

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

MELISSA DE ALMEIDA CARVALHO

**COMPARAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS ECOFISIOLÓGICAS DAS SAMAMBAIAS
Microgramma lindbergii, *Pleopeltis pleopeltifolia* E *Pleopeltis minima***

Jaboticabal - SP

2023

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E VETERINÁRIAS
CÂMPUS DE JABOTICABAL
DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA
GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**COMPARAÇÃO DAS ESTRATÉGIAS ECOFISIOLÓGICAS DAS SAMAMBAIAS
Microgramma lindbergii, *Pleopeltis pleopeltifolia* E *Pleopeltis minima***

MELISSA DE ALMEIDA CARVALHO

Orientador(a): Prof.º Dr.º Davi Rodrigo
Rossatto.

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
à Faculdade de Ciências Agrárias e
Veterinárias - FCAV, da Universidade Estadual
Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP,
Câmpus de Jaboticabal, para obtenção do
título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Jaboticabal - SP

2023

C331c	<p>Carvalho, Melissa de Almeida</p> <p>Comparação das estratégias ecofisiológicas das samambaias <i>Microgramma lindbergii</i>, <i>Pleopeltis pleopeltifolia</i> e <i>Pleopeltis minima</i> / Melissa de Almeida Carvalho. -- Jaboticabal, 2023</p> <p>56 f. : tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal</p> <p>Orientador: Davi Rodrigo Rossatto</p> <p>1. Ecologia vegetal. 2. Ecofisiologia vegetal. 3. Samambaia. 4. Epífitas. 5. Condições hidricas. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Jaboticabal. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
CÂMPUS DE JABOTICABAL
DEPARTAMENTO: BIOLOGIA



CERTIFICADO
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Título: Comparação das estratégias ecofisiológicas das samambaias *Microgramma Lindbergii*, *Pleopeltis Pleopeltifolia* e *Pleopeltis Minima*

Acadêmica: Melissa de Almeida Carvalho

Curso: Ciências Biológicas

Orientador: Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto

Departamento de Biologia Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – FCAV, Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” UNESP, Jaboticabal.

Período: 2º semestre de 2023.

CONCEITO: **Aprovado**

Este trabalho é recomendado para compor a base de dados Repositório: SIM NÃO
Reprovado

BANCA EXAMINADORA:

Assinaturas

Presidente: Prof. Dr. Davi Rodrigo Rossatto

Davi R. Rossatto

Membro: Profa. Dra. Priscila Lupino Gratão

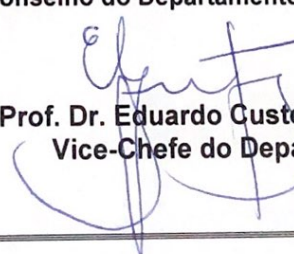
Priscila Lupino Gratão

Membro: Me. Natália Abe

Natália Abe

Jaboticabal:12/12/2023

Aprovado em reunião do Conselho do Departamento em: 14/12/2023


Prof. Dr. Eduardo Custódio Gasparino
Vice-Chefe do Departamento

Dedico este trabalho aos meus avós, Ana Batista de Almeida, Irineu Pereira de Carvalho e Maria Salete Mariano, e aos meus pais, Adriana Cristina Mira e Irineu Pereira de Carvalho Júnior, in memoriam. Pai, a saudade eterniza a sua presença todos os dias. O meu amor por vocês, assim como a vida, é eterno.

AGRADECIMENTOS

Ao longo deste percurso, tive a honra de contar com o apoio de pessoas especiais que desempenharam um papel fundamental no meu crescimento acadêmico e profissional. Com imensa gratidão, que expresso meus sinceros agradecimentos.

Aos meus amados pais, Adriana Cristina Mira e Irineu Pereira de Carvalho Júnior *in memoriam*, é com o coração transbordando de gratidão e amor que dedico este espaço especial aos dois pilares que moldaram minha existência. Mãe, sua dedicação incansável à minha jornada, sua paciência e a constante demonstração de apoio criaram a base sólida sobre a qual construí meus sonhos. Agradeço por ser a força que impulsionou cada passo meu, por almejar sempre o meu melhor, e, ao mesmo tempo, por permitir que eu trilhasse meu próprio caminho com liberdade e autonomia. Sei que, onde quer que estejam, estarão vibrando por mim. Vocês são, e sempre serão, a inspiração por trás de cada conquista. Com amor infinito e profunda saudade.

Ao meu orientador, Prof.º Dr.º Davi Rodrigo Rossatto, com imensa gratidão e admiração que dedico este espaço para expressar meu profundo agradecimento pela sua orientação. Desde o momento em que concordou em ser meu orientador, você não apenas guiou este trabalho de conclusão de curso, mas também transformou desafios em oportunidades de aprendizado e crescimento. Durante este processo, observei não apenas a dedicação com que você conduz sua área de estudo, mas também a paciência e a empatia com as quais compartilha esse conhecimento conosco.

À minha eterna dupla de faculdade e melhor amiga, Leticia Vitoria da Silva, desde o início, você tem sido minha âncora, meu raio de sol nos dias nublados e minha maior fonte de força e inspiração, e não há palavras suficientes para expressar o quanto sou grato por ter você ao meu lado. Esta é apenas uma expressão de nossa cumplicidade e do amor que nutrimos uma pela outra. Agradeço por ser essa pessoa incrível, mas também por ser a amiga leal que celebra minhas vitórias e enfrenta minhas derrotas como se fossem suas. Realizar este sonho ao seu lado tornou a jornada mais rica, mais significativa e, acima de tudo, mais divertida. Que este não seja apenas um capítulo concluído em nossas vidas, mas o início de muitos outros desafios e sucessos que enfrentaremos lado a lado.

Aos meus melhores amigos, que são uma verdadeira família, Gabriel Bessi Gomes, Wanderson Gabriel Siqueira e Weslei Henrique Rodrigues. Vocês, não foram apenas testemunhas desta jornada, mas participantes ativos, sempre prontos para comemorar minhas vitórias e oferecer um ombro amigo nos momentos difíceis. A confiança que depositaram em mim e as vibrações positivas que enviaram fizeram toda a diferença. Agradeço do fundo do meu coração por estarem ao meu lado, por me apoiarem, incentivarem e, acima de tudo, por acreditarem em mim. Que a amizade que construímos ao longo dos anos continue a florescer, e que as memórias compartilhadas sejam apenas o começo de muitos capítulos emocionantes que enfrentaremos juntos.

A Celena Maria Torquato Daniel, que esteve ao meu lado desde o início desta jornada de descobertas, expresso meu eterno carinho e gratidão. Desde o primeiro dia, você não apenas compartilhou seu conhecimento e carinho, mas também investiu tempo e energia para conhecer meus sonhos e desafios pessoais. Você foi mais do que uma professora; você se tornou uma segunda mãe, uma fonte constante de apoio e incentivo. Sua influência vai além das páginas do meu trabalho de conclusão de curso; ela se entrelaça nas lições de vida que levarei comigo para sempre. Este trabalho de conclusão de curso é, em grande parte, um reflexo do apoio generoso que recebi de você. Que este seja não apenas um agradecimento, mas um testemunho duradouro da profunda admiração que tenho por você.

Aos meus amigos da Turma 018 do curso de Ciências Biológicas, que fizeram com que os dias fossem muito mais divertidos e as adversidades suportáveis e que tornaram os cinco anos dessa jornada muito mais brilhantes, minha sincera gratidão a cada um de vocês por tornarem esta jornada acadêmica verdadeiramente inesquecível. Desejo a todos muito sucesso em suas futuras empreitadas, e espero que nossos caminhos se cruzem novamente.

Também expresso minha gratidão à Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP, à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Campus de Jaboticabal, e a todos os professores que me proporcionaram não apenas conhecimento acadêmico, mas também a manifestação do caráter e afetividade da educação no processo de formação profissional.

SUMÁRIO

RESUMO.....	IX
ABSTRACT.....	X
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1. Caracterização geral das samambaias.....	14
2.2. Estratégias ecofisiológicas de samambaias epífitas.....	16
2.3. Família Polypodiaceae: gênero Pleopeltis e gênero Microgramma.....	19
3. OBJETIVOS.....	26
4. METODOLOGIA.....	27
4.1. Caracterização da área de estudo.....	27
4.2. Coleta e seleção de espécies.....	27
4.3. Parâmetros morfofisiológicos foliares.....	27
4.4. Análises estatísticas.....	28
5. RESULTADOS.....	29
5.1. Área foliar (AF), Área foliar específica (AFE) e Espessura foliar (EF).....	29
5.2. Índice de forma foliar (IAF), Suculência foliar (SF) e Conteúdo relativo de água (CRA).....	31
6. DISCUSSÃO.....	35
7. CONCLUSÃO.....	40
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	41

RESUMO

As respostas ecofisiológicas das samambaias epífitas em diferentes condições ambientais têm sido pouco exploradas na literatura, apesar de sua relevância ecológica como bioindicadores da antropização do ambiente. Este trabalho teve como objetivo analisar as características foliares de três espécies de samambaias pertencentes à família Polypodiaceae: *Pleopeltis pleopeltifolia*, *Pleopeltis minima* e *Microgramma lindbergii*, visando compreender suas respostas ao epifitismo. Os aspectos morfofisiológicos das espécies às condições de escassez de água foram avaliadas com base nos atributos foliares de área foliar (AF), área foliar específica (AFE), espessura foliar (EF), índice de forma foliar (IFF), conteúdo relativo de água (CRA) e suculência foliar (SF). As diferenças entre as espécies foram analisadas por meio de uma análise de variância (ANOVA) e Teste de Tukey a 5% de significância ($P < 0,05$).

Os resultados revelaram diferenças morfológicas foliares que explicam as variações nas respostas das espécies mediante as condições de escassez de água que essas plantas são submetidas regularmente em seu habitat. As espécies *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima*, compartilham a resposta de enrolamento das folhas e redução da área foliar. Enquanto, *Microgramma lindbergii* demonstra um comportamento distinto, mantendo-se túrgida e persistente nessas condições. Conclui-se então que, existem diferenças significativas morfológicas foliares, mostrando que espécies pertencentes à mesma família, podem atuar distintamente seus comportamentos frente às condições ambientais.

Palavras-chave: epífitas, parâmetros morfofisiológicos foliares, ecologia vegetal.

ABSTRACT

The ecophysiological responses of epiphytic ferns in different environmental conditions have been little explored in the literature, despite their ecological relevance as bioindicators of the anthropization of the environment. The objective of this study was to analyze the leaf characteristics of three species of ferns belonging to the Polypodiaceae family: *Pleopeltis pleopeltifolia*, *Pleopeltis minima* and *Microgramma lindbergii*, in order to understand their responses to epiphytism. The morphophysiological aspects of the species under water scarcity conditions were evaluated based on the leaf attributes of leaf area (AF), specific leaf area (AFE), leaf thickness (EF), leaf shape index (IFF), relative water content (CRA) and leaf succulence (SF). The differences between the species were analyzed by means of an analysis of variance (ANOVA) and Tukey's Test at 5% significance ($P < 0.05$).

The results revealed leaf morphological differences that explain the variations in the responses of the species due to the water scarcity conditions that these plants are regularly subjected to in their habitat. The species *Pleopeltis pleopeltifolia* and *Pleopeltis minima* share the response of leaf curling and leaf area reduction. On the other hand, *Microgramma lindbergii* demonstrates a distinct behavior, remaining turgid and persistent in these conditions. It is concluded that there are significant morphological differences in leaf shapes, showing that species belonging to the same family can act differently in their behaviors in the face of environmental conditions.

Keywords: epiphytes, leaf morphophysiological parameters, plant ecology

1. INTRODUÇÃO

As características morfoanatômicas das samambaias epífitas e suas funções ecológicas são suscetíveis a modificações em resposta às condições ambientais (MENDONÇA, 2023; BRAGA et al., 2021; COSTA et al., 2022). As epífitas possuem diversos mecanismos de absorção e armazenamento de água em suas folhas (OLIVEIRA & SAJO, 1999), demonstrando um conjunto de atributos que possibilitam a diferenciação do uso de água de acordo com as condições do ambiente (ZHANG et al., 2015). A adaptação a ambientes específicos, caracterizados pela escassez de água e baixa umidade atmosférica, está associada a atributos morfológicos, anatômicos e fisiológicos que visam diminuir a perda hídrica (MENDONÇA, 2023).

A maioria dos estudos em samambaias focaram em características anatômicas, como o mesofilo espesso, e como este é diretamente influenciado pelas diferenças na variação da intensidade da luz ao longo da estratificação vertical (DIAS-PEREIRA et al., 2022). Adicionalmente, características como presença de tecidos de armazenamento de água e células parenquimatosas com espessamentos de paredes podem ser diretamente relacionadas ao hábito epifítico, especialmente aos déficits de água e nutrientes impostos por ele, ou ao grupo taxonômico, como ocorre nas samambaias (DIAS-PEREIRA et al., 2022).

As condições ambientais são um dos fatores que afetam os traços morfoanatômicos, podendo influenciar modificações na composição e estrutura da planta (NEVO et al., 2000; GUERFEL et al., 2009). Samambaias epífitas tendem a economizar água nos períodos de seca, armazenando a água para regular sua perda (MENDONÇA, 2023). Destacaram-se os mecanismos de preservação de água em samambaias, epífitas e hemiepífitas, mediante a escolha de características anatômicas e estruturais (CAMPANY et al., 2021). Samambaias epífitas são plantas que crescem sobre outras, como árvores, aproveitando a luz solar e absorvendo umidade na parte superior das árvores. Suas raízes adaptadas fixam-se na casca da planta hospedeira para suporte físico, sem atingir o solo. As samambaias hemiepífitas crescem sobre outras plantas inicialmente, assemelhando-se às epífitas, mas distinguem-se ao desenvolver raízes aéreas que alcançam o solo. Essas raízes adicionais possibilitam às hemiepífitas extrair nutrientes tanto do solo quanto da planta hospedeira, revelando uma adaptação flexível para a obtenção de água e nutrientes em diversos ambientes.

Por não terem raízes em contato com o solo, as epífitas ficam continuamente expostas ao déficit hídrico e de nutrientes (DIAS-PEREIRA et al., 2022), fato que as torna também, espécies sensíveis a mudanças microclimáticas (BRAGA et al., 2021). Portanto, essas plantas podem apresentar respostas adaptativas semelhantes ou não, diante de estresses diversos (FAHN et al., 1992; LARCHER, 2003). Há evidências, por exemplo, de correlações positivas entre o conteúdo de água foliar e a espessura foliar de epífitas, bem como de tendências negativas e não lineares com a área foliar específica (PETTER et al., 2016).

Os atributos mais importantes e utilizados para essa descrição morfoanatômica das características foliares são área foliar, área foliar específica, espessura foliar, índice de forma foliar, suculência foliar e conteúdo relativo de água. A área de uma folha, também conhecida como área foliar (AF), é a medida mais comum do tamanho de uma folha. A variação entre espécies na AF está correlacionada de várias maneiras com fatores como clima, geologia, altitude e latitude. Além disso, dentro das zonas climáticas, as variações na AF podem ser influenciadas por fatores como estratégias ecológicas em resposta ao estresse e distúrbios ambientais de nutrientes, bem como fatores filogenéticos que também desempenham um papel importante (PEREZ-HARGUINDEGUY et al., 2016). A área foliar específica (AFE) é comumente empregada na análise de crescimento, pois frequentemente apresenta uma correlação positiva com o potencial de taxa de crescimento relativo. A AFE destaca-se como um indicador significativo da estratégia da planta em relação à produtividade sob condições de estresse ambiental e regimes de perturbação, sendo particularmente útil para comparações entre diferentes espécies (PEREZ-HARGUINDEGUY et al., 2016).

A espessura da folha (EF) desempenha um papel crucial na resistência física das folhas. A variação tanto dentro de indivíduos quanto entre espécies, é principalmente atribuída ao número e à espessura das camadas do mesofilo. Essas considerações destacam a complexidade das interações entre a espessura da folha, características anatômicas e processos fotossintéticos (PEREZ-HARGUINDEGUY et al., 2016). O índice de forma foliar (IFF) caracteriza o formato das folhas, indicando a relação entre largura e comprimento foliar e fornecendo informações sobre o investimento da espécie no crescimento ou alargamento da lâmina foliar (MARTORELL & EZCURRA, 2007; ANTONIO, 2019). Essa métrica é valiosa para

compreender as estratégias de crescimento das plantas e suas adaptações ao ambiente.

A suculência é comumente considerada uma característica anatômica presente em plantas que possuem um tecido especializado para armazenar água, geralmente encontrado em um ou mais órgãos da planta (KLUGE E TING, 1978). Quando as espécies mantêm a suculência foliar diante da perda de água, isso pode ser interpretado como uma estratégia para preservar a hidratação nas folhas, armazenando água. Essa adaptação ajuda a proteger a planta contra desidratação súbita e contração celular (CAMPELO, 2018). O conteúdo relativo de água (CRA) é uma métrica universal empregada para estimar a quantidade de água presente nas folhas (SHIVAKRISHNA et al., 2018; ZHANG et al., 2018). Além de possibilitar a avaliação da tolerância das plantas à seca, o CRA também fornece informações sobre a adaptação das plantas a ambientes (SLATYER & TAYLOR, 1960).

As samambaias conseguem se adaptar a ambientes contrastantes ao combinar diversas características ecofisiológicas, pois essas características interagem entre si (DUNBAR-CO et al., 2009). Estudos anteriores demonstraram que as características morfológicas das folhas desempenham um papel importante na manutenção do equilíbrio hídrico nas epífitas (ZHANG et al., 2012; NORTH et al., 2013). Por exemplo, um alto grau de suculência foliar pode contribuir para maior capacidade de armazenamento de água e regulação hídrica (OGBURN & EDWARDS, 2010; OGBURN & EDWARDS, 2013). Portanto, ser capaz de identificar as características foliares e formas de crescimento forneceria informações sobre as mudanças nas características foliares como área foliar, espessura foliar e suculência foliar, associadas às mudanças nos habitats, bem como os mecanismos necessários para essas adaptações (EDWARDS, 2006 ; HAO et al., 2011).

Neste contexto, este trabalho teve como objetivo analisar as estratégias ecofisiológicas, relacionadas às características morfofisiológicas foliares e anatômicas de samambaias, frente às condições de escassez de água no ambiente. Para isso, analisamos a variação estratégica de dois gêneros, *Microgramma* e *Pleopeltis*, em um ambiente epifítico, ao qual as espécies pertencem à mesma família *Polypodiaceae*, distribuídas em manchas florestais e de áreas antropizadas de Floresta Estacional Semidecidual, porém que se diferenciam em suas formas de vida, sendo todas epífitas, porém *Microgramma* tendo hábito trepador, portanto sendo uma hemiepífita, e *Pleopeltis* sendo um gênero epífito stricto.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Caracterização geral das samambaias

As samambaias, plantas vasculares com um ciclo de vida caracterizado por uma alternância entre as fases haplóide gametofítica e diplóide esporofítica, têm uma história evolutiva que remonta a mais de 425 milhões de anos, datando do período geológico conhecido como Siluriano Médio (ZUQUIM et al., 2012; ZUQUIM et al., 2014). No entanto, durante o Carbonífero, há cerca de 360 milhões de anos, essas plantas experimentaram uma ampla diversificação e irradiação, tornando-se um componente dominante nos ecossistemas terrestres da época (ZUQUIM et al., 2012; ZUQUIM et al., 2014). A ascensão posterior das angiospermas, plantas vasculares que produzem flores e frutos, durante a era Mesozóica, levou a uma redução significativa na diversidade das samambaias, que hoje é mais significativa no principal componente da flora fóssil. No entanto, é importante destacar que a noção de que as samambaias são apenas "plantas fósseis" e que as espécies atuais são meras remanescentes das formas antigas é uma simplificação precipitada. Muitas linhagens de samambaias se extinguíram ao longo do tempo, mas outras evoluíram e se diversificaram, representando atualmente cerca de 80% das espécies de samambaias em todo o mundo (ZUQUIM et al., 2012; ZUQUIM et al., 2014).

As samambaias, originadas no Devoniano, irradiaram-se extensamente desde suas origens e prosperaram em conjunto com licófitas e cavalinhas, formando florestas imponentes durante o Carbonífero. As samambaias específicas do grupo de plantas vasculares sem sementes mais diversificadas e amplamente distribuídas, compreendendo atualmente mais de 12 mil espécies, segundo estimativas após as angiospermas. Embora sejam mais diversas nos trópicos, muitas samambaias também habitam florestas temperadas e são capazes de se adaptar a uma ampla gama de ecossistemas, desde desertos até florestas tropicais. Aproximadamente um terço das espécies tropicais crescem como epífitas, desenvolvendo-se sobre troncos de árvores (URRY et al., 2022; ZUQUIM et al., 2012; ZUQUIM et al., 2014).

Entretanto, uma maior riqueza de espécies se encontra nas florestas tropicais das zonas montanhosas e diminui na direção às zonas temperadas (MORAN, 2012; TERRAZAS; 2013). Ambos os grupos são bem distribuídos por todo o globo, porém com maior riqueza de espécies nas regiões tropicais do novo e do velho mundo (TRYON & TRYON, 1982; MORAN, 2008). Além disso, a diversidade de espécies dessas plantas é influenciada por diversos fatores, incluindo a elevação do terreno

(TRYON & TRYON, 1982; Watkins et al., 2006). A região amazônica tem sido extensivamente estudada em relação às samambaias (TUOMISTO & POULSEN, 1996; LANDEIRO et al., 2012; ZUQUIM et al., 2012; ZUQUIM et al., 2014), enquanto na Floresta Atlântica, o foco tem se concentrado em estudos florísticos, populacionais e nos efeitos da fragmentação e da borda, sendo as abordagens funcionais ainda limitadas (COSTA, 2020).

No Brasil, encontramos cerca de 1.411 espécies de samambaias, das quais 525 são endêmicas do país, com base nos dados atualizados da Flora do Brasil 2020. O domínio fitogeográfico brasileiro com o maior número de espécies é a Mata Atlântica, que abriga 834 espécies de samambaias e licófitas (FORZZA et al., 2010). Estimativas indicam a presença de aproximadamente 600 espécies dessas plantas na região leste do Brasil, distribuídas por vários domínios fitogeográficos e tipos de vegetação, com Mata Atlântica (942 spp.) e Amazônia (578 spp.) se destacando como os mais ricos em número de espécies (PINHEIRO, 2022).

As samambaias por apresentarem ampla distribuição nos ecossistemas, em grande variedade de ambientes, permite ao grupo desempenhar um importante papel ecológico, em um amplo espectro de comunidades vegetais, onde sua diversidade de estruturas e habitats só tem paralelo com as angiospermas (PAGE, 1979). As samambaias são notáveis pela sua importância ecológica, embora muitas vezes subestimada. Essas plantas desempenham um papel crucial na manutenção da umidade nos ecossistemas florestais, absorvendo água através de suas raízes densas e liberando-a gradualmente para o solo e o ar. Algumas espécies de samambaias, especialmente aquelas de hábito arbóreo, interagem com outros organismos, abrigando uma variedade de plantas, como briófitas e orquídeas, além de pequenos animais, como formigas e diversos fungos. Além disso, as samambaias podem ser indicadores de condições de solo e de ambientes perturbados, desempenhando um papel fundamental em estudos de monitoramento ambiental e controle (BARROS et al., 2002).

As samambaias apresentam uma série de características próprias, incluindo diferentes formas de vida, hábitos e adaptações morfológicas, como escamas, tricomas e caules modificados. Estas características são fundamentais para a adaptação dessas plantas a uma variedade de ambientes (ZUQUIM et al., 2008; MORAN, 2012; TERRAZAS, 2013). Em termos fisiológicos, as samambaias, em geral, exibem taxas fisiológicas mais baixas e capacidade fotossintética reduzida

quando comparadas às angiospermas (PAGE, 2002). Essas características as inserem no modelo CSR - competidor, tolerante ao estresse, ruderal - proposto por Grime (1985), como estratégias adaptativas das plantas em diferentes ambientes e sob diferentes pressões ambientais, essas estratégias refletem a capacidade das plantas em competir efetivamente por recursos nos ambientes estáveis (SHARPE et al., 2010).

As características morfológicas das samambaias também desempenham um papel crucial na sua adaptação. Essas plantas formam esporângios, que são estruturas de reprodução, muitas vezes agrupadas em soros, dispostas nas folhas ou em folhas modificadas. As folhas podem ser definidas como férteis ou estéreis, sendo que as primeiras desenvolvem estruturas reprodutivas, como soros e esporos, enquanto as segundas não o fazem. Além disso, as samambaias apresentam uma característica venação circinada, em que as folhas nascem enroladas, protegendo as delicadas extremidades das folhas embrionárias durante o desenvolvimento (EVERT, 2014).

2.2. Estratégias ecofisiológicas de samambaias epífitas

As samambaias representam um importante grupo de organismos na flora brasileira e são altamente dependentes das condições climáticas presentes no ambiente, como alta umidade relativa do ar (PRADO, 2003; RATHINASABAPATHI, 2006). Esse grupo diversificado de plantas apresenta uma variedade de adaptações, incluindo espécies terrícolas, epífitas, hemiepífitas, rupícolas, aquáticas e escandentes, variando de pequenas espécies com apenas alguns milímetros de comprimento a formas arborescentes que podem atingir 20 metros (LEHN et al., 2002). Cada uma dessas situações requer características morfológicas, anatômicas e fisiológicas adequadas (WINDISCH, 1992).

As samambaias terrestres nascem e permanecem em contato direto com o solo durante todo o seu ciclo de vida, enquanto as hemiepífitas são samambaias que nascem no solo, mas crescem verticalmente em outras plantas, reproduzindo-se apenas após atingirem uma determinada altura. Essa estratégia de crescimento é vantajosa nas florestas tropicais, permitindo que elas tenham vantagens na competição por luz. As hemiepífitas podem ser definidas como trepadeiras, que aderem aos troncos e os escalam, e como escandentes, que simplesmente se apoiam e crescem sobre outras plantas. Ambas podem eventualmente perder o

contato com o solo (ZUQUIM et al., 2012; ZUQUIM et al., 2014). Por outro lado, as epífitas nunca entram em contato direto com o solo. Elas germinam em troncos de árvores, palmeiras, etc., e fornecem nutrientes da chuva que escorre sobre as folhas e galhos, enriquecendo-se assim com nutrientes.

As epífitas são um grupo de plantas caracterizadas por adaptações morfológicas e fisiológicas altamente especializadas e possuem necessidades ecológicas distintas (PUIG, 2008). Elas crescem sobre outras plantas, como árvores e arbustos, sem serem parasitas, apenas usando essas plantas como suporte estrutural (ZOTZ, 2013; TAYLOR, 2022). Suas raízes não penetram nos tecidos das árvores hospedeiras, e sua absorção de água e nutrientes é externa, proveniente da chuva e dos nutrientes retidos nas forófitas (PUIG, 2008). Como resultado, as epífitas não são parasitas, embora possam competir por luz e espaço nos galhos das árvores (PUIG, 2008).

Segundo Cain (2011), as comunidades são grupos de espécies que interagem e coexistem no mesmo lugar e ao mesmo tempo. No caso das epífitas, elas habitam as copas das árvores e interagem de maneira única. Essas interações interagem com a presença, a ausência e a distribuição espacial das epífitas nas árvores. As epífitas podem ser agrupadas em grupos funcionais, considerando funções semelhantes, como fixação, uso de água, necessidades de iluminação e reprodução (SIAS, 2021).

A importância ecológica do epifitismo nas comunidades florestais consiste principalmente na manutenção do equilíbrio e da diversidade biológica (BENZING, 1995; DA SILVA & KRUPPEK, 2020). As espécies epífitas fornecem recursos alimentares e microambientes especializados para a fauna do dossel, armazenando biomassa e água, desempenhando um papel fundamental na produtividade primária e na ciclagem de nutrientes, além de servirem como bioindicadores (NADKARNI, 1985; BENZING, 1995).

Apesar de apresentarem características que facilitam sua adaptação ao meio florestal, as epífitas não possuem características unificadoras, já que o epifitismo evoluiu independentemente em diversos grupos ao longo da história evolutiva. Essa diversidade é resultado da heterogeneidade de habitats, principalmente nas florestas tropicais, onde as condições de umidade, irradiação e variações variam amplamente (BENZING, 1986; GENTRY & DODSON, 1987). O dossel das árvores oferece mais luz, mas também apresenta desafios, como a escassez de nutrientes e períodos

escassos de água (LUTTGE et al., 1986). Estas condições explicam a preferência das epífitas por ambientes tropicais e subtropicais.

As condições ambientais desempenham um papel fundamental na influência dos traços morfoanatômicos das epífitas, como a disponibilidade de água, temperatura e intensidade luminosa, afetando a composição e a estrutura das plantas (NEVO et al., 2000; GUERFEL et al., 2009). As epífitas samambaias tendem a economizar água durante períodos de seca, armazenando-a para regular sua perda, refletindo a importância dos ambientes secos para o desenvolvimento de estratégias de controle hídrico das epífitas.

A dependência da umidade atmosférica faz com que a flora epifítica tenha seus centros de diversidade em florestas úmidas, sendo que a dinâmica de comunidades nas florestas tropicais é influenciada pela flora epifítica. Além de aumentarem a retenção de água (CLARK et al. 1998), as epífitas umidificam o ambiente, auxiliando em atividades biológicas, como a fixação de nitrogênio nas copas das árvores (WEAVER, 1972). O habitat epifítico é um local onde, mesmo em florestas tropicais úmidas, plantas sem contato direto com o solo estão expostas à secas recorrentes, e características xerofíticas estão sendo encontradas e estudadas em diversas epífitas (HIETZ, 2010).

Segundo Hietz (2010), a tolerância à dessecação se refere à habilidade para sobreviver a uma perda quase total de água nos tecidos: cerca de 90% do conteúdo de água de uma folha. Esta enorme redução no conteúdo de água resulta em mudanças na forma da célula, na concentração de solutos e nos estados de hidratação da membrana e de macromoléculas. Poucas plantas são capazes de sobreviver a estas mudanças, levando a um grande estresse ao nível celular. Plantas que sobrevivem a esta extrema perda de água são tolerantes à dessecação, que é, portanto, uma importante estratégia de sobrevivência para muitas samambaias xerófitas (HIETZ, 2010). Muitas samambaias já foram descritas como tolerantes à dessecação, entretanto pouco tem sido reportado sobre o mecanismo que as mesmas utilizam para sobreviver à dessecação celular (FARRANT et al. 2009).

Uma adaptação observada em muitas samambaias tolerantes à dessecação, mas rara em angiospermas é o enrolamento das folhas, que reduz a área foliar, reduzindo a perda de água e danos causados pela luz. As plantas tolerantes à dessecação podem ser divididas em dois grupos: homeoclorofiladas e

poiquiloclorofiladas (TUBA et al. 1998). As homeoclorofiladas preservam o conteúdo de clorofilas durante a dessecação, enquanto que em poiquiloclorofiladas a dessecação resulta na perda de clorofilas e tilacóides, que devem ser resintetizados após reidratação (GAFF 1977; BEWLEY 1979; CSINTALAN et al. 1996; TUBA et al. 1993; TUBA et al. 1998).

A substituição de áreas florestais por áreas urbanas pode levar ao isolamento de forófitos arbóreos. O isolamento forofítico representa uma perda significativa de espécies epifíticas em um curto espaço de tempo (WERNER, 2011). Por outro lado, mesmo árvores isoladas podem abrigar uma parcela importante da flora epifítica, proporcionando um habitat favorável para algumas espécies (GONÇALVES & WAECHTER, 2002), o que denota a importância de estudos em áreas urbanizadas.

A diversidade das samambaias, assim como muitos outros organismos de florestas tropicais, está ameaçada pelo desmatamento. Muitas espécies não crescem em outros tipos de ambientes, como pastagens, plantações e florestas secundárias. Portanto, é essencial entender como a biodiversidade está distribuída espacialmente para um planejamento adequado e a definição de áreas protegidas (ZUQUIM et al., 2012). Ambientes perturbados e a superexploração reduzem significativamente a diversidade de epífitas (BARTHLOTT et al., 2001), tornando essas plantas mais vulneráveis à extinção devido à perda de suas hospedeiras e às mudanças no microclima causadas pela fragmentação (TURNER et al., 1994; SODHI et al., 2008). Apesar dos esforços de inventário da flora de epífitas na Mata Atlântica brasileira, o conhecimento sobre a diversidade epifítica ainda é novo, especialmente sobre características fisiológicas e morfológicas (SEIDINGER, 2022).

2.3. Família Polypodiaceae: gênero *Pleopeltis* e gênero *Microgramma*

As samambaias da família *Polypodiaceae* são de distribuição pantropical e são, em sua maioria, epífitas. São responsáveis por cerca de 39,5% das samambaias tropicais epífitas (PANIGRAHI & PATNAIK, 1963; KRESS 1986) e têm um papel importante como colonizadores e construtores de substratos (TEJERO-DÍEZ, 2009). Elas ajudam a manter um alto grau de umidade e nutrientes minerais possibilitando a presença de comunidades de epífitas e outros organismos (BENZING, 1990). Essas samambaias habitam uma grande variedade de ambientes (selvas, florestas, matagais) e desenvolveram diferentes adaptações para controlar a perda de água e capturar umidade (HERNÁNDEZ, 2012).

Em samambaias dentro das *Polypodiaceae*, foi demonstrado que as tolerantes à dessecação - também chamadas de epífitas da ressurreição - podem suspender temporariamente a maioria das funções biológicas quando totalmente desidratados (GAFF, 1997), e que após eventos de precipitação, eles recuperam rapidamente a atividade fisiológica completa em questão de horas, sem danos aparentes a longo prazo (PRATS, 2021). Uma característica anatômica crucial para a recuperação dessas samambaias são as escamas peltadas na superfície abaxial (inferior) das folhas, que são tricomas em forma de escudo feitos de celulose e lipídios (PRATS, 2021), essas escamas protegem o tecido foliar contra o fotodano excessivo (WATKINS ET AL., 2006; FARRANT et al., 2009).

Dentre este grupo de samambaias, *Pleopeltis* Humb. é um gênero com cerca de 20 espécies, distribuídas predominantemente na região neotropical, com algumas poucas espécies ocorrendo na África até a Índia e Sri Lanka (TRYON & TRYON, 1982). No Brasil, 13 espécies são aceitas, sendo distribuídas nos domínios fitogeográficos da Amazônia, Cerrado e Mata Atlântica (LABIAK & HIRAI, 2012). Segundo Tryon & Tryon (1982), o gênero *Pleopeltis* é representado por plantas estritamente epífitas ou ocasionalmente rupícolas. As espécies do gênero apresentam caule longo rastejante, delgado, geralmente ramificado, com escamas peltadas a pseudopeltadas.

Dentre as espécies pertencentes ao gênero, podemos citar *Pleopeltis pleopeltifolia* (Raddi) Alston (Fig. 01). Trata-se de uma espécie endêmica do Brasil, encontrada principalmente em domínios fitogeográficos de Mata Atlântica e Pampa, com a vegetação do tipo Cerrado (lato sensu), Floresta Estacional Semidecidual e Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial) e amplamente distribuída geograficamente no Nordeste, Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020). A espécie pertence à família *Polypodiaceae*, ordem *Polypodiales*, classe *Polypodiopsida* segundo a classificação proposta por Smith et al. (2006). Apresentam caule curto-reptante com escamas lanceoladas enegrecidas com margem castanha. Suas folhas são monomorfas, com lâmina pinatissecta e segmentos lineares, ascendentes e base truncada. A face abaxial das frondes tem escamas esparsas (SEIDINGER, 2017).



Figura 01. *Pleopeltis pleopeltifolia* (Raddi) Alston fotografada dentro do campus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, UNESP Jaboticabal, 2023.

Pleopeltis minima (Bory) J. Prado & RY Hirai (Fig. 02) é uma samambaia pequena, principalmente epífita, pertencente à família Polypodiaceae que ocorre em florestas na Argentina, Bolívia, Sul do Brasil, Paraguai e Uruguai (HERNÁNDEZ, 2012). Encontrada no Brasil, principalmente em domínios fitogeográficos de Mata Atlântica e Pampa, com a vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecidual, Floresta Ombrófila (Floresta Pluvial) e Floresta Ombrófila Mista e amplamente distribuída geograficamente no Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020). Apresentam caule é longo-reptante com escamas lanceoladas castanhas Suas folhas são monomorfas pinadas com a base truncada. A face abaxial das frondes é densamente coberta por escamas castanhas ovais (SEIDINGER, 2017).

Uma característica particular de *Pleopeltis minima* é sua tolerância à dessecação (poiquiloidria), exibindo frondes túrgidos apenas em períodos de alta umidade atmosférica. Esta samambaia tem diferentes morfologias, dependendo do seu estado de turgor, que se manifestam tanto na lâmina quanto no pecíolo (HERNÁNDEZ, 2012). O esporófito na fase túrgida é de cor verde-escura e tem uma fronda totalmente estendida. Em condições de seca, a fronda curva-se e enrola-se ao longo da ráquis, expondo a superfície abaxial cor de castanha, essas características também foram observadas por outros autores no gênero *Pleopeltis* (PESSIN, 1925; POTT & PENFOUND, 1948; MORAN, 1998; PROCTOR & TUBA, 2002; TEJERO-DIEZ, 2009) e representa uma adaptação das plantas às condições xéricas e áreas de alta insolação (HERNÁNDEZ, 2012).

Estas samambaias apresentam grande tolerância às condições de escassez hídrica, se mantendo viva por longos períodos de tempo, ou seja, têm a capacidade de enrolar e desenrolar suas folhas (poiquiloidria), reduzindo a sua superfície foliar exposta, diminuindo os danos causados pela incidência solar e pela falta de umidade no ambiente (VOYTENA et al., 2015; BENZING, 1990), de forma a poder viver com apenas 25% do seu conteúdo de água por longos períodos (MORAN, 2012). Estas adaptações são fundamentais para sua sobrevivência em áreas antropizadas e com pouca disponibilidade hídrica (COSTA, 2020). Por estas plantas frequentemente sofrerem períodos de seca, é de crítica importância à sua sobrevivência, absorver água rapidamente e restabelecer um estado ativo quando surgem condições favoráveis (HIETZ, 2010).



Figura 02. *Pleopeltis minima* (Bory) J. Prado & R.Y. Hirai foi fotografada dentro do campus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, UNESP Jaboticabal, 2023.

Microgramma C. Presl (Fig. 03) é um gênero com aproximadamente 30 espécies neotropicais e uma espécie na África e ilhas do Oceano Índico, sendo um grupo epifítico expressivo (ALMEIDA, 2014). Morfologicamente e ecologicamente, *Microgramma* apresenta uma ampla variação que não é observada nos gêneros mais próximos, sendo constituída por espécies hemiepífitas trepadoras (ALMEIDA, 2021). Também pertencente à família *Polypodiaceae*, encontra-se amplamente distribuído nas regiões nas regiões do Brasil, onde ocorrem 18 espécies (ALMEIDA, 2023). Encontrada principalmente em domínios fitogeográficos do Cerrado e Mata Atlântica, com vegetação do tipo Floresta Estacional Semidecidual e amplamente distribuída geograficamente no Centro-Oeste, Sudeste e Sul do país (FLORA E FUNGA DO BRASIL, 2020).

Caracterizada por folhas pequenas, não divididas e que podem variar de monomorfas a dimorfas, simples, aciculares, com ápice arqueado, lâmina inteira, base cuneada e ápice agudo, rizoma com escamas peltadas e opacas, e soros arredondados, oblongos a lineares, dispostos em uma ou, ocasionalmente, várias fileiras entre a costa e a margem da lâmina (ALMEIDA et al., 2017). A planta possui um caule longo-reptante e ramificado, com escamas lanceoladas castanhas. O padrão de venação é areolado, com nervuras livres contidas nas aréolas (SEIDINGER, 2017).

O gênero é composto por espécies epífitas, que dispõem de raízes superficiais que se espalham pelas cascas das árvores e arbustos (TRYON; TRYON, 1982). *Microgramma* é um gênero que vem sendo observado em florestas com os mais variados graus de perturbação, sendo capaz de suportar diferentes estados de conservação, tornando interessante o seu uso em ações de restauração ecológica e enriquecimento de ambientes degradados (TERCEIRO et al., 2012). Possuem grande potencial de interações, principalmente com insetos galhadores, além de ser rico em propriedades químicas, que podem contribuir em sua defesa contra a herbívoros (MAIA; SANTOS, 2011).



Figura 03. *Microgramma lindbergii* (Mett.) de la Sota fotografada dentro do campus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, UNESP Jaboticabal, 2023.

3. OBJETIVOS

O presente trabalho teve como objetivo analisar e comparar as estratégias ecofisiológicas, relacionadas às características foliares quanto à escassez de água, de três espécies de samambaias da família *Polypodiaceae*: *Pleopeltis pleopeltifolia*, *Pleopeltis minima* e *Microgramma lindbergii*; a fim de compreender suas respostas às condições de epifitismo e hemiepifitismo.

4. METODOLOGIA

4.1. Caracterização da área de estudo

O presente estudo foi desenvolvido no campus da Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias - FCAV, Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" - UNESP (coordenadas centrais 48°17'S, 21°14'W), uma área situada no município de Jaboticabal, estado de São Paulo. O campus apresenta manchas florestais secundárias, distribuídas em uma matriz de áreas não florestadas de plantações de culturas agrícolas e construções civis (KRONKA et al., 1993). A geomorfologia da área apresenta-se no planalto ocidental paulista, com relevo predominantemente suave ondulado, com altitude de 600 metros (COSTA, 2020). O solo é classificado como latossolo, apresentando predominância de latossolos vermelhos de textura média (FURTADO, 2019). O clima local é do tipo subtropical com inverno seco, segundo Koppen, com temperatura média anual em torno de 22,6°C, com uma pluviosidade média anual de 1460 mm. A vegetação da área é classificada como Mata Atlântica e sua Floresta Estacional Semidecidual.

4.2. Coleta e seleção de espécies

Foram selecionados 20 indivíduos das espécies *Pleopeltis pleopeltifolia* (Raddi) Alston e *Pleopeltis minima* (Bory) J. Prado & R.Y. Hirai, devido a elevada abundância das mesmas em diversos forófitos no campus. Em contraste, foram selecionados apenas 05 indivíduos da espécie *Microgramma lindbergii* (Mett.) de la Sota, uma espécie mais rara na área de estudo. Todas as espécies pertencem à Família *Polypodiaceae*, e foram identificadas por meio de chave de identificação e guias ilustrados (JOANITTI, 2013; SEIDINGER, 2017). Foram coletadas entre uma a duas folhas de *Pleopeltis pleopeltis* e *M. lindbergii*, e de três a cinco folhas de *Pleopeltis minima*.

4.3. Parâmetros morfofisiológicos foliares

Após a coleta, as folhas foram levadas ao laboratório em sacos ziplock hermeticamente fechados. Essas folhas foram digitalizadas em um scanner digital HP ScanJet 300 e o comprimento da folha (cm), a largura da folha (cm) e a área foliar (cm²) foram medidas usando o software *ImageJ* (ABRAMOFF et al., 2004), após calibração. Com essas folhas, também foram realizadas análises de dados morfológicos da espessura da folha, área foliar (AF) e índice da forma foliar (IAF),

assim como o conteúdo relativo de água (CRA) e a suculência foliar (SF) de ambas as espécies, seguindo os protocolos apresentados em De Antonio et al. 2023.

Para obtenção do peso fresco (g), foram separadas uma folha de cada espécie que foram pesadas separadamente em balança de precisão (resolução de $\pm 0,001$ g). Para o peso seco (g), as folhas separadas de cada espécie foram levadas à estufa a 70°C por 48 horas até a completa secagem e em seguida foram pesadas novamente.

A espessura foliar (mm) foi medida com auxílio de paquímetro digital, realizando-se a medida de espessura na região mediana das folhas no período da manhã. A área foliar (cm²) foi medida com auxílio de software gratuito através da digitalização das folhas em scanner de mesa e com determinação dos valores no software ImageJ. O índice de forma foliar foi obtido através da razão entre o tamanho do comprimento foliar (cm) pela largura foliar (cm), para entender se a folha tinha formato mais acicular (valores próximos a 0) ou oval (valores próximos a 1), e também para avaliar se a mesma tinha formato mais largo (valores próximos a 1) ou mais estreito (próximos ou acima de 8) (MARTORELL & EZCURRA, 2007; DE ANTONIO et al., 2023).

O conteúdo relativo de água foi definido pelo $(\text{peso fresco} - \text{peso seco}) / (\text{peso na saturação} - \text{peso seco}) \times 100$. A suculência das folhas das espécies foi calculada como $(\text{peso fresco} - \text{peso seco}) / \text{área foliar}$ (REYES-GARCIA et al., 2012).

4.4. Análises estatísticas

A comparação para os atributos mensurados foi realizada através de um nível de significância de 5% ($P < 0,05$) e foram realizadas no software *Sigmaplot 15.0* através da análise de variância (ANOVA) e o teste de comparações múltiplas de médias (Teste de Tukey).

5. RESULTADOS

5.1. Área foliar (AF), Área foliar específica (AFE) e Espessura foliar (EF)

Observou-se que *Pleopeltis pleopeltifolia* apresentou uma área foliar (AF) significativamente maior ($P = <0,001$) em comparação com *Pleopeltis minima* e *Microgramma lindbergii* (Fig. 04). Entretanto, é importante notar que as espécies examinadas exibiram variações na faixa de 6 a 20 cm^2 , com a média mais elevada de área foliar (AF) observada em *Pleopeltis pleopeltifolia*.

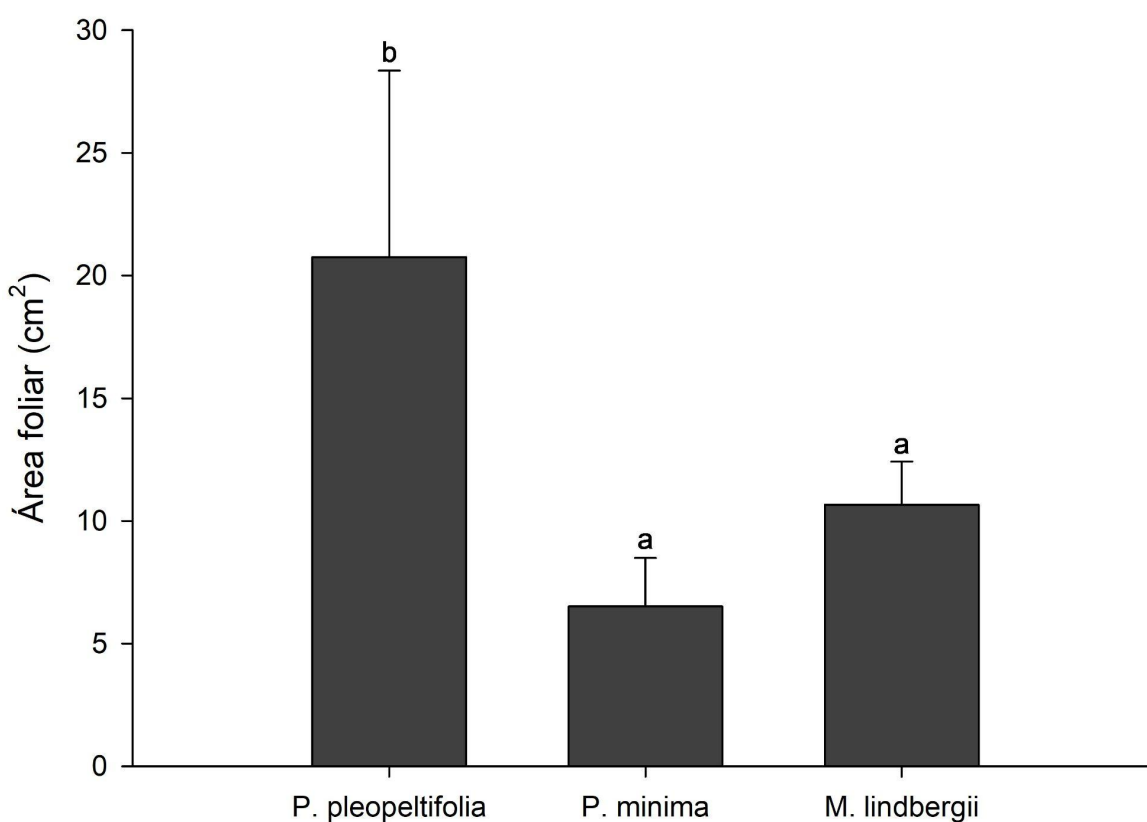


Figura 04. Área foliar (cm^2). Barras com letras iguais demonstram que não houve diferença significativa entre as espécies, barras com letras diferentes denotam diferenças significativas entre as espécies ($P = <0,05$). Médias e erros padrão são exibidos.

Todavia, no contexto da área foliar específica (AFE), não foram observadas diferenças estatisticamente significativas entre as espécies ($P = 0,300$), o que descarta a possibilidade de que a disparidade seja atribuível à variabilidade amostral aleatória (Fig. 05).

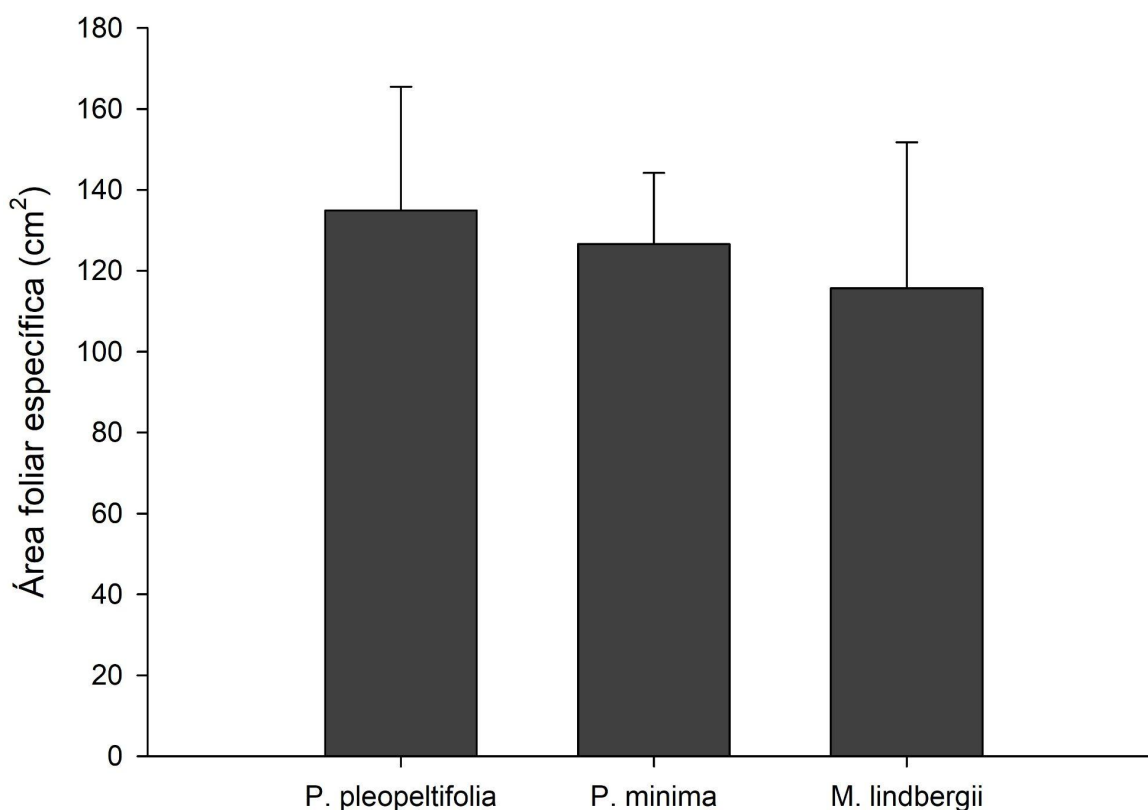


Figura 05. Área foliar específica (cm².g⁻¹). Barras com letras iguais demonstram que não houve diferença significativa entre as espécies, barras com letras diferentes denotam diferenças significativas entre as espécies ($P = <0,05$). Médias e erros padrão são exibidos.

Na espessura foliar (EF) houveram diferenças significativas entre todas as espécies, com as maiores variações acontecendo entre *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima* ($P = <0,001$), e também entre *Microgramma lindbergii* e *Pleopeltis pleopeltifolia* ($P = <0,001$) (Fig. 06).

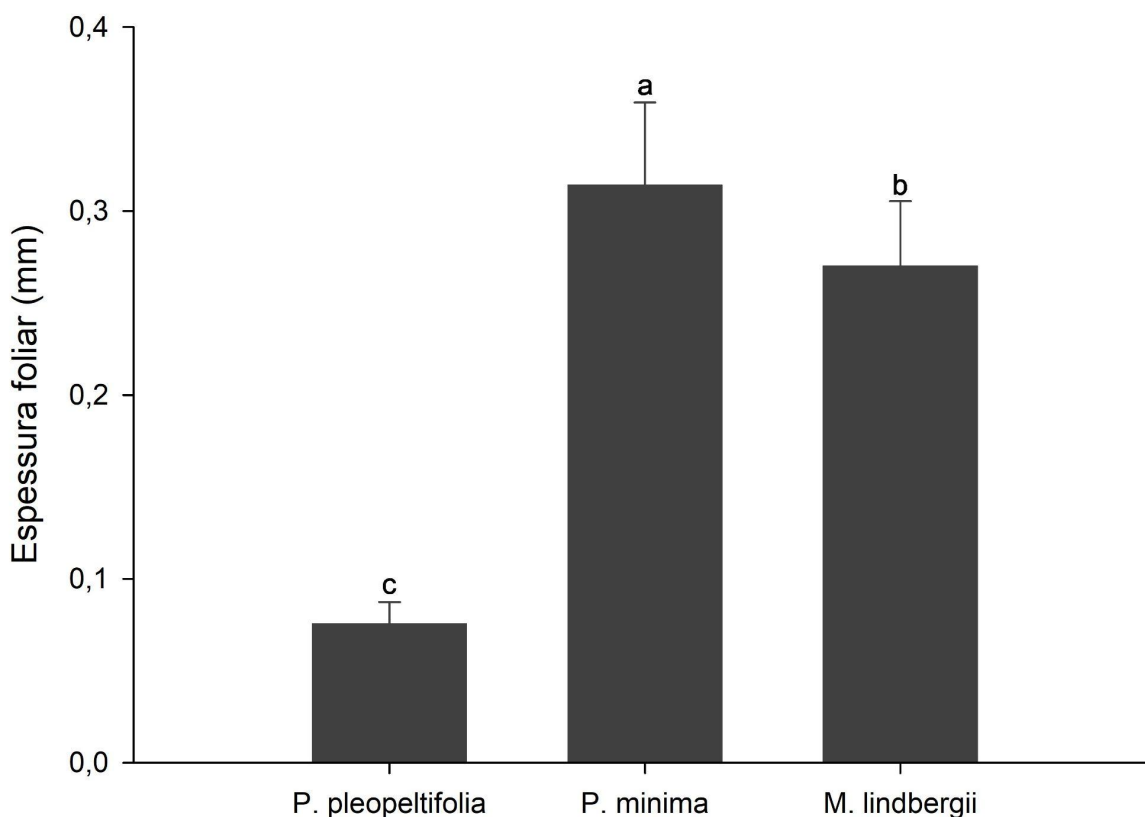


Figura 06. Espessura foliar (mm). Barras com letras iguais demonstram que não houve diferença significativa entre as espécies, barras com letras diferentes denotam diferenças significativas entre as espécies ($P = <0,05$). Médias e erros padrão são exibidos.

5.2. Índice de forma foliar (IAF), Suculência foliar (SF) e Conteúdo relativo de água (CRA)

Em relação ao índice de forma foliar (IFF) (Fig. 07), a espécie *Microgramma lindbergii* apresentou maiores valores significativos ($P = <0,001$) quando comparada com as demais espécies. *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima* não apresentaram diferenças significativas entre si ($P = <0,515$) (Fig. 07A), isso sugere que, em termos de índice de forma foliar, as duas espécies não apresentaram diferenças morfológicas significativas entre si.

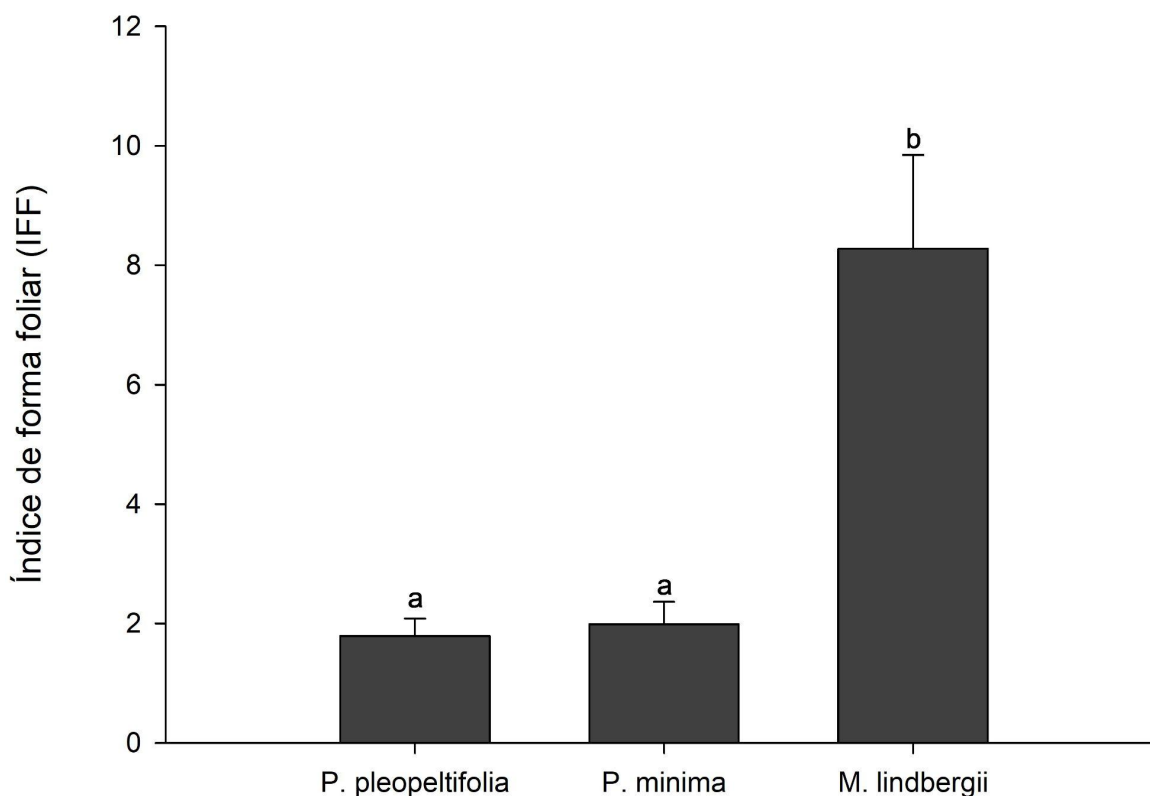


Figura 07. Índice de forma foliar (IFF). Barras com letras iguais demonstram que não houve diferença significativa entre as espécies, barras com letras diferentes denotam diferenças significativas entre as espécies ($P = <0,05$). Médias e erros padrão são exibidos.

A suculência foliar (SF) (Fig. 08) demonstrou que não há diferenças estatisticamente entre *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Microgramma lindbergii*, mas que *Pleopeltis minima* expressa valores significativos quando comparada com as outras espécies (Fig. 07B).

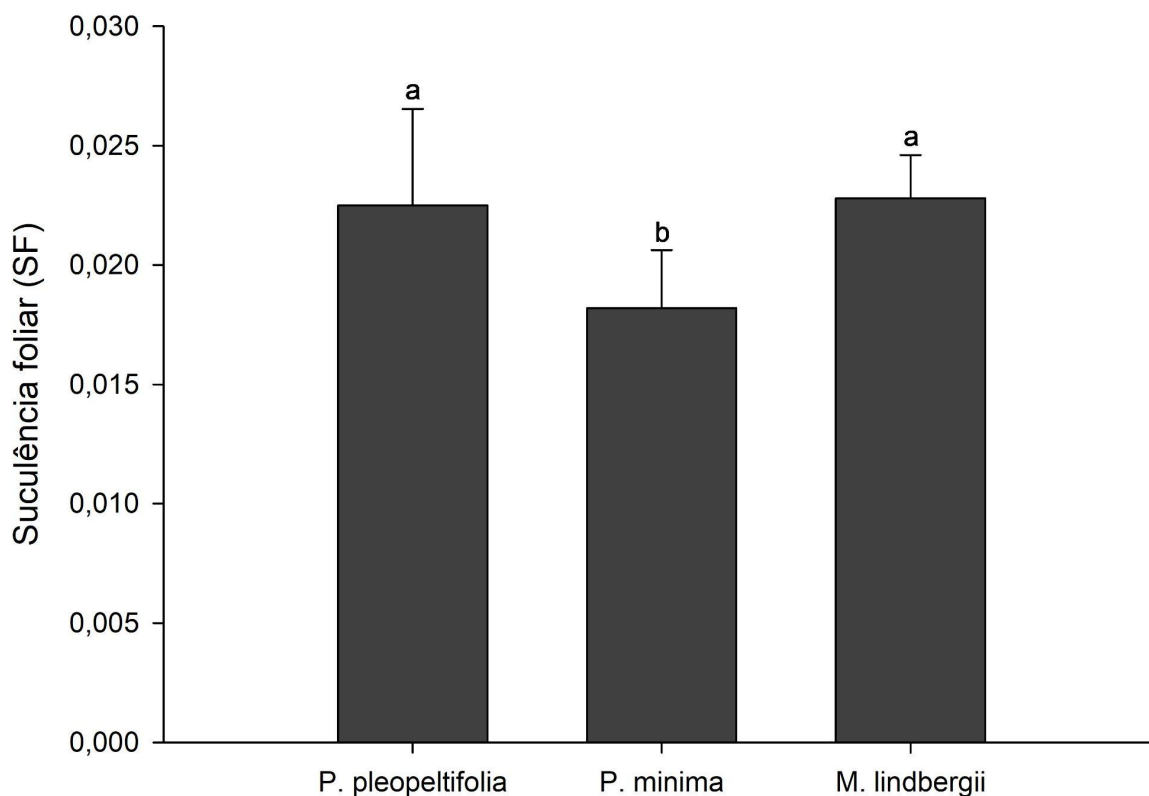


Figura 08. Suculência foliar (SF). Barras com letras iguais demonstram que não houve diferença significativa entre as espécies, barras com letras diferentes denotam diferenças significativas entre as espécies ($P = <0,05$). Médias e erros padrão são exibidos.

O conteúdo relativo de água (CR) (Fig. 09) apresentou uma porcentagem maior e mais significativa quando comparamos *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima* ($P = <0,001$), do que nas demais espécies (Fig. 07C).

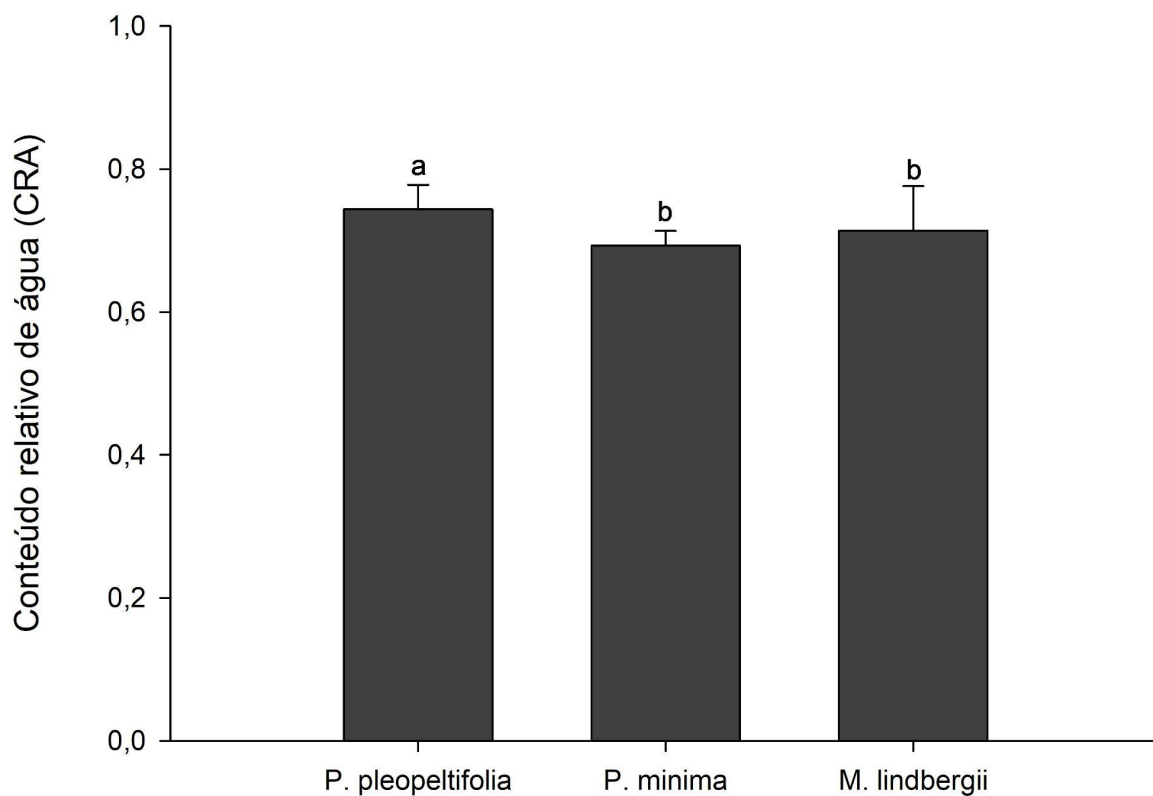


Figura 09. Conteúdo relativo de água (CRA). Barras com letras iguais demonstram que não houve diferença significativa entre as espécies, barras com letras diferentes denotam diferenças significativas entre as espécies ($P = <0,05$). Médias e erros padrão são exibidos.

6. DISCUSSÃO

Dentre as espécies estudadas, é descrita a presença de tricomas e escamas lanceoladas ao longo da lâmina foliar. Tais características são identificadas como mecanismos adaptativos voltados à tolerância contra dessecação, demonstrando uma função determinante na absorção de água e nutrientes (HIETZ, 2010; VOYTENA, 2015). A constatação de que *Pleopeltis pleopeltifolia* exibe uma área foliar (AF) significativamente superior em relação a *Pleopeltis minima* e *Microgramma lindbergii*, alinha-se de maneira coerente com essas informações. Essa variação sugere que, embora *Pleopeltis pleopeltifolia* tenha uma média superior de área foliar, há sobreposição nas faixas de área foliar entre as espécies, indicando certa heterogeneidade individual.

A presença de tricomas e escamas surge como uma característica distinta em samambaias epífitas, revelando estratégias adaptativas diante condições ambientais diversas e recursos escassos, nesse caso, a escassez de água (VOYTENA, 2015; HIETZ, 2010). Dessa forma, a considerável área foliar de *Pleopeltis pleopeltifolia* pode ser interpretada como uma adaptação, uma estratégia evolutiva, voltada para otimizar a capacidade de captação de recursos disponíveis neste ambiente epífítico, maximizando a superfície de contato com o ambiente, ou seja, a área foliar desta espécie.

A área foliar específica (AFE), é uma medida que estabelece uma relação entre a área foliar total de uma planta e sua massa. Essa métrica é comumente empregada como um indicador da eficiência da planta na utilização de sua área foliar para otimizar a taxa fotossintética sob condições de saturação de luz, além de fornecer informações sobre o investimento em recursos (PEREZ-HARGUINDEGUY et al. 2013). E, que em geral, as espécies em ambientes permanentemente ou temporariamente ricos em recursos tendem, em média, a ter uma AFE mais elevado do que aquelas em ambientes pobres em recursos, embora também possa haver uma variação considerável no SLA entre espécies (PEREZ-HARGUINDEGUY et al. 2013).

Dessa forma, a observação de que não há diferenças estatisticamente significativas na área foliar específica (AFE) entre as espécies ($P = 0,300$), pode ser explicada pelos altos valores encontrados de AFE, demonstrando uma maior capacidade fotossintética por unidade de área foliar (WRIGHT & WESTOBY, 1999). Foi evidenciado que geralmente as espécies das formações florestais, como o

Cerradão e a Mata Ciliar, tendem a ter maiores valores AFE em relação às espécies de áreas abertas (HOFFMANN et al., 2005), como, no nosso caso, as espécies encontram-se em uma mancha florestal, distribuídas em uma matriz de áreas não florestadas de plantações de culturas agrícolas e construções civis (KRONKA et al., 1993; COSTA, 2020).

Espécies que normalmente crescem em micro-habitats profundamente sombreados e, portanto, presumivelmente com recursos limitados, tem uma área foliar específica (AFE) alta e uma espessura foliar (EF) baixa (PEREZ-HARGUINDEGUY et al., 2013). Isso sugere que as espécies diferem de maneira estatisticamente significativa em termos de espessura foliar, destacando a diversidade nas características morfológicas entre as espécies avaliadas. A variação significativa na espessura foliar, pode refletir adaptações específicas a diferentes condições ambientais, estágios de desenvolvimento ou outros fatores que influenciam a morfologia foliar.

Assim, nossos resultados de espessura foliar com significância entre todas as espécies, especialmente entre *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima*, corroboram com essas afirmações. A espessura foliar (EF) é um dos principais componentes da área foliar específica (AFE), e também desempenha um papel fundamental na determinação da resistência física das folhas (PEREZ-HARGUINDEGUY et al. 2013).

Evidenciando assim, a eficiência das estratégias de resposta à escassez de água, utilizado pelas espécies estudadas. *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima* apresentam folhas enroladas, uma adaptação que não apenas reduz a área foliar, mas também minimiza as perdas de água e os danos causados pela intensidade luminosa (HIETZ, 2010; VOYTENA, 2012; VOYTENA, 2015). Contrastando com essa estratégia, *Microgramma lindbergii* não adota a enrolação foliar durante períodos de seca, em vez disso, mantém a turgidez, mesmo sem a absorção de água por meio de seus tricomas (MULLERE et al., 1981; TERCEIRO et al., 2012).

Pressupomos que o índice de forma foliar (IFF) é mais significativo em *Microgramma lindbergii* em comparação com *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima*, com base nos valores encontrados para cada espécie. O IFF é avaliado em uma escala de 1 a 8, referindo-se a forma da folha, onde 1 representa folhas mais amplas ou largas, indicando um limbo foliar mais amplo, enquanto valores próximos

a 8 ou superiores indicam folhas mais estreitas (MARTORELL & EZCURRA, 2007; ANTONIO, 2019). Assim, as folhas de *Microgramma lindbergii*, com um IFF mais alto (ou seja, mais estreitas), poderiam ter uma maior probabilidade de sobrevivência em ambientes com condições climáticas adversas, como a escassez de água em períodos prolongados (ANTONIO, 2019).

Martorell & Ezcurra (2007), em seu estudo sobre a eficiência de interceptação de água por bromélias epífitas e xerófitas, confirmaram que folhas estreitas apresentaram melhor desempenho em termos de interceptação. Este fenômeno pode ser aplicado à *Microgramma lindbergii*, fornecendo uma explicação pelo qual, durante períodos prolongados de escassez de água, ao contrário de *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima*, não enrola suas folhas para reduzir a área foliar, reduzindo a perda de água e os danos causados pela luz (TUBA et al., 1998; PESSIN, 1925; POTT & PENFOUND, 1948; MORAN, 1998; PROCTOR & TUBA, 2002; TEJERO-DIEZ, 2009; VOYTENA et al., 2015; BENZING, 1990), em vez disso, mantém a turgidez, mesmo sem a absorção de água por meio de seus tricomas (MULLERE et al., 1981; TERCEIRO et al., 2012).

Os resultados que indicam um conteúdo relativo de água (CRA) significativamente maior em *Pleopeltis pleopeltifolia* em comparação com *Pleopeltis minima* ($P = <0,001$) são consistentes com a literatura, sobre a relação entre a tolerância à dessecação e o equilíbrio hídrico celular.

Hietz (2010) destaca que a tolerância à dessecação, uma característica observada em plantas epífitas, como *Pleopeltis pleopeltifolia*, está relacionada à capacidade de sobreviver a uma perda quase total de água nos tecidos. A análise do CRA, que expressa a quantidade relativa de água presente nos tecidos da planta em relação ao seu estado de máxima hidratação, corrobora a ideia de que *Pleopeltis pleopeltifolia* possui adaptações morfológicas eficientes, como tricomas, que contribuem para a manutenção de um elevado conteúdo de água.

As medidas de conteúdo relativo de água (CRA) em folhas são comumente utilizadas para avaliar as condições hídricas de um vegetal, tendo em vista que, o teor de água da folha é um indicador útil do balanço hídrico da planta, uma vez que expressa a quantidade relativa de água presente nos tecidos da planta em relação ao estado totalmente túrgido (SLATYER & TAYLOR, 1960). Portanto, os resultados que mostram uma diferença significativa no CRA entre *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima*, podem estar refletindo uma variação nas estratégias adaptativas

dessas espécies para enfrentar a perda de água. Essas espécies não sobrevivem à dessecação total, mas demonstram tolerar déficits hídricos bem elevados, a principal estratégia de ambas, é enrolando-se quando secas e desenrolando mediante reidratação (HIETZ & BRIONES, 1998). A significância estatística observada na comparação entre *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima* no CRA destaca a importância das adaptações morfológicas e fisiológicas específicas dessas plantas para otimizar a resposta à perda de água.

A suculência, caracterizada pelo desenvolvimento de tecido de armazenamento de água nas plantas, é uma adaptação importante para lidar com condições de seca. Este fenômeno é comumente associado a características anatômicas específicas, conforme discutido por Kluge e Ting (1978). Os tecidos suculentos, possuem células grandes com paredes finas, poucos cloroplastos e um grande vacúolo, proporcionando uma eficiente capacidade de armazenamento de água (MANTOVANI, 1999).

Larcher (1986) enfatizou a relação entre a resistência à seca e a capacidade de armazenamento de água, indicando que plantas com maior capacidade de retenção de água são mais resilientes a períodos de escassez hídrica. A redução da transpiração, uma estratégia para enfrentar a seca, pode ser alcançada pela diminuição da área foliar (SMITH, 1978). No entanto, essa redução na área foliar deve ser compensada pelo aumento na espessura das folhas para manter o equilíbrio hídrico.

Mantovani (1999) sugere que, do ponto de vista estrutural, a eficiência na tolerância à seca pode ser avaliada considerando não apenas a quantidade total de água, mas também a alocação dessa água em uma área menor. Assim, mesmo que *Pleopeltis minima* não apresente os maiores índices de suculência, sua capacidade de armazenar água em uma área foliar reduzida, associada a baixas taxas de transpiração, pode torná-la mais resistente à seca.

Ao comparar dados de *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Microgramma lindbergii*, verifica-se uma similaridade na suculência foliar, embora difiram significativamente em área foliar. Esses resultados sugerem que *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Microgramma lindbergii* apresentam níveis semelhantes de suculência foliar, indicando a capacidade dessas plantas de armazenar água nas folhas. Essa informação é relevante para compreender as adaptações das plantas ao ambiente em que estão inseridas, já que a suculência foliar pode estar relacionada à

capacidade de tolerar condições de seca ou outras variações ambientais. A presença de diferenças significativas em *Pleopeltis minima*, quando comparada com as outras espécies, sugere que essa espécie pode ter características diferentes de suculência foliar semelhantes às observadas em *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Microgramma lindbergii*.

Essa observação ressalta a importância de considerar não apenas a suculência, mas também a estrutura e a área foliar ao avaliar a resistência à seca. A capacidade de reter água em uma área menor pode ser uma vantagem adaptativa, permitindo que certas espécies, como *Pleopeltis minima*, enfrentem condições adversas com maior eficiência.

7. CONCLUSÃO

Embora todas as espécies apresentem adaptações à tolerância a períodos de seca, observamos comportamentos singulares diante dessa condição em algumas características. Os resultados corroboram a expectativa de que as estratégias ecofisiológicas relacionadas às características foliares diferem entre os gêneros *Microgramma* e *Pleopeltis*.

Destacam-se, entre os principais achados, as adaptações de *Pleopeltis pleopeltifolia* e *Pleopeltis minima*, que compartilham a resposta de enrolamento das frondes durante períodos de seca. Esse comportamento visa à redução da área foliar, minimizando a transpiração e a perda de água. No entanto, mesmo compartilhando essa resposta, essas espécies divergem em termos de conteúdo relativo de água e suculência foliar.

Por outro lado, *Microgramma lindbergii* demonstra um comportamento distinto, mantendo-se túrgida e resiliente em condições climáticas adversas, como a escassez de água. Este fenômeno pode ser explicado pela síndrome das folhas estreitas, indicando um aproveitamento otimizado na interceptação de água e uma melhor probabilidade de sobrevivência.

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAMOFF, Michael D.; MAGALHÃES, Paulo J.; RAM, Sunanda J. Processamento de imagens com ImageJ. **Biofotônica internacional**, v. 11, n. 7, pág. 36-42, 2004.

ALMEIDA, T. E. **Estudos sistemáticos e filogenéticos no gênero Microgramma C.** 2014. Tese de Doutorado. Tese de doutorado. Universidade Federal de Minas Gerais, Presl (Polypodiaceae-Polypodiopsida).

ALMEIDA, T.E. **Microgramma in Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB91662>>. Acesso em: 29 out. 2023

ALMEIDA, Thaís Elias et al. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Polypodiaceae. **Rodriguésia**, v. 68, p. 871-880, 2017. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201768317>

ALMEIDA, Thaís Elias et al. Insights into long-distance dispersal and ecological and morphological evolution in the fern genus *Microgramma* from phylogenetic inference. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 196, n. 3, p. 294-312, 2021. <https://doi.org/10.1093/botlinnean/boaa107>

AMORIM, João Francisco Ribeiro de Campos. Como a massa foliar específica pode determinar as taxas de crescimento relativo de espécies arbóreas tropicais no início do desenvolvimento das plantas?. 2021. <https://repositorio.ufscar.br/handle/ufscar/13686>

ARANTES, Adriana A.; PRADO, Jefferson; RANAL, Marli A. Polypodiaceae e Pteridaceae da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Estado de Minas Gerais, Brasil. **Brazilian Journal of Botany**, v. 33, p. 167-183, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0100-84042010000100015>

BARROS, I.C.L., Santiago, A.C.P., Pietrobon, M.R. & Pereira, A.F.N. **Diversidade biológica e conservação da Floresta Atlântica ao norte do rio São Francisco.** Ministério do Meio Ambiente, Brasília, p. 147-171, 2006.

BARROS, I.C.L., Santiago, A.C.P., Xavier, S.R.S., Pietrobon, M.R. & Luna, C.P.L. Diversidade e aspectos ecológicos das pteridófitas (avencas, samambaias e plantas

afins) ocorrentes em Pernambuco. **Diagnóstico da biodiversidade de Pernambuco**, v. 1, p. 153-171, 2002.

BARTHLOTT, W.; Schmit-Neuerburg; Nieder, J. & Engwald, S. 2001. Diversity and abundance of vascular epiphytes: a comparison of secondary vegetation and primary montane rain forest in the Venezuelan Andes. **Plant ecology**, v. 152, p. 145-156, 2001. <https://doi.org/10.1023/A:1011483901452>

BECKER, Diego Fedrizzi Petry et al. Riqueza e composição de epífitos vasculares em áreas urbanas da Bacia Hidrográfica do Rio dos Sinos, RS, Brasil. **Pesquisas, Botânica**, v. 68, p. 227-238, 2015.

BENNETT, Bradley C. Patchiness, diversity, and abundance relationships of vascular epiphytes. **Selbyana**, p. 70-75, 1986.. <https://www.jstor.org/stable/41888787>

BENZING, D.H. Vascular epiphytes: general biology and related biota. Cambridge: Cambridge University Press, p. 376, 1990. <http://dx.doi.org/10.1017/CBO9780511525438>

BENZING, David H. et al. Vascular epiphytes. **Forest canopies**, v. 2, p. 175-211, 2004.

BENZING, David H. The vegetative basis of vascular epiphytism. **Selbyana**, p. 23-43, 1986. <https://www.jstor.org/stable/41888783>

BENZING, David H. Vascular epiphytism: taxonomic participation and adaptive diversity. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, p. 183-204, 1987. <https://doi.org/10.2307/2399394>

BEWLEY, J. Derek. Physiological aspects of desiccation tolerance. **Annual review of plant physiology**, v. 30, n. 1, p. 195-238, 1979. <https://doi.org/10.1146/annurev.pp.30.060179.001211>

BFG. Brazilian Flora 2020: Innovation and collaboration to meet Target 1 of the Global Strategy for Plant Conservation (GSPC). **Rodriguésia**, v.69, n.4, p.1513-1527. 2018. (<https://doi.org/10.1590/2175-7860201869402>).

BRAGA, Ana Claudia Rocha et al. Epífitas e a restauração florestal na mata atlântica: o que sabemos até agora?. **Brazilian Journal of Animal and**

Environmental Research, v. 4, n. 3, p. 4644-4660, 2021.
<https://doi.org/10.34188/bjaerv4n3-143>

CAIN, Michael L.; BOWMAN, William D.; HACKER, Sally D. **Ecologia**. Artmed Editora, 2017.

CAMPANY, Courtney E. et al. Leaf water relations in epiphytic ferns are driven by drought avoidance rather than tolerance mechanisms. **Plant, Cell & Environment**, v. 44, n. 6, p. 1741-1755, 2021. <https://doi.org/10.1111/pce.14042>

CAMPELO, David de Holanda et al. Características morfofisiológicas foliares e estado nutricional de seis espécies lenhosas em função da disponibilidade de água no solo. **Ciência Florestal**, v. 28, p. 924-936, 2018.
<https://doi.org/10.5902/1980509832581>

CLARK, Kenneth L. et al. Atmospheric deposition and net retention of ions by the canopy in a tropical montane forest, Monteverde, Costa Rica. **Journal of tropical Ecology**, v. 14, n. 1, p. 27-45, 1998. <https://doi.org/10.1017/S0266467498000030>

COSTA, G. M. et al. Genotoxicidade do ar atmosférico e epífitos vasculares em uma Unidade de Conservação de uma Região Metropolitana no sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 13, n. 06, p. 2515-2530, 2020.

COSTA, L. E. N.; SOUZA, K. R. M. S.; SILVA, I. A. A.; FARIAS, R. P.; BARROS, I. C. L. Florística e aspectos ecológicos de samambaias em um remanescente de Floresta Atlântica de terras baixas (Rio Formoso, Pernambuco, Brasil). **Pesquisas, Botânica**, v. 64, p. 259-271, 2013.

COSTA, Lucas Erickson Nascimento da. O papel das variações ambientais locais sobre a estrutura funcional da assembléia de samambaias na Floresta Atlântica no Nordeste do Brasil. 2020. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/38454>

COSTA, Renata Cristina Araujo et al. Conflito de uso e indicadores morfométricos para a gestão de política de uso do solo. **Engenharia Sanitaria e Ambiental**, v. 25, p. 467-476, 2020. <https://doi.org/10.1590/S1413-41522020154825>

CSINTALAN, Zsolt et al. Reconstitution of photosynthesis upon rehydration in the desiccated leaves of the poikilochlorophyllous shrub *Xerophyta scabrida* at elevated

CO2. **Journal of plant physiology**, v. 148, n. 3-4, p. 345-350, 1996.
[https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(96\)80263-X](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(96)80263-X)

DA COSTA, Poliana Ferreira et al. Regeneração natural em três áreas de restauração florestal no Mato Grosso do Sul, Brasil. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 42, 2022.

DA SILVA, Aysslan José Alves; KRUPEK, Rogério Antonio. Samambaias epífitas em trilhas do Parque Guairacá, município de Paula Freitas, Paraná. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 41, n. 2, p. 203-216, 2020.
<https://doi.org/10.5433/1679-0367.2020v41n2p203>

DA SILVA, Ivo AA; PEREIRA, Anna F. de N.; BARROS, Iva CL. Fragmentation and loss of habitat: consequences for the fern communities in Atlantic forest remnants in Alagoas, north-eastern Brazil. **Plant Ecology & Diversity**, v. 7, n. 4, p. 509-517, 2014. <https://doi.org/10.1080/17550874.2013.862750>

DE ANTONIO, Ariadne Cristina; SCALON, Marina Corrêa; ROSSATTO, Davi Rodrigo. O tamanho e a espessura das folhas estão relacionados aos danos causados pela geada em espécies da camada superficial das savanas neotropicais. **Flora**, v. 299, pág. 152208, 2023. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2022.152208>

DE PAULA OLIVEIRA, Rodolfo et al. Distribuição vertical e valor de importância das epífitas vasculares da Reserva Biológica do Guará, Brasília, DF. **Heringeriana**, v. 8, n. 1, p. 20-31, 2014. <https://doi.org/10.17648/heringeriana.v8i1.93>

DIAS-PEREIRA, Jaqueline et al. Leaf structural adaptations in vascular epiphytes from the Atlantic rainforest along phorophyte vertical stratification. **Flora**, v. 288, p. 152022, 2022. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2022.152022>

DUNBAR-CO, Stephanie; SPORCK, Margaret J.; SACK, Lawren. Leaf trait diversification and design in seven rare taxa of the Hawaiian *Plantago* radiation. **International Journal of Plant Sciences**, v. 170, n. 1, p. 61-75, 2009.
<https://doi.org/10.1086/593111>

EDWARDS, Erika J. Correlated evolution of stem and leaf hydraulic traits in *Pereskia* (Cactaceae). **New Phytologist**, v. 172, n. 3, p. 479-789, 2006.
<https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2006.01850.x>

FAHN, Abraham et al. **Xerophytes**. Gebrüder Borntraeger, 1992.

FARIAS, R. de P. et al. Phenology and survival of three populations of ferns in fragment of Atlantic Forest, in Paraíba, Brazil. **Biotemas**, v. 24, n. 2, p. 13-20, 2011.

FARIAS, Rafael de Paiva. Estudo fenológico de duas espécies de samambaias em fragmentos de floresta atlântica, Pernambuco, Brasil. 2014. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Pernambuco.
<https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/27737>

FARRANT, Jill M. et al. Desiccation tolerance in the vegetative tissues of the fern *Mohria caffrorum* is seasonally regulated. **The Plant Journal**, v. 57, n. 1, p. 65-79, 2009. <https://doi.org/10.1111/j.1365-313X.2008.03673.x>

FAVARATO, Marcela Secchin. **Variação funcional intraespecífica da área foliar específica em uma espécie dioica (*Myrsine coriacea*): efeitos da altitude e da fenologia**. 2019. Tese de Doutorado. Brasil.
<https://repositorio.uvv.br/handle/123456789/723>

FORZZA, Rafaela Campostrini et al. **Catálogo de plantas e fungos do Brasil**. Rio de Janeiro: Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2010.

FURTADO, Sergio da Silva Fiuza. Índice de erosividade e fator R para Jaboticabal, SP. 2019. <http://hdl.handle.net/11449/191801>

GAFF, Donald F. Desiccation tolerant vascular plants of Southern Africa. **Oecologia**, v. 31, p. 95-109, 1977. <https://doi.org/10.1007/BF00348713>

GAFF, Donald F. Mechanisms of desiccation tolerance in resurrection vascular plants. In: **Mechanisms of environmental stress resistance in plants**. Routledge, 1997. p. 43-58.

GENTRY, Alwyn H.; DODSON, C. H. Diversity and biogeography of neotropical vascular epiphytes. **Annals of the Missouri Botanical Garden**, v. 74, n. 2, p. 205-233, 1987. <https://doi.org/10.2307/2399395>

GONÇALVES, Cezar Neubert; WAECHTER, Jorge Luiz. Epífitos vasculares sobre espécimes de *Ficus organensis* isoladas no norte da planície costeira do Rio Grande

do Sul: padrões de abundância e distribuição. **Acta botanica brasílica**, v. 16, p. 429-441, 2002. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062002000400006>

GRIME, J. P. Factors limiting the contribution of pteridophytes to a local flora. **Proceedings of the Royal Society of Edinburgh, Section B: Biological Sciences**, v. 86, p. 403-421, 1985. <https://doi.org/10.1017/S0269727000008393>

GUERFEL, Mokhtar et al. Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 119, n. 3, p. 257-263, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.006>

GUERFEL, Mokhtar et al. Impacts of water stress on gas exchange, water relations, chlorophyll content and leaf structure in the two main Tunisian olive (*Olea europaea* L.) cultivars. **Scientia Horticulturae**, v. 119, n. 3, p. 257-263, 2009. <https://doi.org/10.1016/j.scienta.2008.08.006>

HAO, Guang-You et al. Ecology of hemiepiphytism in fig species is based on evolutionary correlation of hydraulics and carbon economy. **Ecology**, v. 92, n. 11, p. 2117-2130, 2011. <https://doi.org/10.1890/11-0269.1>

HARMS, Kyle E.; POWERS, Jennifer S.; MONTGOMERY, Rebecca A. Variation in small sapling density, understory cover, and resource availability in four Neotropical forests. **Biotropica**, v. 36, n. 1, p. 40-51, 2004. <https://doi.org/10.1111/j.1744-7429.2004.tb00294.x>

HAUFLER, C.H.; PRYER, K.M.; SCHUETTPELZ, E.; SESSA, E.B.; FARRAR, D.R.; MORAN, R.C.; SCHNELLER, J.J.; WATKINS, J.E. & WINDHAM, M.D. Sex and the single gametophyte: Revising the homosporous vascular plant life cycle in light of contemporary research. **BioScience**, v. 66, n. 11, p. 928-937, 2016. <https://doi.org/10.1093/biosci/biw108>

HERNÁNDEZ, Marcela A. et al. Preferencia de hospedero, orientación y rasgos morfológicos-anatómicos de *Pleopeltis minima* (Polypodiaceae) en un ambiente urbano. **Lilloa**, v. 49, n. 2, p. 105-117, 2012.

HIETZ, P.; BRIONES, O. Correlation between water relations and within-canopy distribution of epiphytic ferns in a Mexican cloud forest. **Oecologia**, v. 114, p. 305-316, 1998. <https://doi.org/10.1007/s004420050452>

HIETZ, Peter. Fern adaptations to xeric environments. **Fern ecology**, p. 140-176, 2010. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511844898.006>

HOFFMANN, W. A. et al. Specific leaf area explains differences in leaf traits between congeneric savanna and forest trees. **Functional Ecology**, v. 19, n. 6, p. 932-940, 2005.

JOANITTI, Sabrina Anselmo. Epifitismo vascular em três formações vegetais distintas: mata do brejo, floresta estacional semidecidual e cerradão, pertencentes ao município de Bauru, estado de São Paulo. 2013. 58 f. Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Instituto de Biociências de Botucatu, 2013. <http://hdl.handle.net/11449/108508>

KLUGE, Manfred; TING, Irwin P. **Crassulacean acid metabolism: analysis of an ecological adaptation**. Springer Science & Business Media, 1978 (2012)

KLUGE, Manfred; TING, Irwin P. Crassulacean acid metabolism: analysis of an ecological adaptation. **Springer Science & Business Media**, 1978 (2012).

KRESS, W. John. The systematic distribution of vascular epiphytes. In: **Vascular plants as epiphytes: evolution and ecophysiology**. Berlin, Heidelberg: Springer Berlin Heidelberg, 1989. p. 234-261. https://doi.org/10.1007/978-3-642-74465-5_9

KRONKA, F. J. N., MATSUKUMA, C. K., NALON, M. A., DEL CALI, I. H., ROSSI, M., MATOS, I. F. A., PONTINHAS, A. A. S. **Inventário florestal do Estado de São Paulo**. São Paulo. SMA/CINP/IF, São Paulo, Brazil, 1993.

LABIAK, P. H.; HIRAI, R. Y. Polypodiaceae in lista de espécies da flora do Brasil. **Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Captured on**, v. 2, 2012.

LAGORIA, María de los Ángeles et al. Morphoanatomical and histochemical characteristics of the epiphytic fern *Pleopeltis macrocarpa* (Polypodiaceae). **Brazilian Journal of Botany**, v. 41, p. 739-750, 2018. <https://doi.org/10.1007/s40415-018-0474-8>

LANDEIRO, Victor Lemes et al. How far can we go in simplifying biomonitoring assessments? An integrated analysis of taxonomic surrogacy, taxonomic sufficiency and numerical resolution in a megadiverse region. **Ecological Indicators**, v. 23, p. 366-373, 2012.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. **Editora Pedagógica e Universitária LTDA**. São Paulo, Volume único, 1986.

LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. **Editora Pedagógica e Universitária Ltda.**, São Paulo, 1986.

LARCHER, Walter. **Physiological plant ecology: ecophysiology and stress physiology of functional groups**. Springer Science & Business Media, 2003.

LEHN, C. R.; SCHMITT, J. L.; WINDISCH, P. G. Aspectos do desenvolvimento vegetativo de *Rumohra adiantiformis* (Forst.) Ching (Pteridophyta, Dryopteridaceae), em condições naturais. **Revista de Estudos/Centro Universitário Feevale**, v. 25, n. 2, p. 21-28, 2002.

LIRA DA SILVA BASTOS, Kaio Vinicius et al. Determinação da área foliar específica de diferentes espécies de três fitofisionomias do Pantanal Sul. **Ambiência**, v. 15, n. 3, 2019.

LUTTGE, U. et al. Photosynthetic light requirements of various tropical vascular epiphytes. **Physiologie végétale (Paris)**, v. 24, n. 3, p. 315-331, 1986.

M.; ...; TALTS, E. The photosynthetic capacity in 35 ferns and fern allies: mesophyll CO₂ diffusion as a key trait. **New phytologist**, v. 209, n. 4, p. 1576-1590, 2016. <https://doi.org/10.1111/nph.13719>

MADISON, Michael. Vascular epiphytes: their systematic occurrence and salient features. **Selbyana**, v. 2, n. 1, p. 1-13, 1977. <https://www.jstor.org/stable/41759613>

MAI MORENTE, Patricia. Flora epífita vascular de Uruguay con énfasis en helechos (Polypodiofitas). 2014. <https://www.colibri.udelar.edu.uy/handle/123456789/4055>

MAIA, Valéria Cid; SANTOS, Bianca de Oliveira. Um novo gênero e espécie de *Schizomyiina* (Diptera, Cecidomyiidae) associados com Piperaceae no Brasil.

Iheringia. **Série Zoologia**, v. 97, p. 137-142, 2007.
<https://doi.org/10.1590/S0073-47212007000200002>

MANTOVANI, André. A method to improve leaf succulence quantification. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 42, 2011.
<https://doi.org/10.1590/S1516-89131999000100002>

MARTORELL, Carlos; EZCURRA, Exequiel. The narrow-leaf syndrome: a functional and evolutionary approach to the form of fog-harvesting rosette plants. **Oecologia**, v. 151, p. 561-573, 2007. <https://doi.org/10.1007/s00442-006-0614-x>

MENDONÇA, Ranielle de Araújo et al. **Traços morfoanatômicos foliares e a influência sobre a herbivoria e a coexistência de duas espécies de Microgramma (Polypodiaceae) em um fragmento florestal amazônico**. 2023. Tese de Doutorado. UFRA/Campus Belém..
<http://repositorio.ufra.edu.br/jspui/handle/123456789/1999>

MENEZES, Edson Alves; LABIAK, Paulo Henrique. Sinopse de Licófitas e Samambaias do Parque Nacional da Amazônia, Pará, Brasil. *Rodriguésia*, v. 71, p. e2032018, 2020. <https://doi.org/10.1590/2175-7860202071090>

MINARDI, Bruno Degaspari et al. Estudos morfofisiológicos de duas samambaias epífitas da Mata Atlântica: *Elaphoglossum luridum* (Fée) Christ (Dryopteridaceae) e *Vittaria lineata* (L.) Smith (Pteridaceae). 2012.
<http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/96281>

MORAN, R.C. *A Natural History of Ferns*. Portland: Timber Press, p. 302, 2012.

MORAN, Robbin Craig. **História natural das samambaias**. TECC Editora, 2012.

NADKARNI, Nalini M. An ecological overview and checklist of vascular epiphytes in the Monteverde Cloud Forest Reserve, Costa Rica. **Brenesia. San Jose**, n. 24, p. 55-62, 1985.

NERVO, Michelle H.; WINDISCH, Paulo G.; LORSCHUITTER, Maria Luisa. Representatividade da base amostral da pteridoflora do estado do Rio Grande do Sul (Brasil) e novos registros de distribuição. **Pesquisas, Botânica**, v. 61, p. 245-258, 2010.

NEVO, Eviatar et al. Drought and light anatomical adaptive leaf strategies in three woody species caused by microclimatic selection at Evolution Canyon, Israel. **Israel Journal of Plant Sciences**, v. 48, n. 1, p. 33-46, 2000. <https://doi.org/10.1560/RNPF-9HJE-8J3L-B5F1>

NEVO, Eviatar et al. Drought and light anatomical adaptive leaf strategies in three woody species caused by microclimatic selection at Evolution Canyon, Israel. **Israel Journal of Plant Sciences**, v. 48, n. 1, p. 33-46, 2000. <https://doi.org/10.1560/RNPF-9HJE-8J3L-B5F1>

NORTH, Gretchen B. et al. Leaf hydraulic conductance for a tank bromeliad: axial and radial pathways for moving and conserving water. **Frontiers in Plant Science**, v. 4, p. 78, 2013. <https://doi.org/10.3389/fpls.2013.00078>

OGBURN, R. Matthew; EDWARDS, Erika J. Quantifying succulence: a rapid, physiologically meaningful metric of plant water storage. **Plant, Cell & Environment**, v. 35, n. 9, p. 1533-1542, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1365-3040.2012.02503.x>

OGBURN, R. Matthew; EDWARDS, Erika J. Repeated origin of three-dimensional leaf venation releases constraints on the evolution of succulence in plants. **Current biology**, v. 23, n. 8, p. 722-726, 2013. <http://dx.doi.org/10.1016/j.cub.2013.03.029>

OGBURN, R. Matthew; EDWARDS, Erika J. The ecological water-use strategies of succulent plants. In: **Advances in botanical research**. Academic Press, 2010. p. 179-225. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-380868-4.00004-1>

OLIVEIRA, VIRGINIA DEL CARMEN; SAJO, MARIA DAS GRAÇAS. Anatomia foliar de espécies epífitas de Orchidaceae. **Brazilian Journal of Botany**, v. 22, p. 365-374, 1999.

PAGE, Christopher N. Ecological strategies in fern evolution: a neopteridological overview. **Review of palaeobotany and palynology**, v. 119, n. 1-2, p. 1-33, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0034-6667\(01\)00127-0](https://doi.org/10.1016/S0034-6667(01)00127-0)

PAIVA, Darlem Nikerlly Amaral; PERDIZ, Ricardo de Oliveira; ALMEIDA, Thaís Elias. Using near-infrared spectroscopy to discriminate closely related species: a case study of neotropical ferns. **Journal of plant research**, v. 134, n. 3, p. 509-520, 2021. <https://doi.org/10.1007/s10265-021-01265-9>

PANIGRAHI, G.; PATNAIK, S. N. Low Percentage and Grade of Euploidy in the Family Polypodiaceae in Relation to the Epiphytic Habit: An Hypothesis. **American Fern Journal**, v. 53, n. 4, p. 145-148, 1963. <https://doi.org/10.2307/1546151>

PEREIRA, AF de N. et al. Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant (Bonito, Pernambuco, Brazil). **Interciencia**, v. 39, n. 4, p. 281-287, 2014.

PEREIRA, Anna Flora de Novaes et al. Florística e distribuição geográfica das samambaias e licófitas da Reserva Ecológica de Gurjaú, Pernambuco, Brasil. **Rodriguésia**, v. 62, p. 01-10, 2011. <https://doi.org/10.1590/2175-7860201162101>

PEREZ-HARGUINDEGUY, Natalia et al. Corrigendum to: New handbook for standardised measurement of plant functional traits worldwide. **Australian Journal of botany**, v. 64, n. 8, p. 715-716, 2016. https://doi.org/10.1071/BT12225_CO

PETTER, Gunnar et al. Functional leaf traits of vascular epiphytes: vertical trends within the forest, intra-and interspecific trait variability, and taxonomic signals. **Functional Ecology**, v. 30, n. 2, p. 188-198, 2016. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.12490>

PINHEIRO, Lucas Farias; RAMOS, Vitória Bezerra; DE LUCENA, Eliseu Marlônio Pereira. Samambaias de um fragmento de Floresta Ombrófila Densa em zona urbana, Maciço de Baturité, Ceará, Brasil. *Research, Society and Development*, v. 11, n. 16, p. e130111637880-e130111637880, 2022. <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v11i16.37880>

PROCTOR, Michael CF; TUBA, Zoltán. Poikilohydry and homoihydry: antithesis or spectrum of possibilities?. **New phytologist**, v. 156, n. 3, p. 327-349, 2002. <https://doi.org/10.1046/j.1469-8137.2002.00526.x>

PRYER, Kathleen M. et al. Phylogeny and evolution of ferns (monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences. **American journal of Botany**, v. 91, n. 10, p. 1582-1598, 2004. <https://doi.org/10.3732/ajb.91.10.1582>

PUIG, Henri. A floresta tropical úmida. Ed. Unesp, 2008.

RAMOS, Flavio Nunes; MORTARA, Sara Ribeiro; ELIAS, João Pedro Costa. Vascular Epiphytes of the Atlantic Forest: diversity and community ecology. **The**

Atlantic Forest: History, Biodiversity, Threats and Opportunities of the Mega-diverse Forest, p. 133-149, 2021.

RATHINASABAPATHI, Bala. Ferns represent an untapped biodiversity for improving crops for environmental stress tolerance. **The New Phytologist**, v. 172, n. 3, p. 385-390, 2006. <https://www.jstor.org/stable/4131224>

RAVEN, Peter H.; EVERT, Ray F.; EICHHORN, Susan E. Biologia vegetal. In: **Biologia vegetal**. 2007. p. 830-830.

REECE, Jane B. et al. **Biologia de Campbell**. Artmed Editora, 2019.

REYES-GARCÍA, C.; MEJIA-CHANG, M.; GRIFFITHS, Howard. High but not dry: diverse epiphytic bromeliad adaptations to exposure within a seasonally dry tropical forest community. **New Phytologist**, v. 193, n. 3, p. 745-754, 2012. <https://doi.org/10.1111/j.1469-8137.2011.03946.x>

SAMAMBAIAS E LICÓFITAS *in* Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB128483>>. Acesso em: 29 out. 2023

SANTIAGO, Augusto César Pessoa et al. Samambaias e licófitas da Mata do Buraquinho, Paraíba, Brasil. **Revista Biotemas**, v. 27, p. 2, 2014.

SCHINDLER, Bianca et al. Samambaias e Licófitas do Cerro da Pedra do Lagarto, Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. *Iheringia, Série Botânica*, v. 76, p. e2021017, 2021. <http://doi.org/10.21826/2446-82312021v76e2021017>

SEIDINGER, Letícia Chedid. Epífitas vasculares do Parque Estadual Carlos Botelho, núcleo São Miguel Arcanjo, estado de São Paulo, Brasil. 2022. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. <https://doi.org/10.11606/T.11.2022.tde-13052022-14511>

SEIDINGER, Letícia Chedid. Epífitas vasculares em uma área de Floresta Estacional Semidecidual do estado de São Paulo: chaves de identificação e guia ilustrado. 2017. <http://hdl.handle.net/11449/152275>

SHARPE, J. M.; MEHLTRETER, K.; WALKER, L. R. Ecological importance of ferns. In: Mehltreter, K.; Walker, L. R.; Sharpe, J. M. (Eds.). *Fern ecology*. 1st ed. Cambridge: Cambridge University Press, 2010. p. 1–21.

SHIVAKRISHNA, P. et al. Effect of PEG-6000 imposed drought stress on RNA content, relative water content (RWC), and chlorophyll content in peanut leaves and roots. **Saudi journal of biological sciences**, v. 25, n. 2, p. 285-289, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.sjbs.2017.04.008>

SIAS, Diana Paima. Riqueza, abundância e diversidade de epífitas na arborização urbana da Avenida da Amizade na cidade de Tabatinga-AM. 2021.

<http://repositorioinstitucional.uea.edu.br/handle/riuea/3531>

SILVA, I. A. A.; PEREIRA, A. F. N.; BARROS, I. C. L. Edge effects on fern community in an Atlantic Forest remnant of Rio Formoso, PE, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, v. 71, p. 421-430, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1519-69842011000300011>

SILVA, M. M.; FARIAS, R. P.; COSTA, L. E. N.; Barros, I. C. L. Leaf phenological traits of the tree fern *Cyathea praecincta* (Cyatheaceae) in a Brazilian lowland tropical forest. **Australian Journal of Botany**, v. 66, n. 8, p. 618-627, 2019.

<https://doi.org/10.1071/BT18084>

SLATYER, R. O. et al. Terminology in plant-and soil-water relations. **Nature, London**, v. 187, p. 922-924, 1960.

SLATYER, R. O. et al. Terminology in plant-and soil-water relations. **Nature**, London, v. 187, p. 922-924, 1960.

SMITH, Alan R. et al. A classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006. <https://doi.org/10.2307/25065646>

SMITH, William K. Temperatures of desert plants: another perspective on the adaptability of leaf size. **Science**, v. 201, n. 4356, p. 614-616, 1978.

<https://doi.org/10.1126/science.201.4356.614>

SMITH, William K. Temperatures of desert plants: another perspective on the adaptability of leaf size. **Science**, v. 201, n. 4356, p. 614-616, 1978.

<https://doi.org/10.1126/science.201.4356.614>

SODHI, Navjot S. et al. Correlates of extinction proneness in tropical angiosperms. **Diversity and Distributions**, v. 14, n. 1, p. 1-10, 2008.

<https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00398.x>

SOUZA, F.S.; Salino, A. Pleopeltis in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB91722>>. Acesso em: 29 out. 2023

SOUZA, J. L.; ...; MAGNUSSON, W. E. How far can we go in simplifying biomonitoring assessments? An integrated analysis of taxonomic surrogacy, taxonomic sufficiency and numerical resolution in a megadiverse region. **Ecological Indicators**, v. 23, p. 366-373, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.04.023>

TAYLOR, Amanda et al. Vascular epiphytes contribute disproportionately to global centres of plant diversity. **Global Ecology and Biogeography**, v. 31, n. 1, p. 62-74, 2022. <https://doi.org/10.1111/geb.13411>

TEJERO-DÍEZ, José Daniel. Los helechos epífitos: adaptaciones en Polypodiaceae. **Red de Información sobre Plantas Epífitas**, v. 1, p. 1-14, 2009.

TERCEIRO, Randolpho Gonçalves Dias et al. Estrutura populacional de *Microgramma vacciniifolia* (Langsd. & Fisch.) Copel em um fragmento de Floresta Ombrófila Aberta no Nordeste Brasileiro. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 10, n. 1, p. 5-5, 2012. <https://seer.ufrgs.br/index.php/rbrasbioci/article/view/115598>

TOSENS, T.; NISHIDA, K.; GAGO, J.; COOPMAN, R. E.; CABRERA, H. M.; CARRIQUÍ,

TRYON, Rolla M.; TRYON, A. F. **Ferns and allied plants: with special reference to tropical America**. Springer Science & Business Media, 2012.

TRYON, Rolla. Endemic areas and geographic speciation in tropical American ferns. **Biotropica**, p. 121-131, 1972. <https://doi.org/10.2307/2989774>

TUBA, Zoltán et al. Regreening of desiccated leaves of the poikilochlorophyllous *Xerophyta scabrida* upon rehydration. **Journal of Plant Physiology**, v. 142, n. 1, p. 103-108, 1993. [https://doi.org/10.1016/S0176-1617\(11\)80115-X](https://doi.org/10.1016/S0176-1617(11)80115-X)

TUBA, Zoltán; PROTOR, C. F.; CSINTALAN, Zsolt. Ecophysiological responses of homoiochlorophyllous and poikilochlorophyllous desiccation tolerant plants: a comparison and an ecological perspective. **Plant Growth Regulation**, v. 24, p. 211-217, 1998. <https://doi.org/10.1023/A:1005951908229>

TUOMISTO, Hanna; POULSEN, Axel Dalberg. Influence of edaphic specialization on pteridophyte distribution in neotropical rain forests. **Journal of biogeography**, v. 23, n. 3, p. 283-293, 1996. <https://doi.org/10.1046/j.1365-2699.1996.00044.x>

TURNER, Ian M. et al. A study of plant species extinction in Singapore: lessons for the conservation of tropical biodiversity. **Conservation Biology**, v. 8, n. 3, p. 705-712, 1994. <https://doi.org/10.1046/j.1523-1739.1994.08030705.x>

VOYTENA, Ana Paula Lorenzen et al. Estudo morfofisiológicos de uma samambaia epífita da Mata Atlântica tolerante à dessecação: *Pleopeltis pleopeltifolia* (Raddi) Alston (Polypodiaceae). 2012. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/96281>

VOYTENA, Ana Paula Lorenzen et al. *Pleopeltis pleopeltifolia* (Polypodiopsida, Polypodiaceae), a poikilochlorophyllous desiccation-tolerant fern: anatomical, biochemical and physiological responses during water stress. **Australian Journal of Botany**, v. 62, n. 8, p. 647-656, 2015. <https://doi.org/10.1071/BT14166>

WATKINS JR, James E. et al. Species richness and distribution of ferns along an elevational gradient in Costa Rica. **American Journal of Botany**, v. 93, n. 1, p. 73-83, 2006. <https://doi.org/10.3732/ajb.93.1.73>

WATKINS, J. E. et al. Fern laminar scales protect against photoinhibition from excess light. **American Fern Journal**, v. 96, n. 3, p. 83-92, 2006. [https://doi.org/10.1640/0002-8444\(2006\)96\[83:FLSPAP\]2.0.CO;2](https://doi.org/10.1640/0002-8444(2006)96[83:FLSPAP]2.0.CO;2)

WEAVER, Peter L. Cloud moisture interception in the Luquillo mountains of Puerto Rico. **Caribb. J. Sci.**, v. 12, p. 129-144, 1972.

WERNER, Florian A. Reduced growth and survival of vascular epiphytes on isolated remnant trees in a recent tropical montane forest clear-cut. **Basic and Applied Ecology**, v. 12, n. 2, p. 172-181, 2011. <https://doi.org/10.1016/j.baae.2010.11.002>

WINDISCH, Paulo G. Pteridófitas da região norte-ocidental do Estado de São Paulo: guia para estudo e excursões. **São José do Rio Preto: Universidade Estadual Paulista**, 1992.

WRIGHT, Ian J.; WESTOBY, Mark. Differences in seedling growth behaviour among species: trait correlations across species, and trait shifts along nutrient compared to rainfall gradients. **Journal of Ecology**, v. 87, n. 1, p. 85-97, 1999.

<https://doi.org/10.1046/j.1365-2745.1999.00330.x>

ZHANG, Shi-Bao et al. Differentiation of water-related traits in terrestrial and epiphytic Cymbidium species. **Frontiers in Plant Science**, v. 6, p. 260, 2015.

<https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00260>

ZHANG, Shi-Bao et al. Evolutionary association of stomatal traits with leaf vein density in Paphiopedilum, Orchidaceae. **PloS one**, v. 7, n. 6, p. e40080, 2012.

<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0040080>

ZOTZ, G.; ZOTZ, A. A distribuição sistemática de epífitas vasculares-uma atualização crítica. **J. Linn. Soc**, v. 171, p. 453-481, 2013.

ZUQUIM, Gabriela et al. Predicting environmental gradients with fern species composition in Brazilian Amazonia. **Journal of Vegetation Science**, v. 25, n. 5, p. 1195-1207, 2014.

<https://doi.org/10.1111/jvs.12174>

ZUQUIM, Grabiela et al. **Guia de samambaias e licófitas da REBIO Uatumã-Amazônia Central| Guide to the ferns and lycophytes of REBIO Uatumã-Central Amazonia.** Editora INPA, 2012.

<https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/4685>