



**LAIANY OLIVEIRA MATIOLI**

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA FOLIAR DE  
*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC (MACELA) COM  
VARIAÇÃO NA MORFOLOGIA EXTERNA E AMBIENTES  
DE OCORRÊNCIAS**

**LAVRAS – MG**

**2023**

**LAIANY OLIVEIRA MATIOLI**

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA FOLIAR DE *Achyrocline satureioides*  
(Lam.) DC (MACELA) COM VARIAÇÃO NA MORFOLOGIA EXTERNA E  
AMBIENTES DE OCORRÊNCIAS**

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

Prof. Dra. Marinês Pires Ferreira Lira  
Orientadora

Me. Joabe Meira Porto  
Coorientador

**LAVRAS – MG  
2023**

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

Matioli, Laiany Oliveira.

Caracterização anatômica foliar de (Lam.) DC (macela) com  
variação na morfologia externa e ambientes de ocorrência / Laiany  
Oliveira Matioli. - 2023.

35 p. : il.

Orientador(a): Marinês Ferreira Pires Lira.

Coorientador(a): Joabe Meira Porto.

TCC (graduação) - Universidade Federal de Lavras, 2023.

Bibliografia.

1. Achyrocline satureioides. 2. Área foliar. 3. Cerrado. I. Lira,  
Marinês Ferreira Pires. II. Porto, Joabe Meira. III. Título.

**Laiany Oliveira Matioli**

**CARACTERIZAÇÃO ANATÔMICA FOLIAR DE *Achyrocline satureioides*  
(Lam.) DC (MACELA) COM VARIAÇÃO NA MORFOLOGIA EXTERNA E  
AMBIENTES DE OCORRÊNCIAS**

**LEAF ANATOMICAL CHARACTERIZATION OF *Achyrocline satureioides*  
(Lam.) DC (MACELA) WITH VARIATION IN EXTERNAL MORPHOLOGY  
AND ENVIRONMENTS OF OCCURRENCES**

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

APROVADA em 08 de dezembro de 2023

Dr. Orivaldo Benedito da Silva UFLA

Me. Joabe Meira Porto

Me. Mariana Virginia de Freitas Dias UFLA

Prof. Dra. Marinês Pires Ferreira Lira  
Orientadora

Me. Joabe Meira Porto  
Coorientador

**LAVRAS – MG**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus, por me abençoar todos os dias com o seu amor infinito.

Aos meus pais, por todo o apoio, incentivo e amor incondicional.

Ao meu irmão pelo incentivo.

A todos os meus familiares, tios, tias, primos e primas pelo apoio e incentivo.

Ao meu namorado pelo apoio e incentivo.

A minha a orientadora pelo apoio contínuo, por sua paciência, motivação e imenso conhecimento compartilhado comigo.

Ao meu coorientador, pelo apoio, incentivo e ensinamentos transmitidos.

Aos meus amigos, André e Jacielly por todo apoio, amor e pela amizade que levarei para a vida. Que sorte a minha ter encontrado vocês. Meu eterno trio.

Aos meus amigos da Ufla e aos do estágio, pela amizade e apoio.

A todos os professores que contribuíram com a minha formação acadêmica e profissional durante a minha vida.

Aos técnicos e funcionários da universidade, em especial a Wanderleia por todo o carinho e cuidado.

Por fim, todos aqueles que me apoiaram e contribuíram para a conclusão dessa etapa. Meu muito obrigada.

## RESUMO

O cerrado brasileiro é reconhecido como um domínio fitogeográfico mais rico do mundo por sua diversidade biológica, espécies endêmicas, além variação na sua fitofisionomia. A família Asteraceae é de grande ocorrência em regiões de Cerrado, onde espécies como *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC apresentam propriedades medicinais importantes. Porém, essa espécie possui grande variação morfológica e ocorre em diferentes fitofisionomias, e não há estudos que mostrem se há divergência anatômica e histoquímica entre estas plantas. Diante disso, o objetivo do estudo foi a caracterização anatômica foliar de indivíduos de macela com variação na morfologia externa, ocorrentes em Cerrado *stricto sensu* e Campo Rupestre. Folhas foram coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras – MG, em dois ambientes distintos de Cerrado: Campo rupestre e Cerrado *stricto sensu* e com dois padrões morfológicos (tipo 1 e 2). Foram realizados testes histoquímicos, anatomia quantitativa das folhas, conteúdo de clorofila (SPAD) e massa e dimensões foliares. Diante disso, foi observado que em relação ao ambiente de ocorrência dos indivíduos, houve resultados significativos para a espessura a cutícula adaxial e índice de vulnerabilidade de Carlquist de plantas do Cerrado. Já as Plantas de Campo Rupestre apresentaram aumento no número de vasos e frequência de vasos do metaxilema. Entre as morfologias, a do tipo 2 apresentou aumento da espessura da cutícula abaxial, maior massa seca e área foliar. A maioria das características anatômicas é influenciada pelo padrão morfológico das folhas, independente do ambiente de ocorrência.

**Palavras-Chave:** *Achyrocline satureioides*, Área foliar, Cerrado.

## ABSTRACT

The Brazilian cerrado is recognized as the richest phytogeographical domain in the world due to its biological diversity, endemic species, and variation in its phytophysiology. The Asteraceae family is widely found in Cerrado regions, where species such as *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC have important medicinal properties. However, this species has great morphological variation and occurs in different phytophysologies, and there are no studies that show whether there is anatomical and histochemical divergence between these plants. Therefore, the objective of the study was the leaf anatomical characterization of macela individuals with variation in external morphology, occurring in Cerrado *stricto sensu* and Campo Rupestre. Leaves were collected in the Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, in two distinct Cerrado environments: Campo rupestre and Cerrado *stricto sensu* and with two morphological patterns (type 1 and 2). Histochemical tests, quantitative leaf anatomy, chlorophyll content (SPAD) and leaf mass and dimensions were carried out. Therefore, it was observed that in relation to the environment in which the individuals occur, there were significant results for the thickness of the adaxial cuticle and the Carlquist vulnerability index of Cerrado plants. Campo Rupestre Plants showed an increase in the number of vessels and frequency of metaxylem vessels. Among the morphologies, type 2 showed an increase in the thickness of the abaxial cuticle, greater dry mass and leaf area. Most anatomical characteristics are influenced by the morphological pattern of the leaves, regardless of the environment of occurrence.

**Keywords:** *Achyrocline satureioides*, Leaf area, Cerrado.

**SUMÁRIO**

1. INTRODUÇÃO .....	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO .....	10
2.1 Cerrado .....	10
2.2 Campo Rupestre .....	11
2.3 Cerrado <i>stricto sensu</i> .....	11
2.4 Características das folhas de espécies do Cerrado .....	12
2.5 A espécie <i>Achyrocline satureioides</i> (Lam.) DC.....	13
3. OBJETIVOS .....	16
3.1 Objetivos Gerais .....	16
3.2 Objetivos Específicos .....	16
4. METODOLOGIA .....	17
4.1 Local de Estudo .....	17
4.2 Obtenção do Material Vegetal .....	18
4.3 Conteúdo de Clorofila .....	19
4.4 Área Foliar Específica .....	19
4.5 Anatomia Foliar .....	20
4.6 Testes Histoquímicos .....	20
4.7 Análise Estatística .....	21
5. RESULTADOS .....	21
5.1 Histoquímica das Folhas .....	21
5.2 Anatomia Quantitativa das Folhas .....	23
5.3 Massa e Dimensões Foliare. ....	25
6. DISCUSSÃO .....	28
7. CONCLUSÃO .....	30
REFERÊNCIAS .....	31

## 1. INTRODUÇÃO

O Cerrado brasileiro é reconhecido como o domínio fitogeográfico mais rico do mundo (BFG 2021), com uma grande diversidade biológica, apresentando muitas espécies endêmicas (FELFILI; SILVA JR, 2001). Esta fitofisionomia abriga um diversificado patrimônio de espécies, os quais estão adaptados às adversas condições climáticas, edáficas e hídricas que delinham a sua existência (DIAS 1992, EITEN 1993). De maneira geral, apresenta-se sobre uma topografia predominantemente suave a suavemente ondulada, caracterizando-se como uma savana tropical típica. Este ambiente é constituído por árvores de formas retorcidas e espaçadas, intercaladas por uma camada gramínea proeminente (EITEN 1993, RIBEIRO & SILVA 1996).

Segundo Francino (2006), esse domínio fitogeográfico, apresenta uma flora muito abundante, constituída por várias famílias, a exemplo da família Asteraceae. Esta família destaca-se como uma das maiores dentro das Angiospermas, com cerca de 23.000 espécies distribuídas em 12 subfamílias, 43 tribos e mais de 1.600 gêneros e representando cerca de 10 % da flora mundial (BREMER, 1994; FUNK et al., 2009). Diante da importância medicinal de muitas espécies dessa família e da ocorrência de variação morfológica intraespecífica, a anatomia foliar pode auxiliar na correta identificação e melhor compreensão das características ecológicas e histoquímicas.

*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC, é uma das espécies pertencentes a família Asteraceae, sendo conhecida também como macela, marcela, marcela-do-campo, camomila-nacional, dentre outros. Cresce espontaneamente em pastagens, beira de estradas e cerrado ralo. Possui propriedades medicinais, como ações anti-inflamatória, reguladora menstrual, antiespasmódica, analgésica, antioxidante e antimicrobiana (DA SILVA & LANGELOH 1994; RETTA et al. 2012), sendo que dentre os componentes químicos na marcela foram observados flavonoides, sesquiterpenos, monoterpenos e polissacarídeos imuno estimulantes (BROUSSALIS et al., 1989; PUHLMANN et al., 1992; ALMEIDA et al., 1998; LORENZI & MATOS, 2002; Leal et al., 2006; HOLZSCHUH et al., 2010; RETTA et al., 2011).

*Achyrocline* é um gênero excepcionalmente difícil quanto à distinção de espécies, que apresentam grande plasticidade morfológica (HIND, 2011). As folhas exibem considerável variabilidade entre diferentes espécies, podendo apresentar variações

mesmo dentro da mesma espécie e até no mesmo indivíduo, como uma resposta às diversas intensidades luminosas incidentes sobre a superfície foliar (ROSSATO 2013). É importante destacar também que diferenças na morfologia foliar podem estar relacionados com fase de crescimento e reprodutivo das espécies, principalmente quando está com inflorescências. Sendo assim a análise anatômica das folhas tem sido amplamente empregada em áreas relacionadas com a botânica, incluindo morfologia, fisiologia, taxonomia vegetal e ecologia. Adicionalmente, há um foco considerável nas relações entre as características estruturais e as variações ambientais e climáticas (LI et al., 2015) A compreensão das estruturas internas possibilita explicar como um organismo vegetal se adapta ao seu ambiente específico e como é influenciado pelas variações nesse ambiente. (GAVILANES et al., 2016)

Sendo assim, estudos sobre as diferenças morfoanatômicas existentes nas folhas *Achyrocline satueioides*, ocorrentes em ambientes de Cerrado *stricto sensu* e Campo Rupestre se fazem necessário, pois permitem entender como as plantas respondem as variações e condições adversas ambientais, além de comprovar mecanismos adaptativos. Os objetivos deste trabalho foram a caracterização anatômica foliar de indivíduos de macela com variação na morfologia externa ocorrentes em ambientes de cerrados e comparar as características observadas, a fim de mostrar a influência dos ambientes e a morfologia na anatomia foliar.

## **2. REFERENCIAL TÉORICO**

### **2.1 Cerrado**

O Cerrado é considerado o segundo maior domínio fitogeográfico do Brasil e da América do Sul, recobrando cerca de 60% do território brasileiro, estando presente em vários estados no Brasil, como em Minas Gerais. Abriga mais de 11.000 espécies vegetais sendo que cerca de 4.400 espécies são endêmicas, o que amostra a grande diversidade e riqueza de espécies neste domínio (RIBEIRO e WALTER, 1998). A vegetação do cerrado brasileiro, abrangendo suas espécies herbáceas e subarborescentes, possui uma variedade de origens que englobam os campos meridionais, campos rupestres, campos úmidos e campos amazônicos (RIZZINI, 1963; HERINGER et al. 1977).

De acordo com Ribeiro & Walter, 1998, o clima do Cerrado caracteriza-se pela ocorrência de invernos secos e verões chuvosos. O clima predominante é o tropical, com

inverno seco (Aw) no sistema de Koppen, mudando para o tipo mais frio, clima subtropical de inverno seco (Cw) nas altitudes elevadas. As estações seca e chuvosa são bem definidas, sendo que as chuvas ocorrem, normalmente, de outubro a março. Os tipos de solo na região do Cerrado são bastante diversos, com predominância das classes Latossolo Vermelho-Amarelo e Latossolo Vermelho-Escuro. Estes solos apresentam características ácidas, com um intervalo de pH entre 4,5 e 5,5, e manifestam deficiências nutricionais notáveis, especialmente em relação ao fósforo e nitrogênio. Adicionalmente, demonstram elevada concentração de alumínio (RIBEIRO; WALTER, 1998).

O Cerrado exibe uma fisionomia altamente variável, e essa variação é influenciada pelo estrato lenhoso, composto por árvores e arbustos predominantes na fisionomia florestal denominada de cerradão. Por outro lado, o estrato herbáceo predomina em fisionomias distintas, como o campo cerrado, campo rupestre, campo limpo e campo sujo. Nas condições intermediárias entre essas diversas fisionomias, ocorre a formação conhecida como cerrado *stricto sensu* (OLIVEIRA-FILHO e FLUMINAHAM-FILHO, 1999; ROSSATTO et al., 2009).

Por ocorrer na faixa tropical do Brasil, a vegetação do Cerrado, geralmente, vive constante exposição à radiação solar e frequentes temperaturas elevadas nesta fisionomia. Além disso, o solo apresenta a presença de alumínio, geralmente associado a baixa fertilidade e baixa disponibilidade hídrica. Essas condições ambientais induzem mudanças estruturais e funcionais nas plantas, compelindo-as a se adaptarem a essas condições adversas (RIBEIRO e WALTER, 1998).

## **2.2 Cerrado *stricto sensu***

O cerrado *stricto sensu*, apresenta comumente árvores de baixa estatura, cujos troncos são inclinados e sinuosos, exibindo ramificações irregulares e retorcidas, frequentemente indicativas de ciclos de queimadas, na maioria das espécies dessa fitofisionomia, as folhas são predominantemente rígidas e coriáceas. Diversos elementos têm o potencial de impactar a densidade de árvores, incluindo as condições do solo, o pH, a saturação de alumínio, a fertilidade, os níveis de umidade e a profundidade do solo. Além disso, a frequência de incêndios e ações antrópicas (RIBEIRO; WALTER, 1998).

## **2.3 Campo Rupestre**

Recobrando cerca de 1% do território brasileiro, o Campo Rupestre forma uma fisionomia campestre do domínio Cerrado, sendo presente nos estados da Bahia e Minas Gerais (AZEVEDO e VAN DEN BERG, 2007; GASTAUER et al., 2012). O Campo Rupestre se encontra em altitudes acima de 900 metros e estão principalmente associados a afloramentos de quartzito, arenito e mineiro de ferro (VASCONCELOS, 2011).

Nesta fisionomia, é predominante a presença de uma vegetação herbácea e arbustiva, com arvoretas de desenvolvimento limitado. A composição das espécies florísticas varia consideravelmente mesmo em distâncias curtas, e a densidade de espécies depende das características do substrato. As plantas que habitam essa região geralmente exibem características xeromórficas, tais como folhas pequenas, espessas e coriáceas, que são adaptações para lidar com condições de aridez e escassez de água (RIBEIRO; WALTER, 1998).

O Campo Rupestre apresenta uma vegetação que é mantida por fatores edafo-climáticos, que limitam o crescimento e distribuição de árvores, como incêndios frequentes e herbívora (FERNANDES, 2016). As plantas precisam enfrentar severas condições ambientais para se estabelecer em afloramentos rochosos, onde os solos são rasos e pobres, e severas condições ambientais, como: a alta incidência de radiação, restrições hídricas, ventos fortes e oscilações diárias de temperatura (ESGARIO; RIBEIRO; SILVA, 2008). De acordo com Fernandes (2016), as plantas que habitam este ambiente apresentaram uma ampla gama de características morfológicas e fisiológicas, permitindo-lhes se adaptar a uma variedade de condições ambientais.

Para a sobrevivência as condições extremas, as plantas observadas nessa formação sofrem mudanças tanto em seu metabolismo, como na anatomia para se adaptarem (MARTINS; BATALHA, 2011). Ou seja, a flora do Campo Rupestre possui xeromorfismo, característica de plantas que conseguem resistir ao estresse hídrico e ou tolerar a falta de água (CONCEIÇÃO; PIRANI; MEIRELLES, 2007; RAPINI et al., 2008.)

#### **2.4 Características das folhas de espécies de Cerrado**

As folhas de espécies do Cerrado, possuem atributos de adaptações a condições de seca. No geral apresentam grande quantidade de tricomas de diversos tipos em uma das faces da folha, uma espessa camada de cutícula revestindo a face adaxial da epiderme, tecidos de sustentação, como colênquima e esclerênquima, os estômatos situados em

depressões da epiderme, uma condição conhecida como cripta subestomática (DE MORRETES; FERRI, 1959). De acordo com SOMAVILLA; GRACIANO-RIBEIRO, (2011), anatomicamente as folhas são estruturadas com a finalidade de otimizar o processo fotossintético, principalmente na absorção de radiação solar e dióxido de carbono, tornar mínimo a perda de água por transpiração e atenuar os efeitos adversos decorrentes da exposição excessiva à radiação solar.

Devido à diversidade de fisionomias encontradas no Cerrado, a análise histológica das folhas dessas espécies pode contribuir significativamente para nossa compreensão das adaptações estruturais das plantas a diferentes ambientes e sua capacidade de se ajustar a essas variações. É plausível inferir que o fenômeno de xeromorfismo evidenciado nas folhas do Cerrado possa estar ligado à trajetória evolutiva desse domínio, uma vez que os primeiros elementos florísticos desse ecossistema enfrentam desafios relacionados à escassez de água, bem como à acidez e toxicidade do solo que caracterizam essa região. Assim, é razoável supor que certos padrões anatômicos foliares, que atualmente podem ser observados em algumas espécies, já estivessem presentes nos primeiros elementos do Cerrado, tendo sido selecionados ao longo do tempo para assegurar a sobrevivência dessas espécies em seu novo ambiente. Além disso, é relevante destacar que as características xeromórficas encontradas nessas folhas persistem até os dias atuais, desempenhando um papel fundamental ao auxiliar as plantas na proteção contra uma variedade de fatores bióticos e abióticos aos quais estão expostas. Para isso, as plantas recorrem a modificações estruturais em suas folhas, adaptando-se de forma contínua às condições adversas do Cerrado e otimizando, assim, sua capacidade de sobrevivência nesse ambiente (BIERAS; SAJO, 2009).

#### **2.4 A espécie *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.**

Pertencente à família Asteraceae Bercht. & J. Presl e à tribo Gnaphalieae, o gênero *Achyrocline* (Less.) DC apresenta cerca de 45 espécies, encontradas em sua maioria na América do Sul, sendo 25 espécies ocorrentes no Brasil. Pertencem a esse gênero plantas herbáceas, com capítulos paucifloros de estruturas morfológicas homogêneas (BREMER, 1994; DEBLE, 2007; DEBLE; MARCHIORI, 2014; LOEUILLE et al., 2013).

A macela-do-campo *Achyrocline satureioides* (Lam) D.C (também conhecida por macela, alecrim-de-parede, camomila-nacional, carrapichinhode-agulha, chá-de-lagoa, losna-do-mato, macelaamarela, macela-da-terra, macela-do-sertão, macelinha, marcela,

marcela-do-campo, paina) é uma herbácea perene, ereta ou de ramos decumbentes, muito ramificada, de 60-120 cm de altura. Suas folhas são simples, com revestimento alvomentoso na face inferior. As inflorescências são axilares e terminais, com capítulos amarelados. Na região sudeste ocorre a espécie *Achyrocline alata* com nomes e propriedades muito semelhantes. Multiplica-se exclusivamente por sementes (LORENZI; ABREU MATOS, 2002).

*A. satureioides* é uma planta nativa da América do Sul, muito encontrada no Brasil, principalmente desde o estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul. Cresce espontaneamente em pastagens, beira de estradas e cerrado ralo. (MARQUES, 1998; LORENZI & MATOS, 2002). É frequentemente considerada "daninha" e "invasora" devido à sua habilidade de se desenvolver em solos arenoargilosos e pedregosos. Com floração no verão e outono, suas sementes são dispersas pelo vento (anemocoria). Além disso, as sementes respondem positivamente à luz (fotoblásticas positivas), e a propagação gâmica é a mais indicada para cultivos (CORREA JR; MING; SCHEFFER, 1994).

As folhas são hipoestomáticas, com cutícula delgada, com uma camada de parênquima paliádico, 4-5 camadas de parênquima lacunoso, tricomas glandulares e tectores (LIESENFELD et al., 2019). A epiderme adaxial apresenta células epidérmicas de paredes periclinais retas com formatos irregulares, o mesofilo dorsiventral com gotículas de lipídeos, com inúmeros feixes vasculares, a nervura central é formada por um feixe vascular colateral do tipo arco aberto e com presença de colênquima. (PORTO, 2022)

Suas inflorescências secas são amplamente empregadas na medicina popular em várias regiões, como Brasil, Argentina, Uruguai e Paraguai. Elas são comumente utilizadas na forma de infusões ou decocções (VIEIRA et al., 2015). Além disso, em regiões do Brasil são usadas no enchimento de travesseiros almofadas, acolchoados e aromaterapia (LORENZI, 2000). Estudos farmacológicos comprovaram as propriedades digestiva, analgésica, antiulcerogênica gástrica, antiespasmódica, antiviral, anti-inflamatória e carminativa, dentre outras (KADARIAN et al., 2002; SOUZA et al., 2007; SANTIN et al., 2010).

Segundo Gattuso et al., (2007) algumas espécies de *Achyrocline* apresentam características exomorfológicas semelhantes, o que traz consigo problemas de

identificação no campo, principalmente em áreas naturais onde coexistem. Além disso, em observações em campo notaram-se diferenças morfológicas externas entre as plantas, especialmente na pilosidade e alongamento das folhas e no alongamento do caule (PORTO, 2022). Com isso, há a necessidade de investigar as características anatômicas das plantas observadas por Porto (2022).

### **3. OBJETIVO**

#### **3.1 Objetivo Geral**

Analisar a anatomia foliar de plantas de *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC (Asteraceae) com variações morfológicas externas e ocorrentes em diferentes ambientes de Cerrado.

#### **3.2 Objetivos específicos**

1. Analisar as características anatômicas das folhas de diferentes morfologia e ambiente de ocorrência de *A. satureioides*.

2. Caracterizar compostos bioativos através de testes histoquímicos em folhas de *A. satureioides* com diferentes morfologia e ambiente de ocorrência.

3. Analisar acúmulo de biomassa, biomateria foliar, índice fisiológico e conteúdo de clorofila em folhas de *A. satureioides* com diferentes morfologia e ambiente de ocorrência.

## 4. METODOLOGIA

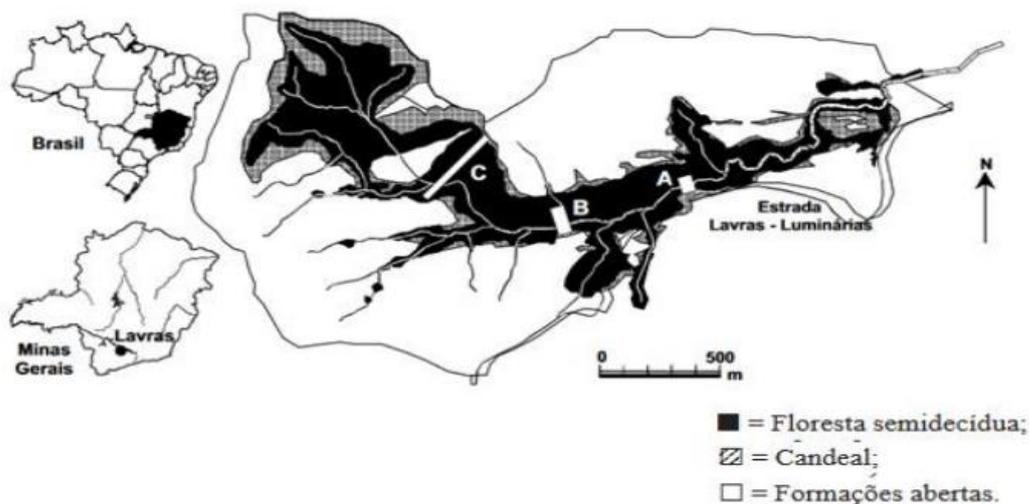
### 4.1 Área de estudo

O Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB) está localizado ao sul da cidade de Lavras, Minas Gerais, na região conhecida como Alto do Rio Grande (Figura 2). Ele é mantido pela Fundação Abraham Kasinski (FAK) e abrange uma área de 235 hectares. O parque é um local de acesso público e representa a maior área verde do município, destacando-se pela sua rica diversidade de espécies, tanto em termos de relevo, fauna, flora, e pela preservação de uma área natural. Sua vegetação primitiva é de imensa importância para pesquisadores e especialistas de diversas áreas, especialmente aqueles envolvidos nas ciências naturais e na gestão de recursos naturais (OLIVEIRA-FILHO e FLUMINHAM-FILHO, 1999).

A região do Alto Rio Grande, situada no sul de Minas Gerais, abrange coordenadas geográficas aproximadas de 21°00' a 22°20' de latitude sul e de 43°50' a 45°00' de longitude oeste. Ela engloba uma área de cerca de 9.000 km<sup>2</sup> e apresenta uma diversidade de tipos de vegetação, incluindo floresta, cerrado e campo rupestre. Essa variedade na paisagem vegetal é resultado da localização da região na zona de transição entre o Cerrado e a Mata atlântica *sensu lato*. Essa transição ocorre na área de influência da serra da Mantiqueira, cujo relevo acidentado desencadeia uma notável variação na composição da vegetação (DALANESI et al., 2004).

As formações que compõem o Cerrado *stricto sensu* são caracterizadas pela presença de arvoretas esparsas e áreas de vegetação campestre. Por outro lado, os Campos Rupestres exibem um estrato herbáceo e arbustivo, que é capaz de sobreviver em condições extremas, tais como alta incidência de radiação solar, solos rasos com baixa capacidade de retenção de água e fertilidade reduzida (REIS et al., 2015).

Figura 1 – Mapa do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB), município de Lavras, MG, mostrando sua situação geográfica, a distribuição da floresta semidecídua, Candeal e formações abertas (Campo de altitude, Campo Rupestre e Cerrado) no interior do Parque e a localização das três transecções amostrais (A, B e C).



Fonte: Dalanesi et al., 2004.

#### 4.2 Obtenção do material

As coletas das folhas de *Achyrocline satureioides* foram realizadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, que se encontra localizado no município de Lavras-MG, em maio de 2023 (início da estação seca). Essa espécie já foi anteriormente estudada e identificada, segundo o atual Sistema de Classificação de Angiospermas APG IV (CHASE et al., 2016). As plantas amostradas foram previamente selecionadas, de acordo com a ocorrência e distribuição das espécies e considerando as variações na morfologia externas já observadas em campo. A variação morfológica considerada neste estudo refere-se ao formato e tamanho das folhas entre indivíduos distintos, que pode estar relacionado ao ciclo fenológico das plantas: folhas mais estreitas e longas – morfologia tipo 1 e folhas mais largas e curtas – morfologia tipo 2. Foi coletado o material botânico de 5 indivíduos de cada padrão morfológico (morfologia 1 e morfologia 2, Figura 6), sendo folhas completamente expandidas.

Figura 2 - Mapa do Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito (PEQRB), município de Lavras, MG, mostrando as duas áreas de coleta do material botânico. Área 1: Cerrado; Área 2: Campo Rupestre.



Fonte: Google Maps, (2023)

### 4.3 Conteúdo de clorofila

O conteúdo de clorofila foi mensurado de modo indireto, utilizando o medidor portátil de clorofila SPAD - Soil Plant Analysis Development, em três folhas completamente expandidas, por indivíduo. As medições foram realizadas no período da manhã.

### 4.4 Área Foliar Específica (AFE) e dimensões foliares

Foram coletadas em campo cinco folhas por indivíduo/ morfologia. As folhas foram escaneadas e a área foliar foi obtida com mensuração do somatório das áreas dessas folhas utilizando o software de análise de imagens ImageJ, versão 1,45s. Em seguida, o material foi colocado em estufa de circulação forçada a 60 °C até massa constante para, então, ser obtida a massa seca das folhas. Os dados de massa seca das folhas foram obtidos em balança analítica. A Área Foliar Específica (AFE,  $\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$ ), que descreve a quantidade de área foliar para captura de luz por unidade de biomassa investida, foi mensurada a partir da razão entre a área foliar e massa seca das folhas (RADFORD, 1967). Para a realização das medidas comprimento e largura, foram feitos escaneamentos das folhas utilizando um scanner de mesa Epson, modelo Epson Perfection 20 V330 Photo. As imagens obtidas foram analisadas utilizando o software ImageJ, calibrado com uma régua

também escaneada. Foram feitas medições de cinco folhas por indivíduo/morfologia, uma para comprimento, uma para largura

#### **4.5 Anatomia foliar**

As folhas coletadas foram fixadas em F.A.A. 70% por 72 horas e, posteriormente, conservadas em etanol 70%. As análises anatômicas foram realizadas no laboratório de anatomia vegetal do departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras. Foram selecionadas folhas expandidas, livres de patógenos e herbívora, sendo realizadas secções transversais.

As secções transversais foram obtidas de fragmentos de 2 cm<sup>2</sup> retirados das regiões mediana das folhas, contendo nervura central. Para as análises, o material foi submetido a uma série etanólica crescente para desidratação (70, 80, 90 e 100%), a temperatura ambiente de acordo com Johansen (1940), com modificações. Em seguida o material foi imerso em solução de pré-infiltração, composta por etanol 100% e resina base (1:1), seguindo as instruções do fabricante (Kit Historesina Leica) por 24 horas. Após esse período, prosseguindo-se a infiltração em resina base por mais 24 horas à 4 °C. Para a polimerização foi utilizado kit Historesina (hidroxietilmetacrilato, Leica, Heidelberg). Secções transversais foram realizadas em micrótomo rotativo semiautomático, em espessura de 7 µm, sendo em seguida coradas com Azul de Toluidina 1%, Ph 6,7 (FEDER; O'BRIEN, 1968).

As secções transversais foram fotografadas em microscópio óptico com câmera digital acoplada e as análises serão feitas por meio do software de análise de imagens ImageJ, versão 1,45s, permitindo a medição dos tecidos foliares. As variáveis anatômicas analisadas foram: espessuras da epiderme e cutícula em ambas as faces das folhas, dos parênquimas paliádico e esponjoso, do mesofilo e total das folhas; e áreas do floema e xilema, número e diâmetro dos vasos de metaxilema na região da nervura central. Com os dados de número e diâmetro dos vasos, foi calculado o Índice de vulnerabilidade de Carlquist ( $IVC = \text{média de diâmetro dos vasos} / \text{número de vasos}$ ).

#### **4. 6 Testes Histoquímicos**

Os testes histoquímicos foram realizados no Laboratório de Anatomia Vegetal do Departamento de Biologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA), segundo a metodologia de Figueiredo et al. (2007). Para isso, secções transversais foram obtidas da

região mediana da lâmina foliar e da nervura central, realizadas à mão livre com auxílio de lâminas de aço e isopor. Os testes foram realizados em 1 folha/indivíduo de *A. satureioides*, sendo 1 indivíduo/ambiente/ morfologia.

Para a detecção de lipídeos totais, foi utilizado o reagente Sudan IV, para a detecção de compostos fenólicos foi utilizado o Cloreto Férrico e para a detecção de amido foi empregado o Lugol. Em seguida foram montadas lâminas semipermanentes (lâmina e lamínula com glicerina 50%). As lâminas foram analisadas ao microscópio óptico e as imagens obtidas em fotomicroscópio com projeção de escalas micrométricas.

#### 4.7 Análise Estatística

Para a análise estatística dos dados quantitativos foi utilizado o software Sisvar (FERREIRA, 2020). As médias foram submetidas à análise de variância, considerando um delineamento fatorial 2x2, sendo dois padrões morfológicos e dois ambientes de ocorrência. Em seguida realizou o teste de Tukey a 5% de probabilidade.

## 5. RESULTADOS

### 5.1 Histoquímica das folhas

Os testes histoquímicos auxiliaram estudos de caracterização da espécie (Tabelas 1 e 2). Compostos Fenólicos e Amido não foram detectados com uso do Cloreto Férrico e do Lugol, respectivamente. Os lipídios foram positivamente marcados na região das células epidérmicas (adaxial e abaxial) e do parênquima paliçádico das duas morfologias.

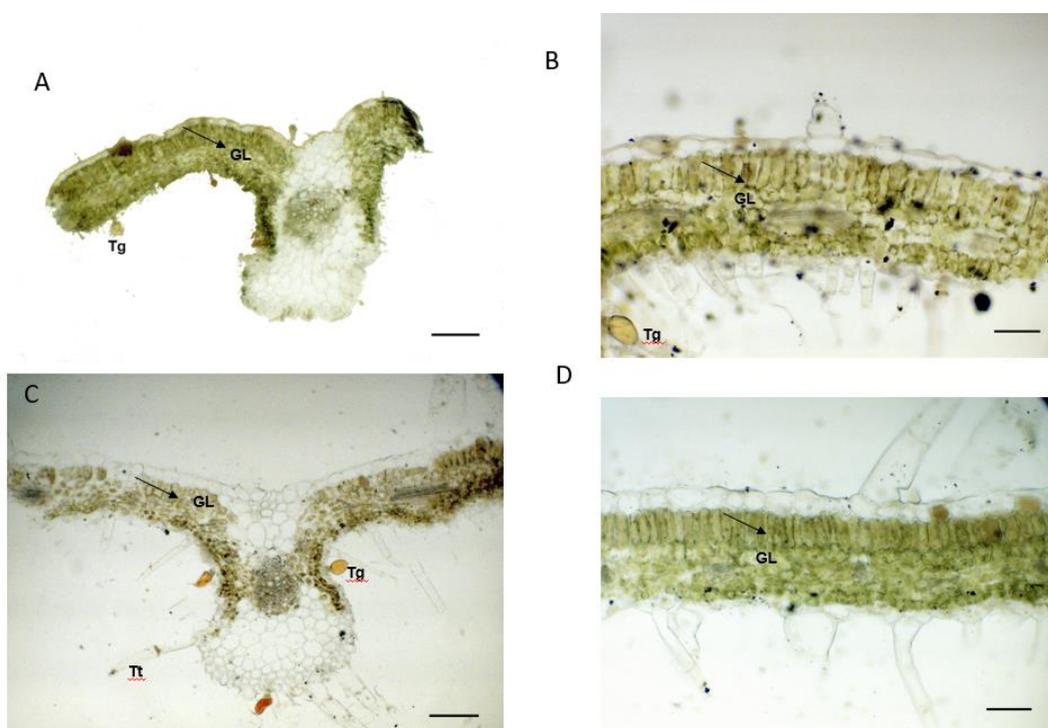
Tabela 1- Testes histoquímicos e localização das classes de metabólitos no mesofilo foliar de *Achyrocline satureioides* (Asteraceae) no Cerrado.

Classe (metabólitos secundários)	Histolocalização		
	Morfologia 1 e 2		
	Epiderme abaxial	Epiderme abaxial	Parênquima Paliçádico
Lipídeos totais	+	+	+
Compostos fenólicos	-	-	-
Amido	-	-	-

Tabela 2- Testes histoquímicos e localização das classes de metabólitos no mesofilo foliar de *Achyrocline satureioides* (Asteraceae) no Campo Rupestre.

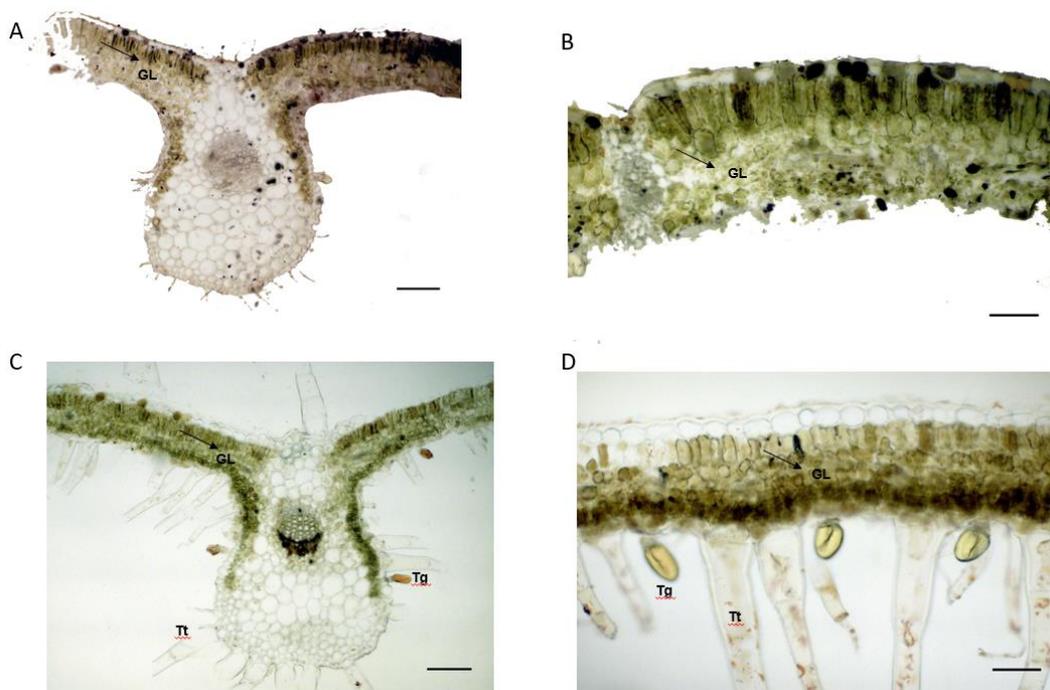
Classe (metabólitos secundários)	Histolocalização		
	Morfologia 1 e 2		
	Epiderme abaxial	Epiderme abaxial	Parênquima Paliçádico
Lipídeos totais	+	+	+
Compostos fenólicos	-	-	-
Amido	-	-	-

Figura 3- Secções transversais da nervura e do mesofilo foliar de *Achyrocline satureioides*, coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG. (A, B, C, D) = Cerrado. (A e B) = Morfologia 1; (C e D) = Morfologia 2. GL= Gotículas lipídicas; Tt= Tricoma Tector; Tg= Trioma Glandular. Barras: A= 100 µm; B= 200 µm.



Fonte: Do autor (2023)

Figura 4- Secções transversais da nervura e do mesofilo foliar de *Achyrocline satureioides*, coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG. (A, B, C, D) = Campo Rupestre. (A e B) = Morfologia 1; (C e D) = Morfologia 2. GL= Gotículas lipídicas; Tt= Tricoma Tector; Tg= Tricoma Glandular. Barras: A, C= 100 µm; B, D= 200 µm.



Fonte: Do autor (2023)

## 5.2 Anatomia quantitativa das folhas

A interação entre ambiente e padrão de morfologia das plantas de *Achyrocline satureioides* foi significativa apenas para a espessura da cutícula na face adaxial das folhas (Tabela 3).

Considerando os ambientes, não houve diferença significativa, para esta característica, na morfologia 1; na morfologia 2, a espessura foi maior no Cerrado *stricto sensu*. Em relação ao ambiente Cerrado *stricto sensu*, plantas da morfologia 2 apresentaram folhas com cutícula adaxial mais espessa, enquanto no Campo rupestre não houve variação. Assim, a maior espessura de cutícula foi observada no morfotipo 2 em Cerrado *stricto sensu*. Por outro lado, a menor espessura de cutícula ocorreu no morfotipo 2 em Campo rupestre.

AMBIENTE	PADRÃO MORFOLÓGICO	
	Morfologia 1	Morfologia 2
Cerrado <i>stricto sensu</i>	4,66 Ab	6,33 aA
Campo rupestre	4,77 aA	3,64 Ba

Tabela 3. Espessura da cutícula (em  $\mu\text{m}$ ) na face adaxial de folhas de *Achyrocline satureioides* de duas morfologias, ocorrentes em Cerrado *stricto sensu* e Campo rupestre.

Médias seguidas por letras minúsculas diferem entre linhas e médias seguidas por letras maiúsculas diferem entre colunas, conforme teste de Tukey a 5%.

Houve efeito significativo apenas do padrão de morfologia das folhas para as espessuras da epiderme na face adaxial, parênquimas paliçádico e esponjoso, mesofilo, limbo foliar, e diâmetro dos vasos de metaxilema da nervura principal. As folhas da morfologia 1 apresentaram as maiores espessuras para todas estas características, exceto para epiderme. A epiderme na face adaxial foi mais espessa em folhas da morfologia 2 (Tabela 4).

CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS	PADRÃO MORFOLÓGICO	
	Morfologia 1	Morfologia 2
Espessura da epiderme na face adaxial ( $\mu\text{m}$ )	21,30 b	26,14 a
Espessura do parênquima paliçádico ( $\mu\text{m}$ )	56,37 a	40,92 b
Espessura do parênquima esponjoso ( $\mu\text{m}$ )	85,69 a	64,64 b
Espessura do mesofilo ( $\mu\text{m}$ )	142,06 a	105,57 b
Espessura do limbo foliar ( $\mu\text{m}$ )	167,18 a	135,18 b
Diâmetro de vasos de metaxilema ( $\mu\text{m}$ )	18,01 a	13,95 b

Tabela 4. Características anatômicas de folhas de *Achyrocline satureioides* de duas morfologias, ocorrentes em Cerrado *stricto sensu* e Campo rupestre. Médias seguidas por letras minúsculas diferem entre colunas, conforme teste de Tukey a 5%.

O número de feixes vasculares, a frequência de vasos de metaxilema e o índice de Vulnerabilidade de Carlquist (IVC) na nervura principal tiveram efeito significativo apenas para o ambiente de ocorrência das plantas. As plantas ocorrentes no Campo rupestre apresentaram folhas com maior número de feixes vasculares e frequência de vasos de metaxilema, enquanto as plantas ocorrentes no Cerrado *stricto sensu* apresentaram maior IVC (Tabela 5).

CARACTERÍSTICAS ANATÔMICAS	AMBIENTE	
	Cerrado <i>stricto sensu</i>	Campo rupestre
Número de feixes vasculares	2,10 b	3,2 a
Frequência de vasos de metaxilema	84,10 b	109,00 a
Índice de vulnerabilidade de Carquist (IVC)	0,21 a	0,15 b

Tabela 5. Características anatômicas de folhas de *Achyrocline satureioides* de duas morfologias, ocorrentes em Cerrado *stricto sensu* e Campo rupestre.

Médias seguidas por letras minúsculas diferem entre colunas, conforme teste de Tukey a 5%.

As espessuras da cutícula e da epiderme na face abaxial das folhas e as áreas de xilema, floema e feixe vascular na região da nervura principal não foram influenciadas de modo significativo pelas fontes de variação estudadas.

### 5.3 Massa e dimensões foliares

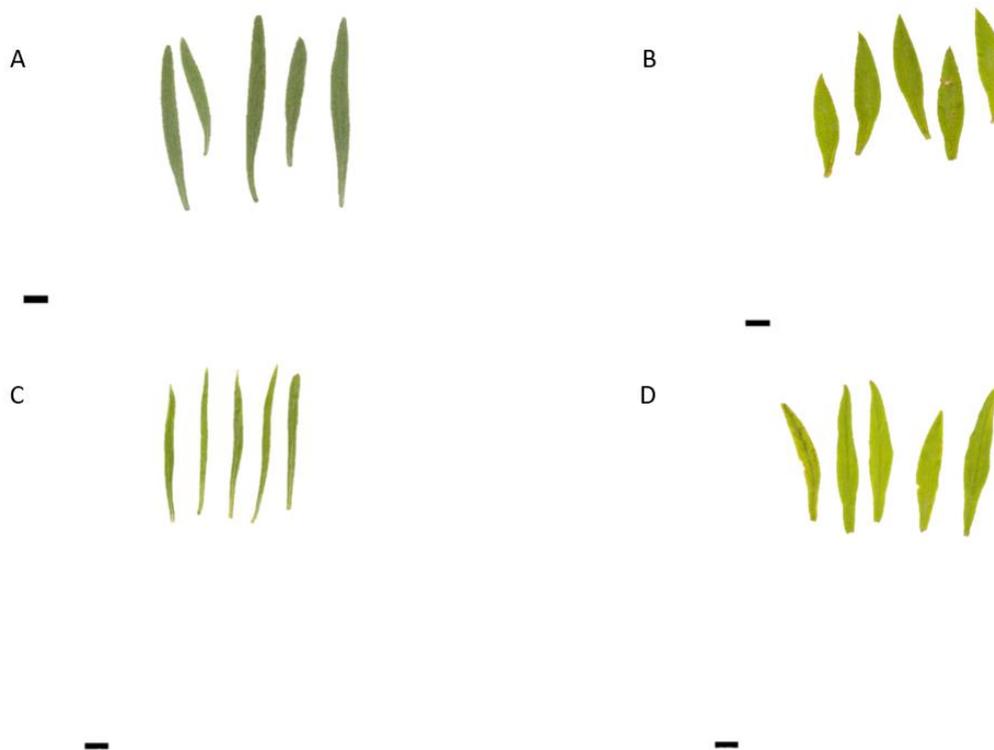
Em relação às características de biometria foliar e clorofila, apenas a padrão morfológico das plantas teve efeito significativo. As folhas da morfologia tipo 1 apresentaram maior largura, comprimento, AFE e estimativa de conteúdo de clorofila. Enquanto as folhas da morfologia tipo 2 apresentaram maior massa seca e área foliar (Tabela 6), (Figura 5).

CARACTERÍSTICAS DE CRESCIMENTO	PADRÃO MORFOLÓGICO	
	Morfo 1	Morfo 2
Massa seca das folhas (g)	0,07 b	0,21 a
Área foliar (cm <sup>2</sup> )	19,51 b	34,55 a
Largura foliar (cm)	0,43 a	1,02 b
Comprimento foliar (cm)	6,86 a	4,89 b
Área foliar específica - AFE (cm <sup>2</sup> g <sup>-1</sup> )	167,18 a	135,18 b
Clorofila (unidade SPAD)	67,09 a	37,13 b

Tabela 6. Características de crescimento e teor de clorofila de folhas de *Achyrocline satureioides* de duas morfologias, ocorrentes em Cerrado *stricto sensu* e Campo rupestre.

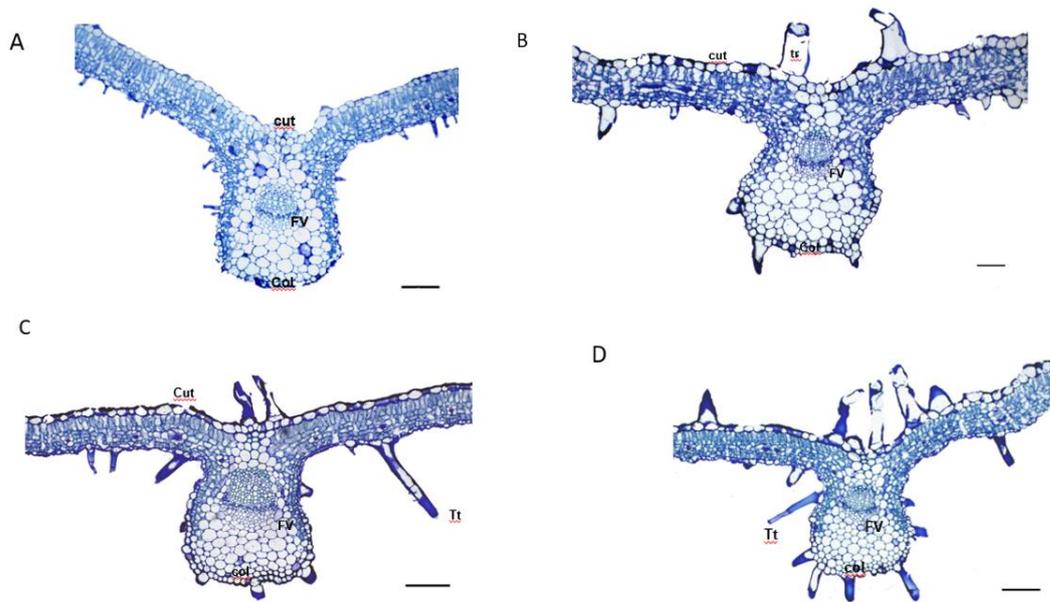
Médias seguidas por letras minúsculas diferem entre colunas, conforme teste de Tukey a 5%.

Figura 5- Folha das duas morfologias de *Achyrocline satureioides*, coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG. (A e B) = Morfologia 1 e 2 - Cerrado; (C e D) morfologia 1 e 2 - Campo Rupestre.



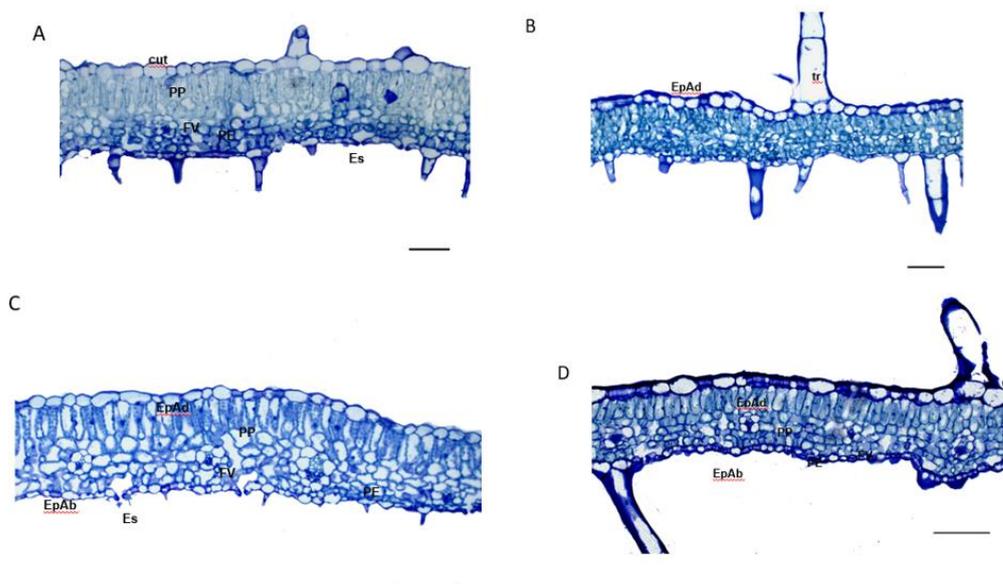
Fonte: Do autor

Figura 6 - Secções transversais da nervura de *Achyrocline satureioides*, coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG. (A, B)= Morfologia 1 e 2 - Cerrado. (C e D)= Morfologia 1 e 2 - Campo Rupestre. Col = Colênquima; FV = Feixe vascular; Cut = Cutícula; Tr= Tricoma Barras: A, B,C e D= 100  $\mu$ m.



Fonte: Do autor

Figura 7 - Secções transversais do mesófilo foliar de *Achyrocline satureioides*, coletadas no Parque Ecológico Quedas do Rio Bonito, Lavras, MG. (A, B) = Morfologia 1 e 2 - Cerrado. (C e D) = Morfologia 1 e 2 - Campo Rupestre. Col = Colênquima; FV = Feixe vascular. EpAd = Epiderme adaxial; EpAb = Epiderme abaxial; Cut = Cutícula; Tr = Tricoma tector; Tg = Tricoma glandular; PP = Parênquima paliçádico; PE = Parênquima esponjoso; FV = Feixe vascular; Es = Estômato. Barras: A, B, C e D = 200  $\mu$ m



Fonte: Do autor

## 6. DISCUSSÃO

Os compostos (lipídeos) detectados nas folhas de macela, independente, do ambiente e morfologia, são comuns em espécies de Asteraceae. Porto (2022), observou lipídeos nas células epidérmicas e do parênquima paliçádicos de *Achyrocline satureioides*. Martins(2003), observou em espécies folhas de *Senecio leptolobus* (Asteraceae), a presença de gotículas de lipídeos no mesofilo podendo essas, serem óleo essencial. Eles podem ocorrer em estruturas especializadas, tais como tricomas, ductos, cavidades, em células secretoras e no parênquima (Metcalf & Chalk, 1950). Os óleos essenciais, que incluem compostos fenólicos, mucilagem e outras substâncias, desempenham um papel fundamental na capacidade de adaptação das espécies ao ambiente, conferindo-lhes proteção contra a exposição excessiva à radiação (CONCEIÇÃO; AOYAMA, 2015).

As folhas de morfologia tipo 2 são maiores, e isso foi comprovado por todas as variáveis biométricas avaliadas neste estudo. E a cutícula adaxial mais espessa observada nesta morfologia, especialmente em plantas do Cerrado *stricto sensu* é uma característica importante para redução da transpiração (CASTRO et al., 2009). Diferenças nas características ambientais entre Campo rupestre e Cerrado *stricto sensu* podem ser capazes de alterar a estrutura foliar e o metabolismo das plantas. Isso resulta em variações anatômicas distintas, destacando, por exemplo, diferenças entre plantas expostas ao sol e aquelas que prosperam em ambientes sombreados (ROSSATTO et al., 2009). *A. Satureioides* é uma espécie heliófita e está sempre acometida com a exposição de luz solar. As plantas do Cerrado *stricto sensu* são mais acometidas com a radiação solar do que as plantas de outras áreas, devido à posição geográfica da região, situada na encosta de uma montanha, resultando em uma constante incidência de radiação solar. Adicionalmente, a disponibilidade de recursos hídricos nessa localidade é restrita devido ao processo de lixiviação da água no solo.

Por outro lado, aparentemente, as folhas de plantas do Campo rupestre possuem características do xilema, como número e diâmetro dos vasos, mais seguras para a condutividade hidráulica ao reduzir a vulnerabilidade à embolia. O menor IVC comprova esta estratégia. De acordo com Carlquist, 1975; Castro et al., 2009, o índice de vulnerabilidade de Carlquist (IVC) possibilita a dedução da vulnerabilidade do xilema a embolias, sendo que, quanto menor o IVC, maior é a condutividade hidráulica da planta. Sendo assim as plantas do cerrado estão mais sujeitas a sofrerem embolia, devido a condições ambientais. Além disso, as plantas do Campo Rupestre sobrevivem sobre

restrição de água e nutrientes e expostas a maior radiação. A maior disponibilidade de luz e CO<sub>2</sub> podem resultar em estímulos para a fotossíntese (ZHOU & HAN, 2005). Isso pode representar um investimento da planta em aumentar o seu número de feixes vasculares para conseguir transportar os seus fotoassimilados. O ambiente não influenciou as demais características anatômicas das folhas de macela. As diferenças observadas foram devido à variação morfológica. Folhas maiores investem mais em epiderme e tecido fotossintético, independente do ambiente. A presença de células epidérmicas espessas pode funcionar como armazenadoras de água (FAHN & CUTLER, 1992). De acordo com Ferreira et al. (2015), a epiderme também exerce influência nas relações hídricas e nas trocas gasosas que ocorrem nas folhas.

Estes resultados da anatomia são coerentes com as características morfofométricas avaliadas, como AFE. Considerando que a AFE é medida como a razão entre a área de uma folha e sua massa seca, as folhas da morfologia 1, pode ter menor quantidades de tecidos fotossintéticos por apresentar uma menor área foliar e massa seca, em comparação as de morfologia 2. Lee et al (1996) esclarece que a maior área em folhas expostas à irradiância está associada ao aumento da superfície receptora de luz. Geralmente, tais modificações visam aprimorar a captação da luz incidente, buscando, assim, incrementar a eficiência fotossintética da planta (GOBBI, et al, 2011).

## 7. CONCLUSÃO

A maioria das características anatômicas é influenciada pelo padrão morfológico das folhas, independente do ambiente de ocorrência. As maiores folhas (morfologia tipo 2) apresentaram maiores espessuras da epiderme e parênquima fotossintetizante.

O ambiente de ocorrência influencia apenas características anatômicas relacionadas à condutividade hidráulica, demonstrando que plantas do campo rupestre possuem estratégias para diminuir a vulnerabilidade do xilema.

O estudo e conhecimento das modificações estruturais e da morfologia de *Achyrocline satureioides* mostra sua capacidade de adaptação a diferentes ambientes e a variação desses ambientes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALMEIDA, S. P. de. et al. Cerrado: espécies vegetais úteis. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 464 p.
- AZEVEDO, C. O.; VAN DEN BERG, C. Análise Comparativa De Áreas De Campo Rupestre Da Cadeia Do Espinhaço (Bahia E Minas Gerais, Brasil) Baseada Em Espécies de Orchidaceae. *Sitientibus*, v. 7, n. 3, p. 199–210, 2007
- BFG (The Brazil Flora Group) 2021. Flora do Brasil 2020. 1-28 pp. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- BIERAS, A. C.; SAJO, M. D. G. Leaf structure of the cerrado (Brazilian savanna) woody plants. *Trees - Structure and Function*, v. 23, n. 3, p. 451–471, 2009.
- BREMER, K. Asteraceae: cladistics and classification. Portland (Oregon, USA): Timber Press, 1994.
- CARLQUIST, S. Ecological strategies of xylem evolution Berkeley: University of California Press, 1975. 259 p.
- CASTRO, E. M. et al. Histologia vegetal: estrutura e função dos órgãos vegetativos. Lavras: Universidade Federal de Lavras, 2009. 234 p.
- CHASE, M. W. et al. An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG IV. *Botanical Journal of the Linnean Society*, v. 181, n. 1, p. 1–20, 2016.
- CONCEIÇÃO, A. A.; PIRANI, J. R.; MEIRELLES, S. T. Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite-sandstone outcrops of "Chapada Diamantina", Northeast Brazil. *Brazilian Journal of Botany*, 30(4), 641-656, 2007.
- CONCEIÇÃO, L.; AOYAMA, E. Morfoanatomia e histoquímica foliar de *Diodella teres* (Walter) Small (RUBIACEAE). *ENCICLOPÉDIA BIOSFERA*, 11(22). 2015.
- CORRÊA Jr, C.; BARROS, I.B.I.; MATTOS, J.K.A. (Coord.) Plantas medicinais, aromáticas e condimentares: avanços na pesquisa agrônômica, Botucatu: UNESP/CAPES 1: 43-69. 1998.
- CORREA JR, C.; MING, L. C.; SCHEFFER, M. C. Cultivo de plantas medicinais, condimentares e aromáticas. 2. ed. Jaboticabal - SP: FUNEP, 1994
- DA SILVA, F. L & LANGELOH A. 1994. A comparative study of antispasmodic activity of hydroalcoholic 80% (V/V) extracts of *Achyrocline satureioides* (Larn.) DC. (Asteraceae) with papaverine and atropine on rat isolated jejunum. *Acta Farm. Bonaer.* 13:35–40
- 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 Botanica Brasilica*, v. 18, n. 4, p. 737–757, 2004.

- DE MORRETES, BERTA LANGE; FERRI, MARIO GUIMARÃES. Contribuição ao estudo da anatomia das folhas de plantas do cerrado. Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo. Botânica, p. 5-70, 1959
- DEBLE, L. P. O gênero *Achyrocline* (Less.) DC. (Asteraceae: Gnaphlieae) no Brasil. p. 134, 2007.
- DEBLE, L. P.; MARCHIORI, J. N. C. Novas espécies de *Achyrocline* (Less.) DC. (Asteraceae) para o Brasil. *Balduinia*, v. 0, n. 4, p. 5–9, 2014.
- DIAS, B. F. S. 1992. Alternativas de Desenvolvimento das Cerrados: Manejo e Conservação dos Recursos Naturais Renováveis. Brasília: FUNATURA/IBAMA, p. 7-8.
- BFG (The Brazil Flora Group) 2021. Flora do Brasil 2020. 1-28 pp. Jardim Botânico do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.
- EITEN, G. 1993. Vegetação do Cerrado. In: PINTO, M. N. (org.). Cerrado: Caracterização, Ocupação e Perspectivas. 2ª ed. Brasília: Editora Universidade de Brasília, p. 17-73.
- ESGARIO, C.P.; RIBEIRO, L.F.; SILVA, A.G. O Alto misterioso e a vegetação sobre rochas em meio à Mata Atlântica, no sudeste do Brasil. *Natureza on line*, v. 6, n. 2, p. 55-62, 2008.
- FANHN, A. & CUTLER, D.F. 1992. Xerophytes. Gebrüder Borntraeger, Berlin. 176p.
- FEDER, N.; O'BRIEN, T. P. Plant Microtechnique: Some Principles and New Methods. *American Journal of Botany*, v. 55, n. 1, p. 123–142, 1968.
- FELFILI, J. M.; SILVA JÚNIOR, M. C. Biogeografia do bioma cerrado: estudo fitofisionômico na Chapada do Espigão mestre do São Francisco. Universidade de Brasília, Faculdade de Tecnologia, Departamento de Engenharia, Brasília. 2001.
- FERNANDES, G. N. The megadiverse Rupestrian Grassland. In: \_\_\_\_\_. (Org). Ecology and Conservation of Mountaintop Grasslands in Brazil. Belo Horizonte: Springer, p. 3-14, 2016
- FERREIRA, C. S.; CARMO, W. S. D.; RIBEIRO, D. G.; OLIVEIRA, J. M. F. D.; MELO, R. B. D.; FRANCO, A. C. Anatomia da lâmina foliar de onze espécies lenhosas dominantes nas savanas de Roraima. *Acta Amazonica*. v. 45, n.4, p. 337- 346, 2015.
- FERREIRA, Daniel Furtado. SISVAR: A COMPUTER ANALYSIS SYSTEM TO FIXED EFFECTS SPLIT PLOT TYPE DESIGNS. *REVISTA BRASILEIRA DE BIOMETRIA*, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 529-535, dec. 2019. ISSN 1983-0823. Available at: <<http://www.biometria.ufla.br/index.php/BBJ/article/view/450>>. Date accessed: 02 dec. 2020. doi: <https://doi.org/10.28951/rbb.v37i4.450>.
- FIGUEIREDO, A. C. S.; BARROSO, J. M. G.; PEDRO, L. M. G.; ASCENSÃO, L. Histoquímica e citoquímica em plantas: princípios e protocolos. *Cell. Res*, 11, 640-643, 2007.
- FRANCINO, D. M. T. Anatomia foliar de espécies de *Chamaecrista* Moench. (Leguminosae/Caesalpinioideae) ocorrentes em campo rupestre. p. 72, 2006.

- FUNK, V. A.; ANDERBERG, A. A.; BALDWIN, B. G.; BAYER, R. J.; BONIFACINO, J. M.; BREITWIESER, I., ... CRAWFORD, D. J. Compositae metatrees: the next generation. Systematics, evolution, and biogeography of Compositae. 2009.
- GASTAUER, M., MESSIAS, M. C. T. B., NETO, M., e ALVES, J. A. Floristic composition, species richness and diversity of Campo Rupestre vegetation from the Itacolomi State Park, Minas Gerais, Brazil, 2012.
- GATTUSO, M.; CORTADI, A.; MC CARGO, J.; RETTA, D.; BANDONI, A.; GATTUSO, S. Estudio morfoanatómico vegetativo y floral de *Achyrocline satureioides*; *Achyrocline flaccida* y *Gnaphalium gaudichaudianum* (ASTERACEAE) Boletín Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas, vol. 6, núm. 5, 2007, pp. 193-194 Universidad de Santiago de Chile Santiago, Chile.
- GAVILANES, M. L.; CASTRO, E. M. D.; PIRES, M. F.; PEREIRA, F. J.; PEREIRA, M. P. Micromorfometria foliar de *Palicourea rigida* kunth. (Rubiaceae) em ambiente de cerrado e campo rupestre. Cerne, 22, 163-170, 2016.
- GOBBI, K. F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M. C.; GARCÉZ NETO, A. F.; ROCHA, G. C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim forrageiro submetidos a sombreamento. Revista Brasileira de Zootecnia. Viçosa, v.40, n.7, p.1436-1444. 2011.
- HERINGER, E.P.; BARROSO, G.M.; RIZZO, J.A.; RIZZINI, C.T. (1977). A Flora do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 6. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, p.211-232, 1977.
- HERINGER, E.P.; BARROSO, G.M.; RIZZO, J.A.; RIZZINI, C.T. (1977). A Flora do Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE CERRADO, 6. Belo Horizonte. Anais... Belo Horizonte: Ed. Itatiaia, p.211-232, 1977.
- HIND, D. J. An annotated preliminary checklist of the Compositae of Bolivia: version 2. 2011.
- JOHANSEN, D. A. Plant microtechnique. London: McGraw-Hill Book Company, 1940.
- KADARIAN C, BROUSSALIS AM, MIÑO J, LOPEZ P, GORZALCZANY S, FERRARO G, et al. Hepatoprotective activity of *Achyrocline satureioides* (Lam) D. C. Pharmacological Research. 2002; 45(1):57–61.
- LEAL, P. et al. Global yields, chemical compositions, and antioxidant activities of extracts from *Achyrocline alata* and *Achyrocline satureioides*. Pharmacognosy Magazine, Índia, v.2, n.7, p. 153–159, 2006.
- LEE, D. W.; BASKARAN, K.; MANSOR, M.; MOHAMAD, H.; YAP, S. K. Irradiance and spectral quality affect Asian tropical rain forest tree seedling development. Ecology, Washington DC. v.77, p.568-580, 1996.
- LI, X.; LI, Y.; ZHANG, Z.; LI, X. Influences of environmental factors on leaf morphology of Chinese jujubes. PloS one, 10(5), 2015.
- LIESENFELD, V.; GENTZ, P.; DE FREITAS, E. M.; MARTINS, S. Leaf morphology and anatomy of Asteraceae of the Pampas biome (sand-fields). Flora, 258, 151418, 2019.

LOEUILLE, B.; MITTELSTAEDT, C. A.; SEMIR, J.; PIRANI, J. R. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: Compositae-Gnaphalieae e Inuleae. *Boletim de Botânica*, 31(1), 13-25, 2013.

LORENZI, H.; ABREU MATOS, F. J. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 544 p.

LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2002. 512 p.

MARQUES, F.C. Análise da qualidade de sementes de marcela *Achyrocline satureioides* LAM. D.C. (ASTERACEAE). In: MING, L.C.; SCHEFFER, M.C.;

MARTINS, F. M. Estruturas secretoras da lâmina foliar de espécies de *Senecio Tourn.* ex L. (Asteraceae). 2003. 50 f. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa. 2003.

MARTINS, F.; BATALHA, M. Formas de vida, espectro biológico de Raunkiaer e fisionomia da vegetação. In: FELFILI, J. M.; EISENLOHR, P. V.; DE MELO, M. M. R. (Eds.). *Fitossociologia no Brasil: métodos e estudos de casos*. 1. ed. Viçosa - MG: UFV, p. 44–85, 2011.

METCALFE, C.R.; CHALK, L. *Anatomy of the dicotyledons*. Oxford: Clarendon Press, 1950. v.1. NAPP-ZINN, K. *Anatomie des blattes: II. Blattanatomie der Angiospermen*. Handbuch der Pflanzenanatomie. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1973. v.8, n.2A.

OLIVEIRA FILHO, A. T. e FLUMINHAN FILHO, M. Ecologia da vegetação do parque florestal quedas do Rio Bonito. *Cerne*, v.5, n.2, p.051-064, 1999.

PORTO, J. M. Plasticidade foliar de *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC (Asteraceae) em ambientes do cerrado. 2022. 53 p. Dissertação (Mestrado em Botânica Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2022.

PUHLMANN, J. et al. Immunologically active metalcioncontaining polysaccharides of *Achyrocline satureioides*. *Phytochemistry*, Ohio, v.31, n.8, 31, 2617–2621. 1992.

RADFORD, P. J. Growth Analysis Formulae - Their Use and Abuse 1 . *Crop Science*, v. 7, n. 3, p. 171–175, 1967.

RAPINI, A.; RIBEIRO, P. A.; LAMBERT, S.; PIRANI, J. R. A flora dos campos rupestres da Cadeia do Espinhaço. *Mega diversidade*, volume 4, Nº 1-2 Dez., 2008.

REIS, G. H.; MANSANARES, M. E.; DOMINGOS, D. Q.; MEIRELES, L. D.; VAN DEN BERG, E. Asteraceae dos Campos Rupestres das Serras da Bocaina e de Carrancas, Minas Gerais, Brasil. *Rodriguésia*, 66, 829-845, 2015.

RETTA, D., E. DELLACASSA, J. VILLAMIL, S. A. SUÁREZ, AND A. L. BANDONI. 2012. Marcela, a promising medicinal and aromatic plant from Latin America: A review. *Ind. Crops Prod.* 38:27–38. doi:10.1016/j.indcrop.2012.01.006.

RETTA, D.S. Optimization and validation of the quantitative assay of flavonoids in *Achyrocline satureioides* and *A. flaccida*. Latin American Journal of Pharmacy, Buenos Aires, v.30, n.7, p.1360–1365, 2011.

RIBEIRO, J. F. & SILVA, J. C. S. 1996. Manutenção e Recuperação da Biodiversidade do Bioma Cerrado: O Uso de Plantas Nativas. In: PEREIRA, R. C. & NASSER, L. C. B. Anais – VIII Simpósio sobre o Cerrado – Biodiversidade e Produção Sustentável de Alimentos e Fibras nos Cerrados. Planaltina – DF: Embrapa – CPAC, p. 10-14.

RIBEIRO, J. F. e WALTER, B. M. T. Fitofisionomias do bioma cerrado. In: Cerrado: Ambiente e flora: Planaltina: EMBRAPA-CPAC, P. 89-166, 1998

RIZZINI, C. T. Nota prévia sobre a divisão fitogeográfica do Brasil. Revista Brasil. Geogr. 25: pág. 3 – 64, (1963).

ROSSATTO, D. R.; HOFFMANN, W. A., e FRANCO, A. C. (2009). Características estomáticas de pares concêntricos de cerrado e mata de galeria crescendo numa região transicional no Brasil Central. Acta bot. bras. 24(3): 640-647. Dez. 2009.

SANTIN JR, LEMOS M, JÚNIOR LCK, NIERO R, DE ANDRADE SF. Antiulcer effects of *Achyrocline satureioides* (Lam.) DC (Asteraceae) (Marcela), a folk medicine plant, in different experimental models. Journal of Ethnopharmacology. 2010; 130(2):334–9.

SOMAVILLA, N. S. e RIBEIRO, D. G. Análise comparativa da anatomia foliar de Melastomataceae em ambiente de vereda e cerrado sensu stricto. Acta Botanica Brasilica 25(4): 764-775. Ago. de 2011.

VASCONCELOS, M. F. DE. O que são campos rupestres e campos de altitude nos topos de montanha do leste do Brasil? Brazilian Journal of Botany, São Paulo, v. 34, n. 2, p. 241– 246, 2011.

VIEIRA, M. C.; RAMOS, M. B. M.; HEREDIA ZÁRATE, N. A.; LUCIANO, A. T.; GONÇALVES, W. V.; RODRIGUES, W. B.; TABALDI, L. A.; CARVALHO, T. M.; SOARES, L. F.; SIQUEIRA, J. M. Adubação fosfatada associada à cama de frango e sua influência na produtividade e no teor de flavonoides da Marcela (*Achyrocline satureioides* (Lam.) DC.) em duas épocas de colheita. Revista Brasileira de Plantas Mediciniais, v.17, n. 2, p.246-253, 2015.

ZHOU, Y. M.; HAN, S. J. Photosynthetic response and stomatal behaviour of *Pinus koraiensis* during the fourth year of exposure to elevated CO<sub>2</sub> concentration. Photosynthetica, v. 43, n. 3, p. 445-449, 2005.