



WAGNER ÁLEFE SCHIAVONI

**ANATOMIA DESCRITIVA E ANÁLISE BIOMÉTRICA E DAS
TROCAS GASOSAS EM FOLHAS DE *Dicranopteris flexuosa*
(Schrad.) Underw. (Gleicheniaceae) EM DUAS CONDIÇÕES
LUMINOSAS NATURAIS**

**LAVRAS-MG
2019**

WAGNER ÁLEFE SCHIAVONI

**ANATOMIA DESCRITIVA E ANÁLISE BIOMÉTRICA E DAS TROCAS
GASOSAS EM FOLHAS DE *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw.
(Gleicheniaceae) EM DUAS CONDIÇÕES LUMINOSAS NATURAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

Dr. Fabricio José Pereira
(Orientador, ICN/UNIFAL-MG)

Dr.^a Marinês Ferreira Pires Lira
(Coorientadora, DBI/UFLA-MG)

**LAVRAS-MG
2019**

Ficha catalográfica elaborada pelo Sistema de Geração de Ficha Catalográfica da Biblioteca
Universitária da UFLA, com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

Schiavoni, Wagner Álefe.

Anatomia descritiva e análise biométrica e das trocas gasosas
em folhas de *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw.
(Gleicheniaceae) em duas condições luminosas naturais / Wagner
Álefe Schiavoni. - 2019.

32 p. : il.

Orientador(a): Fabricio José Pereira.

Coorientador(a): Marinês Ferreira Pires Lira.

Monografia (graduação) - Universidade Federal de Lavras,
2019.

Bibliografia.

1. Biometria. 2. Ecofisiologia. 3. Pteridófitas. I. Pereira, Fabricio
José. II. Lira, Marinês Ferreira Pires. III. Título.

WAGNER ÁLEFE SCHIAVONI

**ANATOMIA DESCRITIVA E ANÁLISE BIOMÉTRICA E DAS TROCAS GASOSAS
EM FOLHAS DE *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw. (Gleicheniaceae) EM
DUAS CONDIÇÕES LUMINOSAS NATURAIS**

Monografia apresentada à Universidade Federal de Lavras, como parte das exigências do Curso de Ciências Biológicas, para a obtenção do título de Bacharel.

APROVADA em 12 de dezembro de 2019.

Dr. Fabricio José Pereira – UNIFAL-MG.

Dr. Manuel Losada Gavilanes – UFLA.

Dr. Márcio Paulo Pereira – UFLA.

Dr. Vinicius Politi Duarte – UFLA.

Dr. Fabricio José Pereira
(Orientador, ICN/UNIFAL-MG)

Dr.^a Marinês Ferreira Pires Lira
(Coorientadora, DBI/UFLA-MG)

**LAVRAS-MG
2019**

Aos meus pais, Sandra e Islis, pelo apoio, amor, carinho e compreensão, sem os quais eu não teria chegado onde estou neste momento. O meu eterno amor, carinho e gratidão a vocês!

À minha família, pelo imenso conforto e apoio proveniente dos inúmeros momentos que tivemos e pelos muitos que estão por vir...

Aos amigos que ganhei durante meus anos de graduação, sempre presentes e encorajadores...

Dedico!!!

AGRADECIMENTOS

À Deus, cujos imensos dons e bênçãos sempre se fazem presentes e me guiam nessa longa jornada da vida.

À Universidade Federal de Lavras, pela oportunidade do estudo e desenvolvimento desta pesquisa, pelo auxílio financeiro e moradia estudantil e, também, pela minha formação pessoal e profissional.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG), pela bolsa para a realização desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Fabricio, pela orientação, pelo apoio, pela paciência, pela confiança, pelos ensinamentos e pela enorme amizade durante meus anos de graduação. Um grande exemplo de profissional que admiro e tenho muito orgulho de ser orientado!

À Prof.^a Dr.^a Marinês, pela coorientação, pelos auxílios durante essa pesquisa e pela amizade, além dos valiosos conselhos e pelo grande apoio nos momentos de dificuldades. Ao Prof. Dr. Evaristo e Prof. Dr. Manuel Gavilanes, pela amizade, pelo apoio para a realização dos trabalhos no laboratório e pelos inúmeros e valiosos ensinamentos.

Ao Dr. Márcio Pereira e ao Dr. Vinicius Politi, pela grande ajuda nos diversos momentos da minha graduação e, também, na realização desta pesquisa. À Dr.^a Debora Domiciano, pelo grande incentivo e pelo despertar de minha curiosidade e amor pela a pesquisa científica e pela a fisiologia vegetal.

Ao técnico do Laboratório de Anatomia Vegetal, Ítalo Fernandes, pelos auxílios e ensinamentos durante minhas pesquisas. Ao pessoal do Setor de Botânica Estrutural, do Departamento de Biologia e do Laboratório de Anatomia Vegetal.

Ao Dr. Alexandre Salino (ICB-UFMG) pela disposição e pelo apoio na identificação da espécie para este trabalho.

À banca avaliadora desta monografia, pela disponibilidade, pela atenção e pelas contribuições para melhoria deste trabalho.

Aos meus pais, Sandra e Islis, por todo apoio e pelo amor incondicional e por tudo, absolutamente tudo que fazem por mim, onde sou muito grato e ainda, falta palavras para descrever a imensidão do meu amor e minha gratidão por vocês dois!

Aos meus queridos amigos e companheiros do Apartamento 105 (Brejão), sempre presentes durante minha graduação. À Carol, ao Mateus e ao Rafael Ribeiro, pessoas fantásticas das quais sou feliz de poder chamá-los de amigos e por compartilhar inúmeros momentos no decorrer destes anos!

À minha amiga Fernanda, pelo companheirismo, pelos conselhos, pelo apoio e incentivo, pela confiança e pelos inúmeros cafés e noites de estudo com bolinho de chuva. Aos meus amigos da Botânica, Mariana, Jean, André, Ray e Elias, além dos colegas do NEBOT, por todo apoio!

Ao Marlon, uma excelente pessoa que sempre me deu apoio e me deu esperanças, até mesmo onde parecia não haver. Sempre encorajador e sempre otimista.

Ao Breno e ao Rafael Agostinho, pela companhia e amizade, além do grande apoio para finalizar essa graduação e seguir novos rumos, além dos momentos de discussão sobre fisiologia vegetal.

Aos diversos professores e professoras que tive durante os anos de graduação, muitos dos quais tomo como exemplo de postura, de profissionalismo, de humanidade e de dedicação. Prof.^a Dayse, Prof. José Airton, Prof. João Paulo, Prof. Lucas Del Bianco, Prof. João Scalon, Prof. Renato Gregorin, Prof. Jerry, Prof. Paulo Bola, Prof.^a Aline, Prof. Paulo Marquiori, e muitos outros que não me lembro agora, mas que contribuíram muito com minha formação e para que eu chegasse até este momento!

A todos que, de alguma maneira, contribuíram para a realização deste trabalho, para a minha formação acadêmica e, sobretudo, para a minha formação pessoal! Agradeço imensamente por tudo...

Muito obrigado!

RESUMO

A espécie *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw. é uma pteridófito com ampla distribuição tropical e subtropical com ocorrência em áreas perturbadas. A espécie demonstra alta toxicidade e proliferação, além de tolerância a diferentes condições ambientais. O presente estudo teve como objetivo analisar as características biométricas, o teor de clorofila e as trocas gasosas de *D. flexuosa* em diferentes condições naturais de radiação, assim como a anatomia descritiva do folíolo. Indivíduos de *D. flexuosa* foram identificados e coletados em ambiente natural no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, no município de Lavras-MG, em dois ambientes com condições naturais de radiação: em um afloramento rochoso de campo rupestre (ambiente a pleno sol) e no interior de mata ciliar (ambiente sombreado). A análise biométrica foi realizada, avaliando-se a área foliar, a área foliar específica e o teor relativo de água. A análise das trocas gasosas foi realizada *in situ* em duas folhas por planta com analisador de trocas gasosas no infravermelho, sendo avaliados: a fotossíntese líquida, transpiração, condutância estomática e carbono intercelular, a partir dos quais calculou-se a eficiência de carboxilação, a razão C_i/C_a e a eficiência intrínseca no uso da água. O teor de clorofila foi analisado com um SPAD. A anatomia descritiva foi realizada em um folíolo submetido à um processo de fixação, desidratação e inclusão em historesina, sendo as secções transversais obtidas através de um micrótomo e as imagens digitais obtidas no microscópio Axio Lab. A1 acoplado com câmera AxioCam Erc 5s. A área foliar e a área foliar específica dos folíolos de *D. flexuosa* se mostraram maiores nas plantas do interior de mata ciliar, assim como o teor de clorofila. A fotossíntese líquida, a transpiração e a condutância estomática, por sua vez, se mostraram maiores nos folíolos do campo rupestre, apesar de as plantas de mata ciliar mostrarem melhor eficiência do uso da água. Na descrição anatômica dos folíolos, é visível as características xeromórficas devido à grande quantidade de fibras na nervura e no bordo foliar. Através das análises biométricas e das trocas gasosas, foi possível observar a biologia de *D. flexuosa* ocorrendo em dois ambiente com diferentes condições luminosas naturais, assim como observar a organização interna dos tecidos foliares através da anatomia descritiva.

Palavras-chave: Biometria. Ecofisiologia. Pteridófito. Trocas gasosas.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Folha de <i>Dicranopteris flexuosa</i>	15
Figura 2 – Folíolos de <i>D. flexuosa</i> e ambiente de mata ciliar (A) e campo rupestre (B), evidenciando a unidade dicotômica, típica da espécie, na qual foram realizadas as análises biométricas e de trocas gasosas.	17
Figura 3 – Análises biométricas, do teor de clorofila e do teor relativo de água em folhas de <i>D. flexuosa</i> para o ambiente de mata ciliar (MC) e campo rupestre (CR).	20
Figura 4 – Trocas gasosas em folhas de <i>D. flexuosa</i> para o ambiente de mata ciliar (MC) e campo rupestre (CR).	23
Figura 5 – Secções transversais do folíolo de <i>D. flexuosa</i>	25

LISTA DE SIGLAS E ABREVIACÕES

A	Taxa de fotossíntese líquida ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
A/C _i	Eficiência de carboxilação ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1} \text{ ppm}^{-1}$)
AF	Área foliar
AFE	Área foliar específica
C _i	Carbono intercelular (ppm)
C _i /C _a	Razão entre carbono intercelular e carbono atmosférico
CR	Campo rupestre
DFFFA	Densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos
E	Transpiração ($\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
EUA	Eficiência no uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$)
EUA _i	Eficiência intrínseca no uso da água ($\mu\text{mol CO}_2 \text{ mmol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$)
g _s	Condutância estomática ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$)
MC	Mata ciliar
MF	Massa fresca
MS	Massa seca
MSF	Massa seca foliar
MT	Massa túrgida
PEQRB	Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito
TRA	Teor relativo de água (%)

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
2.1	Diversidade e distribuição das pteridófitas	14
2.2	A família Gleicheniaceae e o gênero <i>Dicranopteris</i> e a espécie <i>D. flexuosa</i>	14
2.3	Descrição do ambiente de estudo	15
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	16
3.1	Coleta do material vegetal e local de execução das análises.....	16
3.2	Análise biométrica e teor relativo de água.....	16
3.3	Análise da fotossíntese, das trocas gasosas e do teor de clorofila	17
3.4	Anatomia descritiva do folíolo	18
3.5	Análise estatística	19
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1	Análise biométrica, teor de clorofila, teor relativo de água e trocas gasosas	20
4.2	Anatomia descritiva do folíolo de <i>D. flexuosa</i>	24
5	CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
	REFERÊNCIAS	28

1 INTRODUÇÃO

As pteridófitas constituem um grupo de plantas importante sendo bastante diversificado e distribuído geograficamente (RODRIGUES et al., 2004). Estas plantas são divididas em dois grupos monofiléticos distintos: Lycophyta e Monilophyta (NOBREGA; PRADO, 2008; LEHN; ASSIS; SALINO, 2018).

As pteridófitas (monilófitas), juntamente com as licófitas, são os primeiros grupos de plantas vasculares (traqueófitas) que conseguiram efetivamente conquistar o ambiente terrestre (PRADO; HIRAI, 2011). O grupo das pteridófitas é bastante heterogêneo, apresentando ampla ocorrência e distribuição, assim como acentuada diversidade morfológica (ARANTES; PRADO; RANAL, 2008).

As pteridófitas, de modo geral, apresentam ampla distribuição mundial, em variados tipos de biomas e em diferentes altitudes (CYRILLO; WERNER; BOLDRIN, 2011). Licófitas e pteridófitas possuem cerca de 13.600 espécies, onde aproximadamente 1.200 espécies pertencem a Lycophyta e cerca de 11.500 espécies a Monilophyta. No Brasil, estima-se que ocorram entre 1.200 a 1.300 espécies de pteridófitas (COSTA; PIETROBOM, 2007; NOBREGA; PRADO, 2008; LAUTERT et al., 2015; MAZZIERO; LABIAK; PACIÊNCIA, 2015).

Apesar da elevada diversidade, a riqueza de pteridófitas é bastante irregular, ocorrendo majoritariamente em regiões tropicais e subtropicais úmidas, seguindo um padrão de distribuição de acordo com o gradiente latitudinal (FIGUEIREDO; SALINO, 2005; LAUTERT et al., 2015; PALLOS et al., 2016). Essas plantas definem seu habitat em uma grande variedade de ambientes com diferentes tipos de solos, altitude, intensidade de radiação e microclimas (FIGUEIREDO; SALINO, 2005). Possivelmente, a elevada diversidade de pteridófitas pode ser relacionada à pluralidade de habitats e aos processos de adaptações que essas plantas sofrem para se desenvolverem (GONZATTI et al., 2014).

A luminosidade é um desempenho um papel fundamental na produção primária, sendo um dos principais fatores que influenciam no crescimento e desenvolvimento das plantas, que possuem a capacidade responder à condição luminosa do ambiente (LIMA et al., 2008; SABBI; ÂNGELO; BOEGER, 2010; GAZOLLA-NETO et al., 2014; DALMOLIN et al., 2015).

Modificações no comportamento fisiológico das trocas gasosas e na biometria são adaptações das plantas a diferentes condições luminosas do ambiente, de forma eficaz para maximizar a aquisição de recursos nesse ambiente, uma vez que as espécies diferem na sua

tolerância e resposta à quantidade de luz incidente (LIMA et al., 2008; SIEBENEICHLER et al., 2008; PACHECO; PAULILO, 2009).

A família Gleicheniaceae C.Presl, incluída na ordem Gleicheniales (Polypodiopsida), compreende seis gêneros e cerca de 157 espécies (LIMA; SALINO, 2018a). Nesta família, o gênero *Dicranopteris* Bernh. possui 12 espécies descritas (LIMA; SALINO, 2018b).

Dicranopteris flexuosa (Schrad.) Underw. é uma espécie nativa, não endêmica do Brasil que ocorre em áreas sob efeitos antrópicos, campos de altitude, campo rupestre, interior de mata e em afloramentos rochosos (PRADO et al., 2015), sendo descrito na literatura como de alta toxicidade para animais, principalmente para bovinos, e proliferação no ambiente (SILVA et al., 2011).

Devido à sua alta capacidade de crescimento em ambientes perturbados, *D. flexuosa* pode demonstrar tolerância a diferentes condições ambientais. Contudo, pouco se conhece sobre os aspectos anatômicos e fisiológicos de *D. flexuosa* em diferentes condições naturais de sombreamento e estas informações podem ajudar no entendimento de sua capacidade de crescimento e potencial de invasão.

Dessa forma, o objetivo do presente estudo foi avaliar trocas gasosas foliares de *D. flexuosa* ocorrente em dois ambientes com diferentes intensidades de radiação ocorrente no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito próximo ao município de Lavras-MG, onde sua ocorrência é bastante agressiva em meio à vegetação local e apresentar a anatomia descritiva da espécie deste estudo.

Objetivos específicos:

- Analisar os aspectos biométricos e o teor de clorofila e o teor relativo de água dos folíolos nas duas condições naturais de luminosidade;
- Analisar as trocas gasosas foliares nestes dois ambiente naturais de campo rupestre e interior de mata ciliar;
- Apresentar anatomia descritiva da espécie, contribuindo para literatura.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Diversidade e distribuição das pteridófitas

O termo pteridófitas designa dois grupos bastante heterogêneos composto pelas licófitas (que representam menos de 1% das plantas vasculares) e pelas monilófitas, que apresentam diversidade morfológica acentuada e ocorrência em variados habitats, onde essa diversidade ambiental promove inúmeros processos adaptativos (COSTA; PIETROBOM, 2007; ARANTES; PRADO; RANAL, 2008; GONZATTI et al., 2014; LAUTERT et al., 2015).

As licófitas e monilófitas constituem cerca de 10% do total do número de espécies de plantas vasculares existentes (SOUZA et al., 2012). No Brasil, ocorre em todos os domínios fitogeográficos mas, em sua maioria (cerca de 70%), as espécies encontram-se na Floresta Atlântica (região Sudeste e Sul) devido à variação latitudinal e elevada altitude (LAUTERT et al., 2015; LEHN; ASSIS; SALINO, 2018).

A Floresta Atlântica é um dos grandes centros de endemismo e especiação de licófitas e monilófitas com aproximadamente 40% de espécies endêmicas (ATAYDE-FILHO; WINDISCH, 2006; NÓBREGA et al., 2011).

2.2 A família Gleicheniaceae e o gênero *Dicranopteris* e a espécie *D. flexuosa*

A família Gleicheniaceae C.Presl (Gleicheniales, Polypodiopsida) possui cerca de 157 espécies distribuídas em seis gêneros: *Dicranopteris* Bernh., *Diplopterygium* (Diels) Nakai, *Gleichenella* Ching, *Gleichenia* Sm., *Sticherus* C.Presl, *Stromatopteris* Mett. É uma família monofilética, composta por plantas terrestres com distribuição tropical e subtropical, sendo representada no Brasil pelos gêneros *Dicranopteris*, *Gleichenella* e *Sticherus*, com ocorrência de 17 espécies (PRYER et al., 2004; SMITH et al., 2006; SMITH et al., 2008; PPG I, 2016; LIMA; SALINO, 2017; LIMA; SALINO, 2018a; LIMA; SALINO, 2018b).

O gênero *Dicranopteris* Bernh. é monofilético e possui 12 espécies com distribuição tropical e subtropical, ocorrendo quatro espécies no Brasil: *D. flexuosa* (Schrad.) Underw., *D. nervosa* (Kaulf.) Maxon, *D. rufinervis* (Mart.) Ching e *D. seminuda* (Klotzsch) Maxon (PIETROBOM; BARROS, 2006; SMITH et al., 2008; PPG I, 2016; LIMA; SALINO, 2018b).

Dicranopteris flexuosa (Schrad.) Underw. é uma espécie neotropical com ampla distribuição no Brasil (ocorrendo em todos os estados, exceto no Acre e Piauí), Bolívia,

América Central, Colômbia, Equador, Guiana, México, Paraguai, Peru, Venezuela e Estados Unidos. A espécie ocorre no Brasil em altitudes entre 100 m e 2.000 m, colonizando áreas perturbadas e se mostrando dominante nesses ambientes (LIMA; SALINO, 2017; LIMA; SALINO, 2018b).

A espécie *D. flexuosa* é de particular interesse por demonstrar alta toxicidade para animais e agressividade, através de seu elevado potencial alelopático (SILVA et al., 2011). A Figura 1 mostra uma folha da espécie deste estudo.

Figura 1 – Folha de *Dicranopteris flexuosa*.



Fonte: Do autor (2019).

2.3 Descrição do ambiente de estudo

O Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB) (S 21°19' W 44°58') está localizado em uma região de transição entre os domínios de Cerrado e Floresta Estacional Semidecidual, com variação da altitude entre 1.000 e 1.300 m, representando uma significativa amostra da vegetação da região do Alto Rio Grande, no sul do Estado de Minas Gerais (DALANESI; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2004; OLIVEIRA-FILHO et al., 2007).

O PEQRB apresenta quatro principais tipos de fitofisionomias bem representadas e razoavelmente preservadas: floresta, cerrado, campo rupestre e campo de altitude, compreendendo uma área de cerca de 209,7 ha (DALANESI; OLIVEIRA-FILHO; FONTES, 2004).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Coleta do material vegetal e local de execução das análises

Indivíduos de *Dicranopteris flexuosa* (Gleicheniaceae) foram identificados e coletados em ambiente natural no PEQRB, no município de Lavras-MG. As coletas ocorreram em dois ambientes com diferentes condições luminosas: (1) em um afloramento rochoso de campo rupestre (ambiente a pleno sol, S 21°19'43,0" W 44°58'26,1", 1.066 m) e (2) no interior de mata ciliar (ambiente sombreado, S 21°19'47,1" W 44°58'19,4", 1.020 m). As coordenadas geográficas e a altitude dos dois pontos de coleta foram determinadas com o uso do GPS portátil eTrex 30 (Garmin Ltd., Chicago, USA).

Um exemplar da espécie foi coletado para a herborização, montado uma exsicata e depositada no Herbário da ESAL com o número de identificação ESAL-23888, sendo a duplicata enviada e identificada pelo taxonomista Dr. Alexandre Salino (ICB-UFMG).

As análises das trocas gasosas e do teor de clorofila foram realizadas *in situ* nas populações de *D. flexuosa* ocorrentes no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, no período matutino, para os dois ambientes de ocorrência. As demais análises foram realizadas no Laboratório de Anatomia Vegetal (Setor de Botânica) do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras.

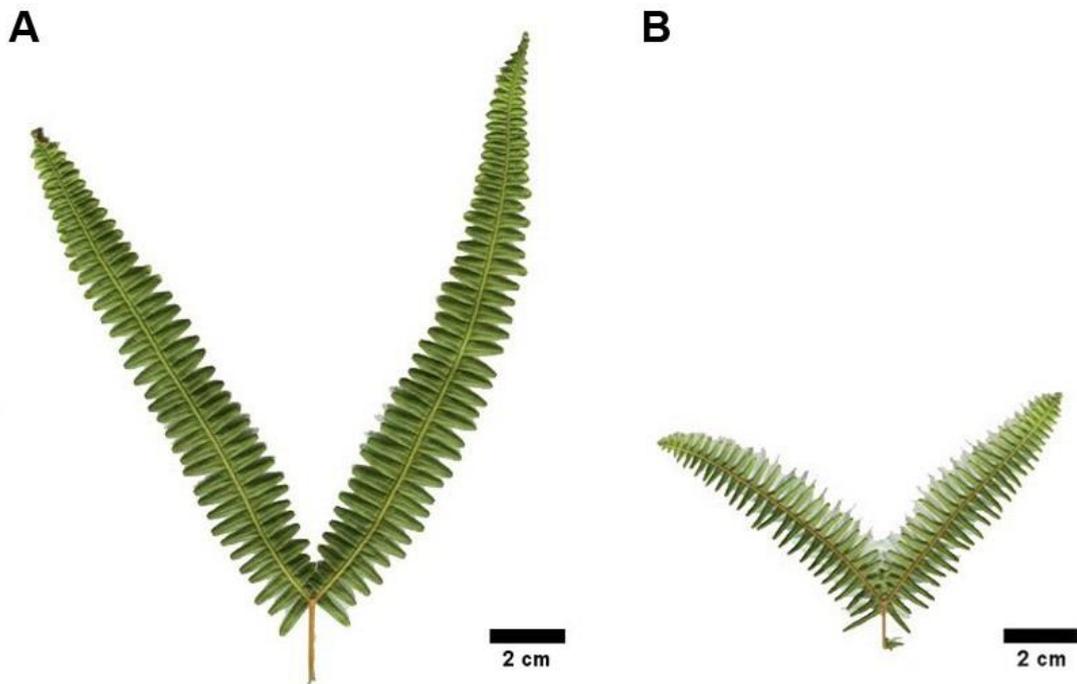
3.2 Análise biométrica e teor relativo de água

A análise biométrica foi realizada utilizando 20 repetições por tratamento. As imagens dos folíolos foram obtidas no escâner de mesa Epson V370 (Seiko Epson Corporation, Suwa, Nagano, Japan) e a área foliar foi mensurada com o software de análise de imagens ImageJ (NIH, Bethesda, Maryland, USA).

A área foliar foi avaliada em uma peça dicotômica da folha de *D. flexuosa* (FIGURA 2). Após a determinação da área foliar, os folíolos foram secos em estufa a 60 °C por 72 horas e a massa seca de cada folíolo foi pesado na balança analítica SHIMADZU-AW 220 (Shimadzu Corporation, Kyoto, Japan). A área foliar específica (AFE) foi calculada através da razão entre a área foliar (AF) e a massa seca foliar (MSF), conforme a equação (1) (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009):

$$AFE = AF/MSF \quad (1)$$

Figura 2 – Foliólos de *D. flexuosa* e ambiente de mata ciliar (A) e campo rupestre (B), evidenciando a unidade dicotômica, típica da espécie, na qual foram realizadas as análises biométricas e de trocas gasosas.



Fonte: Do autor (2019).

A análise do teor relativo de água (TRA) foi realizada com dois foliólulos por planta, totalizando $n = 80$ foliólulos/ambiente, que foram inicialmente pesados na balança analítica obtendo-se a massa fresca (MF) e, logo em seguida, imersos em água ultrapura Milli-Q (Millipore Corporation, Burlington, Massachusetts, USA) por 72 horas em temperatura ambiente e, novamente, pesados, obtendo-se a massa túrgida (MT). Posteriormente, os foliólulos foram secos em estufa a 60 °C por 72 horas, sendo pesados após este período obtendo-se a massa seca (MS). A análise do TRA foi obtida através da equação (2) proposta por Barrs e Weatherley (1962):

$$\text{TRA} = [(MF-MS)/(MT-MS)] \times 100 \quad (2)$$

3.3 Análise da fotossíntese, das trocas gasosas e do teor de clorofila

A fotossíntese líquida (A), a transpiração (E), a condutância estomática (g_s) e o carbono intercelular (C_i) foram avaliados utilizando o analisador portátil de gases por infravermelho LI-6400 (Li-COR Biosciences, Lincoln, Nebraska, USA) equipado com câmara de análise de 6 cm² e fonte artificial de luz (LI-6400-02B RedBlue, Li-COR), com

densidade de fluxo de fótons fotossinteticamente ativos (DFFFA) ajustados para $1.500 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$.

As avaliações foram feitas no período entre as 8 e 10 horas da manhã, utilizando 20 repetições em cada ambiente e as leituras foram realizadas em dois folíolos completamente expandidos por planta ($n = 40$ folíolos/ambiente). A partir destes dados foram obtidas a eficiência de carboxilação (A/C_i), a razão C_i/C_a , a eficiência no uso da água ($EUA = A/E$) e a eficiência intrínseca no uso da água ($EUA_i = A/g_s$).

O teor de clorofila nos folíolos foi estimado utilizando o medidor portátil de clorofila SPAD-502 (Konica Minolta, Tokyo, Japan). As avaliações foram realizadas nas mesmas condições e quantidades descritas acima para as análises de trocas gasosas em cada ambiente.

3.4 Análise estatística

Os dados obtidos nas análises foram testados quanto a sua normalidade pelo teste de Shapiro-Wilk e, posteriormente, submetidos à análise de variância (ANAVA) em delineamento inteiramente casualizado. As médias obtidas foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, realizadas no software estatístico SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

3.5 Anatomia descritiva do folíolo

Para a anatomia descritiva, o material vegetal foi fixado em F.A.A. 70% (formaldeído, ácido acético e etanol 70%) [0,5:0,5:9,0] por 72 horas para a preservação dos tecidos (KRAUS; ARDUIM, 1997). Posteriormente, os folíolos foram armazenados em etanol 70% e submetidos à desidratação gradual com etanol 80%, 90% e 100%, por duas horas em cada concentração em temperatura ambiente (JOHANSEN, 1940). Em seguida, o material foi submetido ao processo de infiltração em solução de resina líquida e etanol 100% [1:1] por 24 horas e, depois, em resina ativada por 24 horas, em temperatura ambiente. Por fim, os folíolos foram posicionados em histomoldes e incluídos em historresina de hidroxietilmetacrilato (Leica, Heidelberg, Germany) por 72 horas (KRAUS; ARDUIN, 1997).

Secções transversais dos folíolos foram obtidas com o micrótopo rotativo semiautomático YD-335 (Jinhua Yidi Medical Appliance CO., LTD, Zhejiang, China) com espessura de $7 \mu\text{m}$ e corados com Azul de toluidina 1% (O'BRIEN; FEDER; McULLY,

1964). As secções foram posicionadas em Entellan (Merck) entre lâmina e lamínula, compondo um laminário permanente.

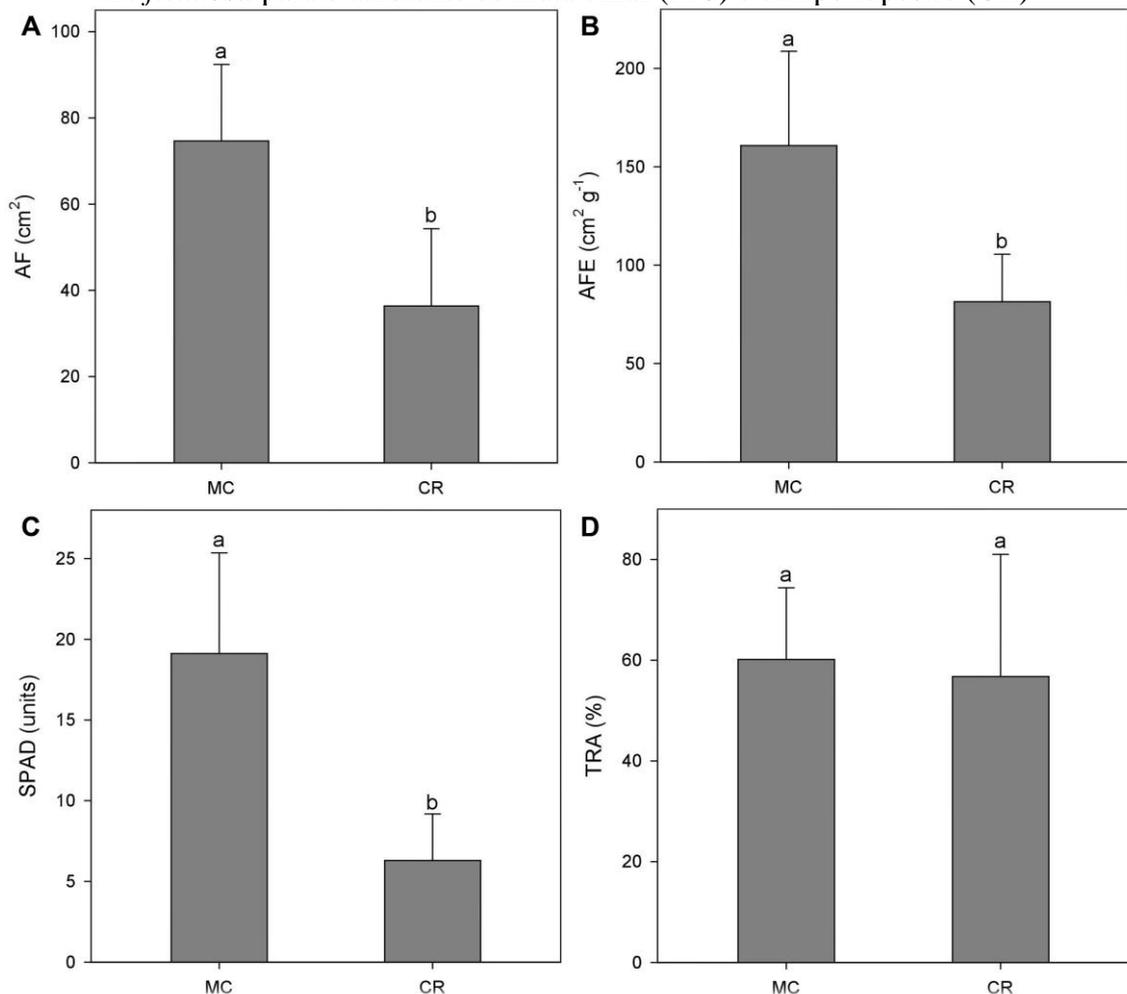
As lâminas foram observadas no microscópio Axio Lab. A1 (Zeiss, Oberkochen, Germany) e imagens digitais foram obtidas com câmara AxioCam Erc 5s (Zeiss, Göttingen, Germany) acoplada ao microscópio.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Análise biométrica, teor de clorofila, teor relativo de água e trocas gasosas

As análises biométricas das folhas de *D. flexuosa* se mostraram discrepantes entre os ambientes (FIGURA 3), havendo aumento na área foliar (AF) e na área foliar específica (AFE) de respectivamente 51,30% e 49,37%, nas folhas de interior de mata ciliar em comparação com as folhas de campo rupestre, como observado na Figura 2. O mesmo padrão foi observado para o teor de clorofila, sendo 67,10% maior em folhas de interior de mata ciliar. Para os dados do teor relativo de água, não houve diferença no status hídrico das plantas entre os ambientes.

Figura 3 – Análises biométricas, do teor de clorofila e do teor relativo de água em folhas de *D. flexuosa* para o ambiente de mata ciliar (MC) e campo rupestre (CR).



Legenda: AF: área foliar; AFE: área foliar específica; SPAD: teor de clorofila; TRA: teor relativo de água. Barras indicam o desvio padrão e as letras iguais indicam que não houve diferença entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2019).

A folha é o principal órgão onde ocorre a realização das trocas de carbono e água entre planta-atmosfera, apresentando grande plasticidade anatômica, morfológica e fisiológica, de acordo com características do ambiente em que se encontram, principalmente em relação à radiação luminosa (SANCHES et al., 2009; SANTOS et al., 2014).

O aumento da AF e AFE de *D. flexuosa* em condições de sombreamento consiste numa estratégia que aumenta a superfície foliar fotossintetizante e, conseqüentemente, a captação da radiação incidente, que é baixa devido ao dossel, permitindo a eficiência fotossintética da planta (GOBBI et al., 2011; DALMOLIN et al., 2015).

Em relação ao teor de clorofila, maiores concentrações de clorofila total são observadas em plantas de ambiente sombreado em relação a ambientes com alta irradiância solar, uma vez que a condição luminosa ocasiona o processo fotooxidativo e conseqüente degradação da molécula de clorofila, havendo baixa concentração nas folhas com intensa exposição luminosa, assim como concentrações elevadas de clorofila em plantas de ambiente sombreado permite o aumento da capacidade de absorção de luz para a fase fotoquímica (LIMA-JUNIOR et al., 2005; SIEBENEICHLER et al., 2008; LIMA et al., 2011).

As trocas gasosas apresentaram diferenças significativas entre os dois ambientes, como mostrado na Figura 4. A taxa de fotossíntese líquida (A) foi 17,47% maior em folhas do ambiente de campo rupestre. Da mesma forma, a transpiração (E) e a condutância estomática (g_s), foram 27,80% e 16,85% maiores no ambiente de campo rupestre, respectivamente. Entretanto, a eficiência do uso da água (EUA) mostrou-se 15,25% maior nas folhas de interior de mata ciliar.

A trocas gasosas variam de acordo com o ambiente, sendo as duas principais limitações a disponibilidade de água e CO_2 e a radiação (BALIZA et al., 2012). A condição de sombreamento resulta em menor disponibilidade de radiação, o que reduz a taxa fotossintética nas plantas de ambiente de interior de mata ciliar. Sobre a disponibilidade de CO_2 , não houve diferença entre os valores do carbono intercelular (C_i) e a razão C_i/C_a , sendo o mesmo observado para a eficiência de carboxilação (A/C_i) e para a eficiência intrínseca do uso da água (EUA_i).

Na condição de sombreamento do ambiente de interior de mata ciliar, os valores de A, E e g_s menores em relação ao ambiente de campo rupestre influenciaram no valor da EUA, que se mostrou maior na condição de sombreamento, assim como o elevado teor de clorofila, conforme observado por Schock et al. (2014) e Dalmolin et al. (2015). A EUA é definida como a razão de carbono assimilado por molécula de água transpirada, sendo um medida independente da razão C_i/C_a como a EUA_i, que consiste na razão de assimilação de carbono

por unidade de g_s (ZHOU et al., 2017). Dessa forma, os valores não significativos da razão C_i/C_a evidenciam que a concentração de carbono intercelular e atmosférico é similar nos dois ambientes e, apesar da diferença significativa entre o valor de g_s , não houve interferência no custo de assimilação do carbono, refletido na razão A/C_i , que também foi similar entre os ambientes.

A condição de sombreamento do ambiente de interior de mata ciliar afeta a biometria, o teor de clorofila e as trocas gasosas das plantas (LIMA-JUNIOR et al., 2005). Nesse ambiente, o microclima e a baixa intensidade luminosa garantem uma menor temperatura foliar e, conseqüentemente, menor transpiração, assim como menor taxa de líquida de assimilação de CO_2 , reduzindo o ganho de carbono (SHOCK et al., 2014; DALMOLIN et al., 2015).

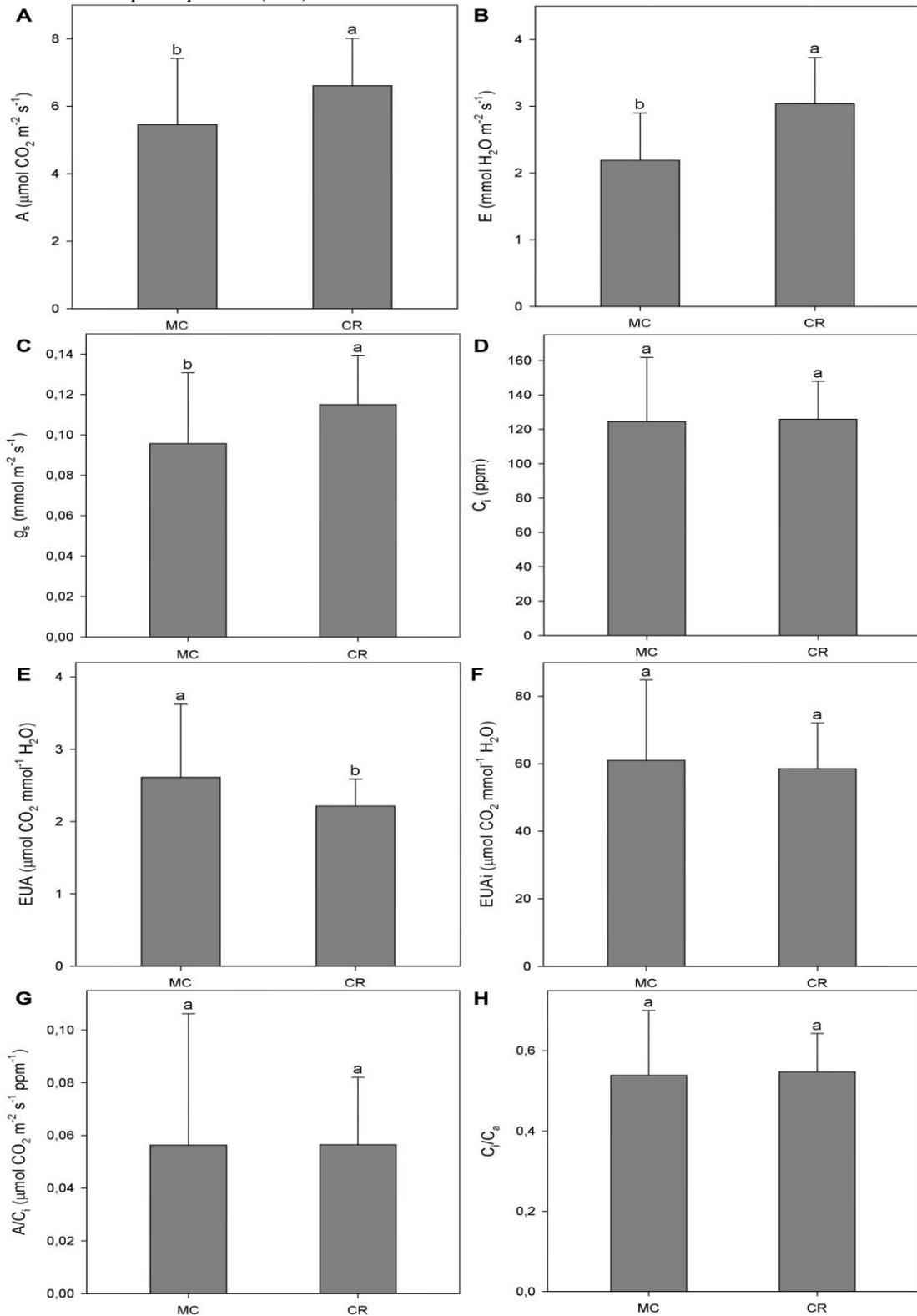
Em geral, as plantas do ambiente de campo rupestre, devido à exposição luminosa intensa ao longo do dia, apresentam maior taxa de assimilação de CO_2 , transpiração e condutância estomática, mas em contrapartida, apresentam menor crescimento (CONFORTO; ANDREOLI; CAVALCANTE, 2008; MOTA; SCALON; MUSSURY, 2013).

Um outro aspecto observado é que plantas expostas ao pleno sol apresentam menor porte, visto que o crescimento das plantas em ambiente sombreado ocorre em reposta ao alongamento celular, que permite a planta superar a baixa disponibilidade de luz (LIMA-JUNIOR et al., 2005; MOTA; SCALON; MUSSURY, 2013; DALMOLIN et al., 2015).

A plasticidade fisiológica observada em *D. flexuosa* nos dois ambientes é um fator notável, visto que existe um mecanismo adaptativo que permite o uso efetivo da radiação solar disponível e o crescimento e sobrevivência da planta no ambiente, uma vez que a luz tem papel fundamental na regulação da produção primária e no crescimento das plantas (REGO; POSSAMAI, 2006; DOUSSEAU et al., 2007). Além disso, pode favorecer o crescimento excessivo e o comportamento invasivo dessas plantas nestes ambientes, acarretando a necessidade de controle e monitoramento maiores nestes ambientes para evitar problemas.

É evidenciado na literatura estudos que mostram potencial fitotóxico e alelopático de pteridófitas, principalmente da espécie *D. flexuosa* (SOARES; VIEIRA, 2000; MÜLLER et al., 2007; CAMPOS et al., 2008; SILVA et al., 2011), que apresenta expressivo crescimento e agressividade em meio à vegetação, consistindo em uma espécie que pode influenciar na distribuição e na biodiversidade das plantas.

Figura 4 – Trocas gasosas em folhas de *D. flexuosa* para o ambiente de mata ciliar (MC) e campo rupestre (CR).



Legenda: A: taxa de fotossíntese líquida; E: transpiração; g_s : condutância estomática; C_i : carbono intercelular; EUA: eficiência do uso da água; EUAi: eficiência intrínseca do uso da água; A/C_i : eficiência de carboxilação; C_i/C_a : razão entre carbono intercelular e carbono atmosférico. Barras indicam o desvio padrão e as letras iguais indicam que não houve diferença entre as médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Fonte: Do autor (2019).

Avaliar as modificações em reposta ao ambiente em que a planta ocorre permite analisar a plasticidade morfológica e fisiológica relacionada às adaptações à condição luminosa (SANCHES et al., 2009).

4.2 Anatomia descritiva do folíolo de *D. flexuosa*

A anatomia do folíolo de *D. flexuosa* (FIGURA 5) evidenciou a existência de uma epiderme (FIGURAS 5C e 5G) com uma única camadas de células tabulares e justapostas sem espaços intercelulares na face adaxial. Na parede periclinal, observou-se a parede celular espessa com deposição de lignina e cutícula.

Internamente, o mesofilo (FIGURA 5H) é composto por uma camada de células ricas em cloroplastídeos, com paredes irregulares e poucos espaços intercelulares, constituindo o parênquima plicado, com diversas reentrâncias da parede, formando expansões. O parênquima esponjoso imediatamente abaixo possui células irregulares com inúmeros espaços intercelulares, principalmente câmaras.

A epiderme da face abaxial (FIGURA 5C) é unisseriada e composta por células tabulares e justapostas, sem espaços intercelulares, onde é possível observar estômatos. O mesofilo é dorsiventral e o folíolo é hipoestomático, com os estômatos anomocíticos localizados em criptas estomáticas (FIGURAS 5G e 5H), com células-guarda de morfologia reniforme contendo cloroplastídeos, sendo observados na secção transversal.

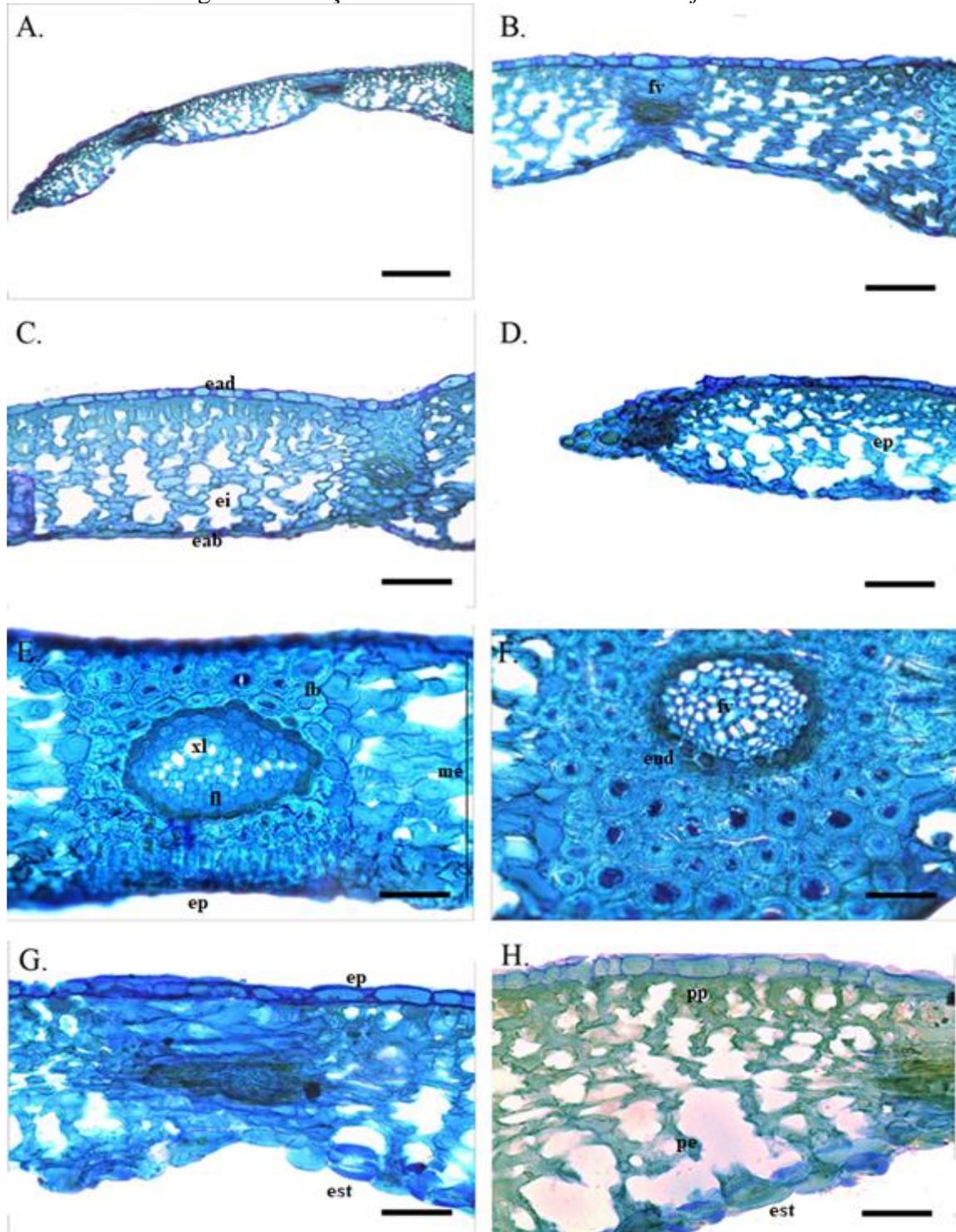
Na nervura central (FIGURAS 5E e 5F), a epiderme de ambas as faces é composta por uma camada de células justapostas e com morfologia variável e a parede periclinal externa espessa e sem estômatos. A nervura central consiste em uma região retangular inteiramente composta por fibras e apresenta um feixe vascular anficrival com uma camada de endoderme envolvendo o feixe e floema ao redor do xilema constituído de traqueídes.

Ao longo do mesofilo é possível identificar outros feixes vasculares secundários (FIGURA 5B e 5G), envolvidos por uma camada de fibras que formam uma extensão do envoltório de fibras com duas ou três camadas de células e se dispõem de uma epiderme à outra. Na região do bordo foliar as células epidérmicas possuem paredes bastante espessas conferindo resistência mecânica (FIGURA 5A e 5D).

Os trabalhos realizados sobre anatomia existentes na literatura referem-se ao gênero *Gleichenia* Smith que é sinônimo do gênero *Dicranopteris*, da mesma forma que a espécie *G. flexuosa* (Schrad.) Mett. é sinônima de *D. flexuosa*. Estes trabalhos realizados por Boodle e

Hiley (1909), Chrysler (1943), Chryslley (1944) e Mindell et al. (2006) tratam da anatomia do pecíolo e do sistema vascular de espécies do gênero *Gleichenia*.

Figura 5 – Secções transversais do folíolo de *D. flexuosa*.



Legendas: ead = epiderme da face adaxial, eab = epiderme da face abaxial, ep = epiderme, est = estômato, pp = parênquima paliçádico plicado, pe = parênquima esponjoso, me = mesofilo, ei = espaço intercelular, fv = feixe vascular, xl = xilema, fl = floema, fb = fibra. Barras: A: 250 μm ; B-D: 100 μm ; E-H: 50 μm .

Fonte: Do autor (2019).

Através da anatomia do folíolo de *D. flexuosa*, podemos observar características típicas de plantas xeromórficas, como a presença de espaços intercelulares e a localização dos estômatos em depressões da epiderme (RIBEIRO; SANTOS; MORAES, 2007; RIBEIRO et al., 2012). O mesofilo dorsiventral com diferenciação das células em parênquima paliçádico e esponjoso (CASTRO; PEREIRA; PAIVA, 2009).

Os conhecimentos sobre a anatomia das plantas consiste em uma base para os estudos de fisiologia e botânica aplicada, além de permitir compreender a adaptação da planta a um determinado ambiente (GAVILANES et al., 2016).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As plantas de *D. flexuosa* apresentaram maior área foliar e área foliar específica assim como teor de clorofila no ambiente de interior de mata ciliar, onde se encontram em uma condição de sombreamento pelo dossel.

Por outro lado, a fotossíntese, a transpiração e a condutância estomática se mostraram maiores nas plantas de campo rupestre, devido à constante exposição solar. Entretanto, estas plantas apresentaram menor eficiência do uso da água quando comparadas com as plantas do interior de mata ciliar.

A anatomia dos folíolos de *D. flexuosa* evidenciam características xeromórficas, uma vez que a presença de fibras ocorrendo na região da nervura central e no bordo foliar.

Através das análises biométricas e das trocas gasosas, foi possível observar a biologia de *D. flexuosa* ocorrendo em dois ambiente com diferentes condições luminosas naturais, assim como observar a organização interna dos tecidos foliares através da anatomia descritiva.

REFERÊNCIAS

- ARANTES, A. A.; PRADO, J.; RANAL, M. A. Monilófitas da Estação Ecológica do Panga, Uberlândia, Estado Minas Gerais, Brasil: Dennstaedtiaceae, Dryopteridaceae, Gleicheniaceae, Hymenophyllaceae e Lindsaeaceae. **Hoehnea**, v. 35, n. 3, p. 367-378, 2008.
- ATHAYDE-FILHO, F. P.; WINDISCH, P. G. Florística e aspectos ecológicos das pteridófitas em uma floresta de Restinga no estado do Rio Grande do Sul, Brasil. **Iheringia, Ser. Bot.**, v. 61, n. 1-2, p. 63-71, 2006.
- BALIZA, D. P.; CUNHA, R. L.; CASTRO, E. M.; BARBOSA, J. P. R. A. D.; PIRES, M. F.; GOMES, R. A. Trocas gasosas e características estruturais adaptativas de cafeeiros cultivados em diferentes níveis de radiação. **Coffee Sci.**, v. 7, n. 3, p. 250-258, 2012.
- BARRS, H. D.; WEATHERLEY, P. E. A re-examination of the relative turgidity technique for estimating water deficits in leaves. **Aust. J. Biol. Sci.**, v. 15, p. 413-428, 1962.
- BOODLE, L. A.; HILEY, W. E. On the vascular structure of some species of *Gleichenia*. **Ann. Bot.**, v. 23, n. 3, p. 419-432, 1909.
- CAMPOS, J. M. S.; DAVIDE, L. C.; SOARES, G. L. G.; VICCINI, L. F. Mutagenic effects due to allelopathic action of fern (Gleicheniaceae) extracts. **Allelopathy J.**, v. 22, n. 1, p. 143-151, 2008.
- CASTRO, E. M.; PEREIRA, F. J.; PAIVA, R. **Histologia vegetal: estrutura e função de órgãos vegetativos**. Lavras: Editora UFLA, 2009. 234 p.
- CHRYSLER, M. A. The Vascular Structure of the Leaf of *Gleichenia*. I. The Anatomy of the Branching Regions. **Am. J. Bot.**, v. 30, n. 9, p. 735-743, 1943.
- CHRYSLER, M. A. The Vascular Structure of the Leaf of *Gleichenia*. II. The Petiolar Bundle. **Am. J. Bot.**, v. 31, n. 8, p. 483-491, 1944.
- CONFORTO, E. C.; ANDREOLI, R. P.; CAVALCANTE, J. R. Trocas gasosas e teor de clorofila em folhas sombreadas de plantas jovem de seringueira. **Braz. J. Agric.**, v. 83, n. 1, p. 75-79, 2008.
- COSTA, J. M.; PIETROBOM, M. R. Pteridófitas (Lycophyta e Monilophyta) da Ilha de Mosqueiro, município de Belém, estado do Pará, Brasil. **Bol. Mus. Para. Emílio Goeldi. Ciências Naturais**, v. 2, n. 3, p. 45-55, 2007.
- CYRILLO, S.; WERNER, V. S. P.; BOLDRIN, A. H. L. Levantamento preliminar das pteridófitas na Ilha de Urubuqueçaba, Santos, São Paulo, Brasil. **Rev. Ceciliana**, v. 3, n. 1, p. 54-57, 2011.
- DALANESI, P. E.; OLIVEIRA-FILHO, A. T.; FONTES, M. A. L. Flora e estrutura do componente arbóreo da floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras - MG e correlações entre a distribuição das espécies e variáveis ambientais. **Acta Bot. Bras.**, v. 18, p. 737-757, 2004.

DALMOLIN, A. C.; THOMAS, S. E. O.; ALMEIDA, B. C.; ORTÍZ, C. E. R. Alterações morfofisiológicas de plantas jovens de *Curatella americana* L. submetidas ao sombreamento. **R. bras. Bioci.**, v. 13, n. 1, p. 41-48, 2015.

DOUSSEAU, S.; ALVARENGA, A. A.; SANTOS, M. O.; ARANTES, L. O. Influência de diferentes condições de sombreamento sobre o crescimento de *Tapirira guianensis* Alb. **R. bras. Bioci.**, v. 5, n. 2, p. 477-479, 2007.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciênc. agrotec.**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

FIGUEIREDO, J. B.; SALINO, A. Pteridófitas de quatro Reservas Particulares do Patrimônio Natural ao Sul da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais, Brasil. **Lundiana**, v. 6, n. 2, p. 83-94, 2005.

GAZOLLA-NETO, A.; AUMONDE, T. Z.; PEDÓ, T.; OLSEN, D.; VILLELA, F. A. Ação de níveis de luminosidade sobre o crescimento de plantas de maria-pretinha (*Solanum americanum* Mill.). **R. bras. Bioci.**, v. 11, n. 1, p. 88-92, 2013.

GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M.; PIRES, M. F.; PEREIRA, F. J.; PEREIRA, M. P. Micromorfometria foliar de *Palicourea rigida* Kunth. (Rubiaceae) em ambiente de cerrado e Campo Rupestre. **CERNE**, v. 22, n. 2, p. 163-170, 2016.

GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCEZ-NETO, A. F.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **R. Bras. Zootec.**, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, 2011.

GONZATTI, F.; VALDUGA, E.; WASUM, R. A.; SCUR, L. Florística e aspectos ecológicos de samambaias e licófitas em remanescentes de matas estacionais decíduais da serra gaúcha, Rio Grande do Sul, Brasil. **R. Bras. Bioci.**, v. 12, n. 2, p. 90-97, 2014.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill, 1940. 523 p.

KRAUS, J. E.; ARDUIN, M. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Rio de Janeiro: EDUR, 1997. 198 p.

LAUTERT, M.; TEMPONI, L. G.; VIVEROS, R. S.; SALINO, A. Lycophytes and ferns composition of Atlantic Forest conservation units in western Paraná with comparisons to other areas in southern Brazil. **Acta Bot. Bras.**, v. 29, n. 4, p. 499-508, 2015.

LEHN, C. R.; ASSIS, E. L. M.; SALINO, A. Check-list das samambaias e licófitas do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. **Iheringia, Ser. Bot.**, v. 73, n. supl., p. 255-263, 2018.

LIMA, J. D.; SILVA, B. M. S.; MORAES, W. S.; DANTAS, V.; ALMEIDA, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). **Acta Bot. Bras.**, v. 38, n. 1, p. 5-10, 2008.

LIMA, L. V.; SALINO, A. Flora das cangas da Serra dos Carajás, Pará, Brasil: Gleicheniaceae. **Rodriguésia**, v. 68, n. 3, p. 843-845, 2017.

- LIMA, L. V.; SALINO, A. *Sticherus holttumii* (Gleicheniaceae, Polypodiopsida), a new species from Brazil, and the first Brazilian record of *Sticherus brevitomentosus*. **Phytotaxa**, v. 340, n. 2, p. 181-185, 2018a.
- LIMA, L. V.; SALINO, A. The fern family Gleicheniaceae (Polypodiopsida) in Brazil. **Phytotaxa**, v. 358, n. 3, p. 199-234, 2018b.
- LIMA, M. C.; AMARANTE, L.; MARIOT, M. P.; SERPA, R. Crescimento e produção de pigmentos fotossintéticos em *Achillea millefolium* L. cultivada sob diferentes níveis de sombreamento e doses de nitrogênio. **Cienc. Rural**, v. 41, n. 1, p. 45-50, 2011.
- LIMA-JUNIOR, E. C.; ALVARENGA, A. A.; CASTRO, E. M.; VIEIRA, C. V.; OLIVEIRA, H. M. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. **Cienc. Rural**, v. 35, n. 5, p. 1092-1097, 2005.
- MAZZIERO, F. F. F.; LABIAK, P. H.; PACIÊNCIA, M. L. B. Checklist of ferns and lycophytes from the Parque Estadual Turístico do Alto Ribeira, Iporanga, São Paulo, Brazil. **Biotaxa**, v. 11, n. 6, p. 1-9, 2015.
- MINDELL, R. A.; STOCKEY, R. A.; ROTHWELL, G. W.; BEARD, G. *Gleichenia appianensis* sp. Nov. (Gleicheniaceae): a permineralized rhizome and associated vegetative remains from the Eocene of Vancouver Island, British Columbia. **Int. J. Plant Sci.**, v. 167, n. 3, p. 639-647, 2006.
- MOTA, L. H. S.; SCALON, S. P. Q.; MUSSURY, R. M. Efeito do condicionamento osmótico e sombreamento na germinação e no crescimento inicial das mudas de angico (*Anadenanthera falcata* Benth. Speg.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, v. 15, n. 4, p. 655-663, 2013.
- MÜLLER, C.; CHAGAS, F. F.; PERES, M. T. L. P.; HESS, S. C.; FACCENDA, O.; DALOSO, D. M. Potencial fitotóxico de algumas espécies Gleicheniaceae sobre *Allium cepa* L.. **R. Bras. Bioci.**, v. 5, n. 2 p. 45-47, 2007.
- NÓBREGA, G. A.; EISENLOHR, P. V.; PACIÊNCIA, M. L. B.; PRADO, J.; AIDAR, M. P. M. A composição florística e a diversidade de pteridófitas diferem entre a Floresta de Restinga e a Floresta Ombrófila Densa das Terras Baixas do Núcleo Picinguaba / PESM, Ubatuba/SP? **Biota Neotrop.**, v. 11, n. 2, p. 153-164, 2011.
- NÓBREGA, G. A.; PRADO, J. Pteridófitas da vegetação nativa do Jardim Botânico Municipal de Bauru, Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v. 35, n. 1, p. 7-55, 2008.
- O'BRIEN, T. P.; FEDER, N.; MCCULLY, M. E. Polychromatic staining of plant cell walls by toluidine blue O. **Protoplasma**, v. 59, n. 2, p. 368-373, 1964.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; MACHADO, E. L. M.; DUTRA, G. C.; BORGES, L. A.; COELHO, S. J.; DALANESI, P. E. Dinâmica do componente arbóreo na floresta do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito em Lavras, MG. **R. Bras. Bioci.**, v. 5, supl. 1, p. 852-854, 2007.

PALLOS, J.; GÓES-NETO, L. A. A.; COSTA, J. M.; SOUZA, F. S.; PIETROBOM, M. R. Licófitas e samambaias da Serra do Itauajuri, município de Monte Alegre, Pará, Brasil. **Rodriguésia**, v. 67, n. 4, p. 997-1009, 2016.

PACHECO, P.; PAULILO, M. T. S. Efeito da intensidade de luz no crescimento inicial de plantas de *Cecropia glazioui* Snethlage (Cecropiaceae). **INSULA**, v. 38, p. 28-41, 2009.

PIETROBOM, M. A.; BARROS, I. C. L. Pteridófitas da Mata do Estado, município de São Vicente Férrer, estado de Pernambuco, Brasil: chave para as famílias Gleicheniaceae, Hymenophyllaceae, Marattiaceae e Vittariaceae. **Rev. Biol. Neotrop.**, v. 3, n. 2, p. 125-138, 2006.

PPG I (The Pteridophyte Phylogeny Group). A community-derived classification for extant lycopods and ferns. **J. Syst. Evol.**, v. 54, n. 6, p. 563-603, 2016.

PRADO et al. Diversity of ferns and lycophytes in Brazil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 4, p. 1073-1083, 2015.

PRADO, J.; HIRAI, R.Y. Checklist das licófitas e samambaias do Estado de São Paulo, Brasil. **Biota Neotrop.**, v. 11, n. supl. 1, p. 161-190, 2011.

PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; WOLF, P. G.; SCHNEIDER, H.; SMITH, A. R.; CRANFILL, R. Phylogeny and evolution of ferns (Monilophytes) with a focus on the early leptosporangiate divergences. **Am. J. Bot.**, v. 91, n. 10, p. 1582-1598, 2004.

REGO, G. M.; POSSAMAI, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. **Bol. Pesq. Fl.**, v. 53, n. 1, p.179-194, 2006.

RIBEIRO, M. L. R. C.; SANTOS, M. G.; MORAES, M. G. Leaf anatomy of two *Anemia* Sw. species (Schizaeaceae-Pteridophyte) from a rocky outcrop in Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. **Rev. Bras. Bot.**, v. 30, n. 4, p. 695-702, 2007.

RIBEIRO, M. N. O.; CARVALHO, S. P.; PEREIRA, F. J.; CASTRO, E. M. Anatomia foliar de mandioca em função do potencial para tolerância à diferentes condições ambientais. **Rev. Ciênc. Agron.**, v. 43, n. 2, p. 354-361, 2012.

RODRIGUES, S. T.; ALMEIDA, S. S.; ANDRADE, L. H. C.; BARROS, I. C. L.; VAN DEN BERG, M. E. Composição florística e abundância de pteridófitas em três ambientes da bacia do rio Guamá, Belém, Pará, Brasil. **Acta Amaz.**, v. 34, n. 1, p. 35-42, 2004.

SANCHES, M. C.; MIELKE, M. S.; SOUZA, C. S. D.; VIEIRA, A. J. D.; LOPES, M. M. M.; SILVA-JÚNIOR, M. B. Morfologia foliar de indivíduos jovens e adultos de *Caesalpinia echinata* Lam. numa floresta semidecídua do sul da Bahia. **R. Árvore**, v. 33, n. 5, p. 885-893, 2009.

SANTOS, M. S.; FEIJÓ, N. S. A.; SECCO, T. M.; MIELKE, M. S.; GOMES, F. P.; COSTA, L. C. B.; SILVA, D. C. Efeitos do sombreamento na anatomia foliar de *Gallesia integrifolia* (Spreng) Harms e *Schinus terebinthifolius* Raddi. **Rev. Bras. Pl. Med.**, v. 16, n. 1, p. 89-96, 2014.

- SCHOCK, A. A.; RAMM, A.; MATINAZZO, E. G.; SILVA, D. M.; BACARIN, M. A. Crescimento e fotossíntese de plantas de pinhão-manso cultivadas em diferentes condições de luminosidade. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, v. 18, n. 1, p. 03-09, 2014.
- SIEBENEICHLER, S. C.; FREITAS, G. A.; SILVA, R. R.; ADORIAN, G. C.; CAPELLARI, D. Características morfofisiológicas em plantas de *Tabebuia heptaphylla* (vell.) tol. em condições de luminosidade. **Acta Amaz.**, v. 38, n. 3, p. 467-472, 2008.
- SILVA, V. S.; CÂNDIDO, A. C. S.; MÜLLER, C.; LAURA, V. A.; FACCENDA, O.; SIMIONATTO, E.; HESS, S. C.; PERES, M. T. L. P. Potencial fitotóxico de *Dicranopteris flexuosa* (Schrad.) Underw. (Gleicheniaceae). **Acta Bot. Bras.**, v. 25, n. 1, p. 95-104, 2011.
- SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. A classification for extant ferns. **Taxon**, v. 55, n. 3, p. 705-731, 2006.
- SMITH, A. R.; PRYER, K. M.; SCHUETTPELZ, E.; KORALL, P.; SCHNEIDER, H.; WOLF, P. G. **Fern classification**. In: RANKER, T. A.; HAUFLER, C. H. (Eds) *Biology and Evolution of Ferns and Lycophytes*. Cambridge: Cambridge University Press, 2008. p. 417-467.
- SOARES, G. L. G.; VIEIRA, T. R. Inibição da germinação e do crescimento radicular de alface (cv. grand rapids) por extratos aquosos de cinco espécies de Gleicheniaceae. **Floresta Ambient.**, v. 7, n.1, p. 180-187, 2000.
- SOUZA, F. S.; SALINO, A.; VIANA, P. L.; SALIMENA, F. R. G. Pteridófitas da Serra Negra, Minas Gerais, Brasil. **Acta Bot. Bras.**, v. 26, n. 2, p. 378-390, 2012.
- ZHOU, S. et al. Response of water use efficiency to global environmental change based on output from terrestrial biosphere models. **Global Biogeochem. Cy.**, v. online, p. 1-18, 2017.