Staphylococcus aureus*. *South African Journal of Botany*, v. 174, p. 850-855, 2024.

DUZINO, Sabrina Pâmela Matos da Silva. Avaliação in silico do potencial antibacteriano de flavonóides das folhas do araçá (*Psidium Guineense* SW). 2023.

MOTTA, Luiz Frederico; CORREA, Gabriel Veloso; CEZÁRIO, Stephanie Priscila de Sousa. Análise Farmacocinética e Toxicológica in silico para Derivados de Flavonas. OPEN SCIENCE RESEARCH X. Editora Científica Digital, p. 175-191, 2023.

NASCIMENTO, João Vítor do et al. Compostos fenólicos e capacidade antioxidante de extratos de flor de *Clitoria ternatea* L. Research, Society and Development, 2021.

NASCIMENTO, Kamilla Felipe do et al. Composição química e avaliação biológica de óleo essencial e composto isolado das folhas de *Psidium guineense* Swartz (Myrtaceae). 2017.

NERYS, Leylianne de Cássia Rodrigues. Potencial citotóxico e antimicrobiano de bioativos de *Syzygium cumini*, *Syzygium malaccense* e *Psidium Guineense*. 2018.

PASSOS, Bruna Pavão. Fundação Universidade Federal Da Grande Dourados Faculdade De Ciências Biológicas e Ambientais Programa De Pós-Graduação em Biodiversidade e Meio Ambiente. 2024.

PEREIRA JÚNIOR, Paulo Gomes. Utilização de docking molecular na avaliação do potencial antidiarreico de metabólitos secundários de *psidium guineense swartz* (myrtaceae). 2021.

PANSERA, M. R. et al. Análise de taninos totais em plantas aromáticas e medicinais cultivadas no Nordeste do Rio Grande do Sul. Revista Brasileira de Farmacognosia, v. 13, p. 17-22, 2003.

PLUTA, Renata Adelaide. Estabelecimento de protocolos de extração para araçazeiro vermelho (*Psidium cattleianum* Sabine) visando estudos moleculares. 2020. Trabalho de Conclusão de Curso. Agronomia.

SANTOS, Gabriela Maria Cota dos et al. Ameaças à conservação biocultural de *Psidium guineense* Sw. em alagoas: um olhar para as mudanças climáticas e usos locais. 2023.

SANTOS, Matheus Campos dos. Composição e atividade biológica de extratos de folhas de *Psidium Myrtoides* (O. Berg). 2022. Tese de Doutorado. brasil.

SOUZA, Vanessa Vilamaior de et al. Análise toxicogenética e atividade antimicobacteriana in vitro do composto flavona. 2014.

SILVA, Gabriela Moraes. Potencial antioxidante de frutos do Cerrado e do Pantanal, no Estado de Mato Grosso do Sul. 2009.

SILVA, Emanuel Vitor Alves da et al. Avaliação da atividade antifúngica ao extrato metanólico de *Psidium guineense* (Myrtaceae) contra cepas de *Candida glabrata* e *Candida Parapsilosis*. 2023.

WHO – World Health Organization. WHO guidelines on good agricultural and collection practices (GACP) for medicinal plants. Geneva: WHO, 2003.

RIVERO-MALDONADO, G. et al. Flavonoides presentes en especies de *Psidium* (Myrtaceae) de Venezuela. Revista de la Facultad de Agronomía (LUZ), v. 30, n. 2, p. 217-241, 2013.

HUBER, Lísia Senger; RODRIGUEZ-AMAYA, Delia B. Flavonóis e flavonas: fontes brasileiras e fatores que influenciam a composição em alimentos. Alimentos e nutrição Araraquara, v. 1, pág. 97-108, 2008.