

**Karla Martins Ferreira**

**Comparações morfo-anatômicas e químicas entre  
populações de *Marcetia taxifolia* (St. Hil.) DC.  
(Melastomataceae) nos campos rupestres da Serra do  
Cipó-MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Botânica, para obtenção do título de “Magister Scientiae”

VIÇOSA  
MINAS GERAIS - BRASIL  
2002

**Karla Martins Ferreira**

**Comparações morfo-anatômicas e químicas entre  
populações de *Marcetia taxifolia* (St. Hil.) DC.  
(Melastomataceae) nos campos rupestres da Serra do  
Cipó-MG**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Botânica, para obtenção do título de “Magister Scientiae”

APROVADA: 22 de março de 2002.

---

Prof<sup>ª</sup>. Aristéa Alves Azevedo  
(Conselheira)

---

Prof<sup>ª</sup>. Renata M. Strozi Alves Meira

---

Prof. Eldo A . Monteiro da Silva

---

Prof. Geraldo L. Gonçalves Soares

---

Prof. Fernando Henrique Aguiar Vale

(Orientador)

## **BIOGRAFIA**

*Karla Martins Ferreira,*

*filha de João Batista Ferreira e Maria da Glória Martins Ferreira, nasceu em 1976 na cidade de Muriaé, Minas Gerais. Em 2000, graduou-se na Universidade Federal de Juiz de Fora – MG (UFJF), em Ciências Biológicas nas Modalidades de Licenciatura Plena e Bacharelado. No mesmo ano, iniciou-se no Mestrado em Botânica do Departamento de Biologia Vegetal, na área de pesquisa em Anatomia Vegetal, da Universidade Federal de Viçosa – MG, sendo este concluído em março de 2002.*

## **DEDICATÓRIA**

Esta minha conquista também é de vocês, meus pais, que estiveram ao meu lado em todos os momentos; que fizeram de meu sonho seus próprios objetivos e de meu objetivo sua própria luta. A vocês, que me ofereceram sempre o melhor que puderam me dar, através de seus olhares de apoio, de palavras de incentivo, de gestos de compreensão, de atitudes de segurança, mesmo quando me veio o desânimo. E isso, pai e mãe, não há nada que pague. Nos momentos importantes, suportaram a minha ausência; nos dias de fracasso, respeitaram o meu sentimento e enxugaram minhas lágrimas. Se hoje estou aqui, foi porque vocês acreditaram em meu sucesso e caminharam ao meu lado!

Obrigada por tudo!

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal de Viçosa, pela oportunidade de realização do curso.

Ao CNPq e Capes, pelo auxílio financeiro.

Ao meu eterno professor, orientador e amigo, Fernando H. Aguiar Vale, pelos ensinamentos, conselhos e, pela confiança a mim depositada para a realização deste nosso trabalho.

Ao Júlio César, “meu morzinho”, pelas inúmeras vezes que me acalmou e me apoiou nos momentos mais difíceis e esteve sempre ao meu lado. A sua presença, Julinho, tornou mais tranqüila e alegre a minha jornada.

Às minhas novas amigas, as “meninas super-poderosas” (Alessandra e Tatiana), pela amizade e agradável convivência. Juntas, dividimos medos, incertezas e inseguranças, mas, além disso, somamos entusiasmo, força e alegria!

Aos meus amigos de curso, Silvana, Érica, David e Renata, pela amizade e ótimos momentos de convívio. Nossos caminhos se cruzaram diante de um ideal comum. Partilhamos cada descoberta, desafio e conquista, e hoje, temos um pouco do outro em cada um de nós.

À prof<sup>a</sup>. Aristéa A. Azevedo, pelo exemplo de profissional e pelos valiosos ensinamentos.

Aos professores Eldo A. Monteiro da Silva, Renata M. Strozi Alves Meira e Marco A. Oliva, pelas valiosas críticas e sugestões.

À prof<sup>a</sup> Rosane Aguiar pela revisão do abstract e amizade.

A todos os professores do Departamento de Biologia Vegetal, por contribuírem na minha formação de mestre.

Aos professores Anôr Fiorini de Carvalho e Júlio César Lima Neves, do Departamento de Solos da UFV, pelas valiosas sugestões para a realização deste trabalho.

À prof<sup>a</sup>. Sílvia das Graças Pompolo, do laboratório de Citogenética (DBG-UFV), por ter cedido os equipamentos para a realização da histometria.

Ao prof., “padrinho” e amigo Geraldo L. G. Soares da UFJF, pelo apoio e sugestões na realização deste trabalho e revisão do abstract. Obrigada por contribuir na minha formação de bióloga!

À prof<sup>a</sup>. Rosy Mary dos Santos Isaias da UFMG, por ter cedido o seu espaço no laboratório de anatomia da UFMG e auxiliado nas análises histoquímicas.

À Zilda e Rosane, do laboratório de anatomia vegetal (UFV), pelos agradáveis momentos de convívio e pelos saborosos cafezinhos!

Aos meus amigos de campo, Júlio, Breno, Harvey, Tatiana, Alessandra, Zilda e Márcia, pela colaboração nas maravilhosas viagens a Serra do Cipó - MG.

Aos colegas do laboratório de Anatomia Vegetal (DBV-UFV), pelos momentos agradáveis de trabalho vividos juntos.

Ao colega, Anderson, do laboratório de Citogenética (DBG-UFV), por me “salvar” várias vezes nas medidas anatômicas no programa Image Pro-Plus.

Aos técnicos Sr. Bené e Sr. José Alberto, dos laboratórios de Física do Solo e Solos Florestais (DPS-UFV), pelas realizações das análises de solo.

À técnica Cristina, do laboratório de Química da UFMG, pela realização das análises de CCD e HPLC.

E a Você, meu Deus, agradeço a alegria de poder viver a cada momento as minhas conquistas e sonhos! Você se fez presente em todos os momentos firmes e trêmulos. E, passo a passo, pude sentir a Sua mão na minha, transmitindo-me a segurança necessária para enfrentar meu caminho e seguir adiante!

A todos aqueles que de alguma forma contribuíram na minha formação pessoal e profissional, os meus eternos agradecimentos!

**Muito obrigada!**

## ÍNDICE

	PÁGINA
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
INTRODUÇÃO GERAL.....	1
<b><u>ARTIGO 1:</u> Morfologia e fenologia de <i>Marcetia taxifolia</i> (St. Hil.) DC. (Melastomataceae) associada a diferentes condições ambientais na Serra do Cipó-MG.....</b>	<b>4</b>
RESUMO.....	5
ABSTRACT.....	6
INTRODUÇÃO.....	7
ÁREA DE ESTUDO.....	8
MATERIAL E MÉTODOS.....	9
RESULTADOS.....	10
DISCUSSÃO.....	13
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31
<b><u>ARTIGO 2:</u> Variações anatômicas e químicas das folhas de duas populações de <i>Marcetia taxifolia</i> (St. Hil.) DC. (Melastomataceae) relacionadas às condições edafo-climáticas na Serra do Cipó-MG.....</b>	<b>35</b>
RESUMO.....	36
ABSTRACT.....	37
INTRODUÇÃO.....	38
ÁREA DE ESTUDO.....	39
MATERIAL E MÉTODOS.....	40
RESULTADOS.....	43
DISCUSSÃO.....	47
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	66
CONCLUSÕES FINAIS.....	71
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	72

## Resumo

FERREIRA, Karla Martins, MS., Universidade Federal de Viçosa, março de 2002.  
**Comparações morfo-anatômicas e químicas entre populações de *Marcetia taxifolia* (St. Hil.) DC. (Melastomataceae) nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG.** Orientador: Fernando Henrique Aguiar Vale. Conselheiros: Aristéa Alves Azevedo e Marco A. Oliva Cano.

*Marcetia taxifolia* (Melastomataceae) é uma espécie com distribuição ampla e disjunta encontrada nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG, onde sofre a ação de inúmeros estresses ambientais. Este estudo pretendeu identificar, caracterizar e interpretar as alterações na morfologia, anatomia e química entre duas populações de *M. taxifolia* encontradas em áreas contínuas da Serra do Cipó-MG, relacionando as alterações observadas com a declividade da área, a composição do solo e a sazonalidade climática. As populações selecionadas de *M. taxifolia* encontram-se num pico pedregoso, com declividade de 30<sup>o</sup> e num platô arenoso, com declividade de 5<sup>o</sup>. Trinta exemplares de cada população foram acompanhados de maio/2000 a junho/2001. Foram medidos os seguintes parâmetros: altura da planta, número de eixos caulinares, diâmetro na base dos eixos caulinares, área de cobertura, área foliar, e peso seco. Lâminas permanentes e/ou semipermanentes de cortes transversais e paradérmicos da folha foram feitas para o estudo anatômico e quantificação das células e tecidos. Testes histoquímicos foram realizados em folhas para identificar derivados fenólicos, flavonóides, lipídios, alcalóides e amido. Perfis cromatográficos foram elaborados empregando-se as técnicas de Cromatografia em Camada Delgada (CCD) e Cromatografia Líquida de Alta Eficiência (CLAE). Folhas de ambas as populações foram coletadas para análise de alocação de nutrientes. Amostras dos solos de ambas populações foram coletadas e análises de teores de nutrientes e de granulometria foram realizadas, assim como medida a umidade real do solo. Dados meteorológicos e das normais climatológicas foram obtidos da estação meteorológica de Diamantina-MG. Os parâmetros morfológicos mais significativos entre as populações foram a área foliar e o peso seco, apresentando maiores valores na população do platô. As plantas da população do platô apresentaram dois períodos de floração, enquanto a do pico não demonstrou nenhum. A folha de *M. taxifolia* é revoluta, dorsiventral, hipoestomática e apresenta tricomas tectores e glandulares em ambas as faces. Na histometria, os parâmetros mais significativos foram a altura das células epidérmicas adaxiais e a espessura da lâmina foliar, apresentando maiores valores para a população do platô. Nos testes histoquímicos, em ambas populações as reações foram positivas para derivados fenólicos, flavonóides e lipídios. Os perfis cromatográficos indicaram que a população do pico apresentou maior concentração de derivados fenólicos, principalmente flavonóides. As folhas da população do platô apresentaram maiores teores de N, Ca, Mg e S. O solo da população do platô apresentou maiores teores de nutrientes e de argila. Os dados de precipitação total no período amostrado refletiram o mesmo padrão que o balanço hídrico no período de 1972-1990. As variações morfológicas e químicas são mais evidentes do que as anatômicas. Alterações nos fatores edáficos, como declividade da área, granulometria e umidade do solo, são importantes para a caracterização dos fenótipos dos indivíduos das populações de *M. taxifolia*. Dessa forma, *M. taxifolia* apresenta grande capacidade adaptativa, alterando o seu fenótipo de acordo com o ambiente, demonstrando elevado grau de plasticidade fenotípica.

## Abstract

FERREIRA, Karla Martins, MS., Universidade Federal de Viçosa, March of 2002. **Morfo-anatomical and chemical comparisons between populations of *Marcetia taxifolia* (St. Hil.) DC. (Melastomataceae) in Campos Rupestres of the Serra of Cipó-MG.** Advisor: Fernando Henrique Aguiar Vale. Committee Members: Aristéa Alves Azevedo e Marco A. Oliva Cano.

*Marcetia taxifolia* (Melastomataceae) is a species with wide and disjunctive distribution found in Campos Rupestres of the Serra do Cipó-MG, where it suffers the effects of countless environmental stresses. This study intends to identify, characterize and interpret the alterations in the morphology, anatomy and chemistry between two populations of *M. taxifolia* found in continuous areas of the Serra do Cipó-MG, relating the alterations observed with the steepness of the area, the composition of the soil and the climatic seasonality. The selected populations of *M. taxifolia* are located in a stony peak, with steepness of 30° and in a sandy plateau, with steepness of 5°. Thirty specimens of each population were accompanied from May/2000 to June/2001. They were measured the following parameters: height, branches quantity, stem base diameter, covering area, leaf area and dry weight. Permanent and semi permanent slides of leaves transverse and paradermic cuts were made for the anatomical study and quantification of the cells and tissues. Histochemical tests were accomplished in leaves to identify lipids, phenol, flavonoids, alkaloids and starch. Chromatography profiles were elaborated using techniques of thin layer chromatography (TLC) and high performance liquid chromatography (HPLC). Leaves of both populations were collected for nutrient allocation analyses. Soil samples from both populations were collected and analyses of nutrient content and granulometry were accomplished, as well as measured the real humidity of the soil. Meteorological data were obtained from meteorological station of Diamantina-MG. The most significant morphological parameters among the populations were the leaf area and the dry weight, presenting large values in the plateau population. The plants of the plateau population presented two flower periods, while the one of the peak didn't demonstrate any. The leaf of *M. taxifolia* is revolute, dorsiventral, hypostomatic and it presents tomentose and glandular trichomes in both faces. The most significant histometric parameters were the height of the cells on the adaxial side of the epidermal and the thickness of the leaf, presenting large values for the plateau population. In the histochemical tests, both populations the reactions were positive for lipids, phenol and flavonoids. The chromatography profiles indicated that the peak population presents larger concentration of phenolic compounds, mainly flavonoids. The leaves of the plateau population presented larger contents of N, Ca, Mg and S. The soil of the plateau population presented larger contents of nutrients and clay. The data of total precipitation in the studied period reflected the same pattern that the water balance during period of 1972-1990. The morphological and chemical variations are more evident than the anatomical ones. Differences between edaphic factors, as steepness of the area, granulometry and humidity of the soil, are important for the characterization of the individual phenotypes of the populations of *M. taxifolia*. Therefore, *M. taxifolia* presented greater adaptative capacity, altering its phenotype in agreement with the environmental, demonstrating high degree of phenotypic plasticity.

## **Introdução Geral**

Em anatomia e morfologia vegetal, muitos trabalhos têm se preocupado com o efeito dos fatores ambientais sobre a estrutura das plantas, tendo nas últimas décadas, surgido uma nova linha de pesquisa dentro da botânica denominada anatomia ecológica (Metcalf 1983).

Handro (1969) considera que os trabalhos de anatomia, quando encarados sob um ponto de vista mais dinâmico, e não puramente descritivo, permitem a abertura de novas perspectivas. Nesta linha, vários trabalhos procuram discutir características anatômicas e morfológicas da flora dos campos rupestres como adaptações voltadas para a retenção de água e a sobrevivência em condições adversas. Detalhes do corpo aéreo e do revestimento epidérmico são destacados por Menezes (1984), Castro & Menezes (1990) e Luque (1995) como fatores importantes no processo de adaptação das plantas às condições predominantes nos campos rupestres.

Os campos rupestres têm despertado grande interesse devido suas particularidades bióticas e abióticas. A área ocupada por esta tipologia vegetal está associada à cadeia do Espinhaço, no estado de Minas Gerais (Giulietti *et al.* 1987). A cobertura vegetal é variável em função da altitude e das condições de solo, ocorrendo matas ciliares, capões de mata, manchas de cerrado e, acima de 1000 metros, os campos rupestres, vegetação típica das serras da Cadeia do Espinhaço (Magalhães 1966; Giulietti *et al.* 1987).

Em campos rupestres da Serra do Cipó, uma vegetação herbácea contínua ocupa os espaços entre os afloramentos rochosos, crescendo em solos rasos e arenosos, onde predominam as famílias Gramineae, Cyperaceae, Eriocaulaceae, Velloziaceae e Xyridaceae. Nas áreas onde o substrato é pedregoso, são observados pequenos grupos de arbustos, subarbustos e plantas isoladas. Nestes locais, o predomínio é das famílias Velloziaceae, Asteraceae, Melastomataceae, Leguminosae e Vochysiaceae. Sobre as rochas ou em suas fendas, existe uma vegetação rupícola na qual se destacam as Famílias Bromeliaceae, Velloziaceae, Piperaceae e algumas espécies de Pteridophyta (Giulietti *et al.* 1987).

As espécies vegetais, que ocorrem nos campos rupestres, estão sujeitas aos mais diversos estresses, sejam bióticos ou abióticos e, pelo fato de ser o órgão da planta mais exposto às condições ambientais, a folha sofre modificações morfológicas e anatômicas que são interpretadas como uma adaptação aos fatores ambientais a que está submetida (Fahn 1990).

Muitos microambientes são encontrados nos campos rupestres devido a uma gradação ambiental influenciada pelas condições micro-ambientais, morfo-climáticas e fitogeográficas (Stannard 1995). A formação de uma vegetação típica está relacionada com uma distribuição e organização direcionada por estes fatores, como acontece em outros ambientes litorâneos (Henriques *et al.* 1984) ou montanhosos (Roth 1995).

Os organismos apresentam estratégias adaptativas em resposta aos fatores ambientais, muitas vezes mostrando convergência entre grupos taxonômicos diferentes (Van Der Merwe *et al.* 1994). Plantas que habitam rochas ou afloramentos rochosos demonstram respostas que estão relacionadas aos múltiplos estresses, como: escassez de água, superaquecimento, forte radiação, solos pobres em nutrientes, além de estresses bióticos, como ação de microorganismos (Ware 1990).

Klich (2000) estudando uma espécie arbórea de cursos d'água, *Elaeagnus angustifolia* L. (Elaeagnaceae), considerou que a plasticidade morfo-anatômica da folha está associada à incidência solar, temperatura do ar e umidade, sendo a capacidade de responder a estes fatores a condição que confere a esta espécie o sucesso na competição.

A probabilidade de uma espécie vegetal sobreviver está relacionada com a capacidade de suportar condições atmosféricas extremas e preservar-se em habitats ameaçados (Larcher 2000).

A ocorrência de plantas em variados habitats está relacionada à adaptação fisiológica que cada planta apresenta. Estudos realizados em espécies de afloramentos rochosos apontam a sua adaptação através de parâmetros morfológicos e fisiológicos, como importantes para sua manutenção naquele ambiente (Kruckeberg 1984).

Na ausência de barreiras geográficas, outros caminhos indicam um importante papel na distribuição de espécies, como os parâmetros anuais, sazonais e períodos extremos de temperatura, apontados por Hoffmann & Parsons (1991). A distribuição das espécies está relacionada com características climáticas extremas, além de outros fatores abióticos, como poluição. Além disso, associações entre fatores abióticos e distribuição de espécies podem ser afetados por fatores bióticos, especialmente a competição (Dunson & Travis 1991).

Através da análise da morfologia interna e externa é possível visualizar e quantificar, com facilidade e rapidez, as variações estruturais em experimentos sob condições ambientais controladas, detectando os limites da plasticidade e quão fixadas geneticamente estão estas variações (Metcalf 1983; Parsons 1993; Linhart & Grant 1996).

A compreensão das respostas de espécies vegetais às condições do meio, nos mais diversos ecossistemas, pode fornecer dados que, adequadamente trabalhados, serão de suma importância no conhecimento, manejo e utilização dos recursos naturais. O emprego desses dados, de uma forma integrada à exploração econômica ou a recomposição ambiental, é uma das vias promissoras na recuperação e manutenção da qualidade de vida. Além disso, pode contribuir para os estudos de sistemática, evolução e ecologia, apresentando aplicabilidade direta, como indicadores biológicos, uma vez que as condições ambientais podem ser traduzidas nas organizações das células, tecidos e órgãos (Vale 1999).

O gênero *Marcetia* DC. (Melastomataceae) consiste de 27 espécies que manifestam uma clara tendência em apresentar distribuição endêmica. A maioria dessas espécies está presente em campos rupestres situados na Chapada da Diamantina, Bahia, e na Cadeia do Espinhaço, em Minas Gerais, constituindo elementos peculiares e característicos da vegetação rupestre brasileira (Martins 1995).

*Marcetia taxifolia* apresenta grande variabilidade, ocorrendo em ambientes muito diferentes com acentuada variação estrutural e alto grau de polimorfismo, especialmente com relação à forma e tamanho das folhas. Essas características foram constatadas pelo estudo taxonômico feito por Martins (1989), que reuniu 14 espécies sob o mesmo epíteto e por Pinheiro (1995), que estudando populações na restinga de Maricá, chamou a atenção para as variações morfológicas e o intrincado mecanismo de resposta desta espécie às alterações do ambiente.

*M. taxifolia* vem sendo estudada sob os aspectos taxonômicos, morfológicos e anatômicos (Martins 1989; Pinheiro 1995; Vale 1999), e sua adaptação às rigorosas condições climáticas e edáficas, assim como a recuperação após as queimadas periódicas permite enfoques interessantes para o estudo desta espécie.

É esperado que os estudos comparativos, no campo e no laboratório, possam produzir resultados importantes sobre a plasticidade fenotípica e suas implicações evolutivas, bem como, sobre a potencialidade de aplicação de respostas aos estresses nas plantas de potencial econômico, principalmente na prospecção de princípios ativos.

**ARTIGO 1: MORFOLOGIA E FENOLOGIA DE *Marcetia taxifolia* (St. Hil.) DC.  
(MELASTOMATACEAE) ASSOCIADA A DIFERENTES CONDIÇÕES  
AMBIENTAIS NA SERRA DO CIPÓ - MG**

**MORFOLOGIA E FENOLOGIA DE *Marcetia taxifolia* (St. Hil.) DC. (MELASTOMATACEAE) ASSOCIADA ÀS DIFERENTES CONDIÇÕES AMBIENTAIS NA SERRA DO CIPÓ – MG<sup>1</sup>**

Karla Martins Ferreira<sup>2</sup>

Fernando Henrique Aguiar Vale<sup>3</sup>

Aristéa Alves Azevedo<sup>3</sup>

Marco Antônio Oliva<sup>3</sup>

**Resumo:**

A morfologia de uma espécie vegetal está, quase sempre, relacionada com variações ambientais, sendo importante os estudos fenológicos. O objetivo do trabalho foi identificar, caracterizar e interpretar as alterações da morfologia externa entre duas populações de *Marcetia taxifolia* encontradas em áreas contínuas nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG, relacionando as alterações registradas com a declividade da área, composição do solo e sazonalidade climática. Trinta exemplares de cada população, uma localizada num pico pedregoso com declividade de 30<sup>o</sup> e outra num platô arenoso com declividade de 5<sup>o</sup>, foram mapeados e acompanhados através de medição da altura da planta, área de cobertura, número de eixos caulinares, diâmetro na base dos eixos caulinares, área foliar e peso seco. Os períodos de emissão de rebrotos e floração também foram registrados. Foram realizadas análises de alocação de nutrientes na folha e no solo, assim como granulometria e umidade real do solo. Os dados meteorológicos de precipitação total e temperatura máxima absoluta e mínima absoluta foram baseados nos dados registrados na Estação Meteorológica de Diamantina-MG. Os resultados evidenciaram variações morfológicas e reprodutivas marcantes entre as populações de *M. taxifolia*. A população do platô apresentou valores da área foliar e do peso seco significativamente maiores em relação à população do pico. Períodos reprodutivos foram registrados somente para a população do platô. As variações morfológicas foram consideradas características adaptativas da espécie em resposta aos estresses do ambiente, principalmente déficit hídrico e escassez nutricional no solo.

Palavras-chaves: *Marcetia taxifolia* – Melastomataceae - morfologia - fenologia - plasticidade – estresse.

Abstract:

The morphology of a plant species is related to environment variations, being important the phenological studies. The objective of the work was to identify, characterize and interpret the alterations of the outer morphology between two populations of *Marcetia taxifolia* growing in continuous areas in Campos Rupestres of the Serra do Cipó-MG, relating the alterations registered with the steepness of the area, composition of the soil and climatic seasonality. Thirty plants of each population, a located in a stony peak with steepness of 30° and other in a sandy plateau with steepness of 5°, were mapped and accompanied through measurement of plant height, covering area, stem axes number, stem base diameter, leaf area and dry weight. The periods of sprout re-emission and flowering were also registered. Analyses of nutrient allocation were made in leaf. These data were compared with soil nutrient content, granulometry and real humidity. The total precipitation and maximum and minimum absolute temperature were obtained in the Meteorological Station of Diamantina-MG. The results showed remarkable differences in morphological and reproductive characteristics between the populations of *M. taxifolia*. Plateau population showed higher leaf area and dry weight values in relation to the peak population. Reproductive periods were only registered for the plateau population. The morphological variations were considered adaptative characteristics of the species in response to environment stresses, mainly water and nutritional deficits.

Keywords: *Marcetia taxifolia* - Melastomataceae - morphology – phenology - plasticity-stress.

---

1- Parte da dissertação de mestrado em Botânica da primeira autora

2 - Bolsista CNPq/CAPES

3 - Depto. de Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa. Av. P.H. Rolfs, s/n, Viçosa, MG. CEP: 36.571-000.

## **Introdução**

Na Serra do Cipó, na fisionomia campo rupestre, variações no solo e clima são facilmente registradas e representam um papel importante na formação da vegetação (Araújo & Martins 1999). O fenótipo que uma espécie apresenta está, quase sempre, relacionado às condições do ambiente (Stannard 1995).

Os afloramentos rochosos, característicos de campos rupestres, apresentam alto grau de endemismo, devido algumas espécies apresentarem resistência aos inúmeros fatores ambientais que limitam a colonização destas áreas. Uma possível explicação da limitação de ocupação dessas espécies em afloramentos rochosos é a variação quanto ao tipo de solo encontrado. Solos derivados de calcário diferem de outros solos em relação ao pH, alterando a fisiologia da planta (Ware 1990).

A folha é o órgão da planta que se encontra mais exposto às condições aéreas, e as variações em seus caracteres têm sido interpretadas como adaptações a ambientes específicos (Fahn & Cutler 1992). Dessa forma, estudos têm relacionado características morfológicas estruturais com condições abióticas, tais como luminosidade, umidade do ar e balanço hídrico (Klich 2000; Sampaio *et al.* 2000).

A fenologia de plantas tropicais ainda é um tema pouco investigado (Castellani 1999). Os estudos fenológicos buscam avaliar a relação entre o período de ocorrência, duração e amplitude do ciclo de vida com as condições ambientais vigentes como temperatura, umidade, fotoperíodo e fatores de ordem biótica (Rathcke & Lacey 1985).

Condições abióticas, quando extremas, podem ser consideradas fatores de estresse que prejudicam o desenvolvimento dos exemplares de uma espécie. Dessa forma, o estresse é definido como “qualquer alteração do ambiente, tais como energia solar, água, nutrientes minerais e temperatura que se encontram em excesso ou escassez podendo causar dano ao organismo” (Grime 1979; Levitt 1980; Pahlich 1993).

Crescimento e mudanças de fases são plásticos e podem ser influenciados por condições externas, como luz, temperatura, CO<sub>2</sub> e estresses que limitam a disponibilidade da água (Bohnert *et al.* 1995).

Diferenças nas variáveis ambientais como níveis de luz, altitude, latitude, fotoperíodo e temperatura, além da disponibilidade de água e nutrientes, podem influenciar na morfologia e estrutura da planta (Metcalf 1983). Dessa forma, a plasticidade fenotípica pode ser expressa nas variações no crescimento em altura, na morfologia e na anatomia dos órgãos vegetativos e reprodutivos, na alocação de biomassa, na taxa fotossintética e na fenologia (Sultan 1987).

*Marcetia taxifolia* (St. Hil.) DC., pertencente à Família Melastomataceae, apresenta uma distribuição disjunta e exclusivamente sul-americana, podendo ser encontrada nas montanhas ao norte da América do Sul, em Roraima, Guiana, Venezuela e Colômbia. No Brasil, ocorre nos Estados das regiões Sudeste, Nordeste e Centro-oeste. É uma espécie típica de campos rupestres e de altitude, sendo também, encontrada em restingas e próximas às matas de galeria (Martins 1989). Tal espécie apresenta grande plasticidade fenotípica em resposta às variações ambientais adversas (Vale 1999).

Os objetivos do presente trabalho foram identificar, caracterizar e interpretar as alterações na morfologia externa de duas populações de *Marcetia taxifolia* encontradas em áreas contínuas nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG, relacionando as alterações com a declividade da área, a composição do solo e a sazonalidade climática.

### **Área de estudo**

Este estudo foi realizado na Serra do Cipó, localizada na Cadeia do Espinhaço, no Estado de Minas Gerais, a cerca de 100 Km a nordeste de Belo Horizonte, entre as coordenadas 19°12' – 19°20'S e 43°30' – 43°40'W, no município de Santana do Riacho (Fig.1A/B).

As duas populações estudadas de *M. taxifolia*, da Serra do Cipó-MG, são contínuas, estando uma localizada num pico pedregoso, com declividade de 30° a 1360m de altitude (Fig.2A), e a outra, num platô arenoso com declividade de 5° a 1300m (19°17'53"S – 43°35'26"W) (Fig.2B).

O pico pedregoso apresenta grande quantidade de subarbustos e arbustos, destacando-se as famílias Velloziaceae e Melastomataceae (Vitta 1995) (Fig.3). No platô, formado por um campo arenoso, a vegetação é composta por um estrato herbáceo contínuo, onde prevalecem diversas espécies de Gramineae, Cyperaceae, Asteraceae, Melastomataceae e Fabaceae (Vitta 1995) (Fig.4).

O solo do pico é formado principalmente, por fragmentos de quartzito branco que atingem até 10 cm de diâmetro, tendo em sua maioria diâmetros de 1 – 4 cm, e o do platô apresenta coloração acinzentada, com rochas isoladas e distribuídas aleatoriamente, raramente ultrapassando mais que 30 cm de diâmetro. (Vitta 1995).

No sistema de Köppen, a região é classificada como (ACwb), possuindo um clima úmido do tipo tropical chuvoso (A), macrotérmico (C), com a temperatura do mês mais frio entre 18°C e –3°C, seco no inverno (w), possuindo quatro meses com temperaturas maiores que 10°C e a temperatura do mês mais quente inferior à 22°C (b).

No sistema de Thornthwaite e Mather, o clima se enquadra como ( $B_3rB'_2 a'$ ), sendo, clima úmido ( $B_3$ ), com o índice de umidade efetiva de 73,06%, o que representa pequena deficiência hídrica ( $r$ ), mesotérmico ( $B'_2$ ), com uma eficiência térmica no verão de 30,53% ( $a'$ ) (Vale 1999).

## **Material e Métodos**

Para a seleção da espécie estudada foram consideradas algumas condições que facilitariam o desenvolvimento do trabalho, como o porte herbáceo, a fácil localização no campo, a abundância de exemplares e o nível de variação morfológica interpopulacional.

*Marcetia taxifolia* na Serra do Cipó, possui xilopódio do qual saem vários eixos caulinares com numerosas ramificações. Esses aspectos morfológicos são os responsáveis por atribuir aos exemplares dessa espécie, a forma de touceiras.

Os exemplares de *M. taxifolia* da população do pico foram incorporados no herbário CFSC (USP-SP), e os da população do platô, no herbário VIC (UFV-MG) nº 24.938.

Nove excursões foram realizadas, abrangendo todas as estações do ano, de maio/2000 a junho/2001 e trinta exemplares de cada população foram mapeados e identificados com placas de alumínio numeradas.

Em cada excursão foram registrados dados fenológicos dos 30 exemplares de cada população. A altura da planta e a área de cobertura foram medidos com auxílio da trena Index Level Measure de 3m. A área de cobertura foi estimada através da fórmula da figura geométrica elipse ( $A=a.b.\pi$ , onde  $a$ =diâmetro leste-oeste e  $b$ =diâmetro norte-sul). O diâmetro na base do eixo caulinar, escolhido aleatoriamente, foi medido com paquímetro digital eletrônico Digimess Stainless Steel (precisão: 0,02mm) e contado o número de eixos caulinares de cada exemplar. Flores e frutos foram registrados, sempre que presentes, em todas as excursões.

Em cada excursão, foram coletados os cinco ramos laterais mais inferiores do eixo caulinar de dez plantas não marcadas nas populações e, fixados em FAA 50% para a determinação da área foliar e do peso seco. Para medir a área foliar foi utilizado o medidor portátil de área foliar da LI-COR 3000A, no laboratório da Unidade de Crescimento de Plantas, do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa, e determinada a partir do destacamento das folhas mais basais de cada eixo coletado, totalizando 50 folhas. O peso da matéria seca foi determinado por amostragem

de 100 folhas de cada uma das 10 plantas coletadas. A partir desses valores foi calculada a área foliar específica ( $S_A=A_f/W_f$ , onde  $S_A$ = área foliar específica,  $A_f$ = área foliar e  $W_f$ = peso da matéria seca).

Foram efetuados registros fotográficos dos aspectos que mais se destacaram como característicos das plantas. No campo, foi utilizada máquina Canon F-1, e no laboratório, o fotoestereomicroscópio Olympus SZH.

Todas as medidas foram submetidas à análise de variância e ANOVA (Sokal & Rohlf 1984) para a comparação entre populações.

Folhas de cinco plantas não marcadas de cada população foram coletadas no mês de jun/2001 para análise de alocação de nutrientes, no laboratório de solos florestais, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa. Uma parte da amostra de tecido vegetal foi submetida à digestão nítrico-perclórica determinando os teores de P pelo método colorimétrico (Braga & Defelipo 1974), K por fotometria de chama e Ca e Mg por espectrofotometria de absorção atômica; a outra parte foi submetida à digestão sulfúrica para determinar os teores de N, S, Zn, Fe, Mn, Cu e B pelo método de Kjeldahl (Tedesco 1982).

A análise do solo foi realizada em jun/2001 no Laboratório de Rotina do Solo, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa a partir de cinco amostras tomadas dos 20 cm mais superficiais dos solos de cada população. Foram determinados os teores de nutrientes do solo, assim como a granulometria e, a umidade real foi calculada nos meses de março/maio/junho2001, seguindo técnicas do Manual de Métodos e Análises de Solo da EMBRAPA (1979).

Os dados climáticos da Serra do Cipó foram baseados na Estação Meteorológica de Diamantina – MG, localizada dentro da mesma região climática, segundo Nimer (1989), a 100km da área de estudo, a uma altitude de 1296 metros, nas coordenadas 18<sup>o</sup>15'S – 43<sup>o</sup>36'W. As Normas Climatológicas foram utilizadas (DNMET 1992) e os dados meteorológicos mensais de precipitação total, temperatura máxima e mínima absoluta, do período de janeiro/2000 a junho/2001, adquiridos pelo 5<sup>o</sup> Distrito de Meteorologia.

## **Resultados**

### **1 – Fenologia**

As populações acompanhadas no campo demonstraram uma distinção interpopulacional bastante evidente tanto morfológica, quanto reprodutiva. Na média

total, todas as diferenças foram significativas, exceto a área da copa e os diâmetros dos caules (Tab.1).

Em ambas as populações, os exemplares apresentaram a forma de touceiras (Fig.5, 6), porém diferiram no número de eixos caulinares (pico 20,3; platô 13,2) (Tab.1). Houve um nítido decréscimo no número de eixos caulinares no mês de outubro/2000 em ambas as populações. Os meses seguintes mostraram pouca variação dos valores entre as populações (Tab.2; Fig.8a/b).

A média da área foliar dos exemplares da população do platô foi, cerca de, três vezes maior do que a da população do pico (pico  $6,4\text{mm}^2$ ; platô  $16,7\text{mm}^2$ ) (Tab.1; Fig.7 e 9b). Na população do pico, a média da área foliar mostrou-se constante ao longo do período amostrado, havendo um aumento significativo no mês de out/2000 (Tab.2; Fig.9a). A população do platô apresentou valores maiores da área foliar nos meses nov/2000 e jun/2001 (Tab.2; Fig.9b). Na população do pico no mês de out/2000, as folhas dos rebrotos se aproximaram do valor da área foliar daquelas que se encontraram na população do platô (Tab.2).

A população do pico apresentou menor peso seco foliar (pico: 0,28g; platô: 0,94g), em relação à população do platô (Tab.1). No mês de out/2000, o peso seco na população do pico apresentou maior valor durante o período amostrado (Tab.2), mostrando uma relação direta com a emissão de rebrotos (Fig.10), os quais apresentaram maior área e maior biomassa.

A área foliar específica, no período de agosto a novembro/2000, foi maior nas plantas da população do pico em relação às do platô (Fig.11).

As plantas do platô apresentaram a altura maior em relação às plantas da população do pico (pico 0,15m; platô 0,19m) (Tab.1). A população do pico demonstrou uma certa homogeneidade na altura das plantas, diferindo da população do platô, quando no período de out/2000 a jan/2001 foram registrados valores médios menores (Tab.2; Fig.12a/b).

No mês de jun/2001, quase a totalidade (%) dos exemplares da população do platô perdeu a parte aérea por quebra na base dos caules, fato não observado na população do pico. No mês de out/2000 houve formação de rebrotos para ambas populações (Fig.10), alterando nesse mês, todas as variáveis foliares medidas (Tab.2).

A média da área de cobertura das plantas da população do pico foi menos variável ao longo do período (Tab.2; Fig.13a), em relação à população do platô. No platô, houve uma redução no tamanho da área de cobertura das plantas nos meses de

outubro e novembro/2000 e um crescimento contínuo de janeiro a junho/2001, mostrando uma relação direta entre o aumento da área de cobertura e a presença dos rebrotos a partir do mês de outubro de 2000 (Tab.2; Fig.13b e 10).

A média do diâmetro na base do eixo caulinar não foi significativa entre as populações (pico 1,8mm; platô 2mm) (Tab.1; Fig.14a/b).

Durante a realização do trabalho, não foi observado período reprodutivo nas plantas do pico. Nas plantas do platô nos meses de mai/2000 e jun/2001 houve floração (Fig.10) e, em seguida, frutificação. A floração e frutificação ocorriam de forma maciça em quase todas as plantas do platô e, logo após essas fases, as plantas reduziam as partes aéreas.

## **2- Alocação de nutrientes nas folhas**

A análise dos macronutrientes mostrou que nas folhas os teores de N, Ca, Mg e S foram menores na população do pico, enquanto o P obteve valores idênticos para ambas as populações. Somente o K apresentou maior teor na população do pico (Tab.3).

Os teores de Zn e Mn na população do pico foram maiores, enquanto o Cu e o B apresentaram valores menores em relação às plantas do platô (Tab.3).

O Fe foi o nutriente que demonstrou valores mais discrepantes entre os solos das populações, sendo mais elevado no solo do platô. (Tab.3)

## **3 - Solo**

O pH dos solos das duas populações variou entre 4 – 5, indicando uma alta acidez, de acordo com a tabela de solos do IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. Os teores de nutrientes foram considerados extremamente baixos. No solo do pico os teores de P, K e, principalmente o de Al foram maiores em relação ao solo do platô, além do índice de saturação de alumínio e a capacidade de troca catiônica efetiva. Somente as concentrações de Ca e Mg apresentaram valores maiores no solo do platô. (Tab.4).

A análise granulométrica do solo indicou maior presença de argila e silte no platô, enquanto o solo do pico apresentou maiores teores de areia grossa e areia fina. A classe textural do solo do platô foi considerada franco-arenosa e a do pico, franco (Tab.5).

Os valores de umidade do solo variaram de 1 a 12%, sendo os mais baixos encontrados no solo do pico, nos meses de maio/2001 (1%) e junho/2001 (1%) e maior

em março/2001 (3%). No solo do platô o menor valor registrado foi em junho/2001 (2%) e o maior no mês de março/2001 (12%).

#### **4- Clima**

De acordo com o balanço hídrico no período de 1972-1990, a precipitação anual total na Serra do Cipó-MG foi de 1404,7mm, distribuídos em duas estações. A estação mais chuvosa compreendeu o período de outubro a março, com a maior precipitação média de 307 mm em janeiro. O período seco foi de abril a setembro, com menor precipitação média de 7,7 mm em junho (Fig.15).

No período amostrado (jan/2000-jun/2001) a precipitação também foi distribuída em duas estações, a estação mais chuvosa representada pelo período de outubro a março, com a maior precipitação média de 411,8 mm em janeiro/2000. O período seco foi de abril a setembro, com menor precipitação média de 1,0 mm em maio/2000 (Fig. 16).

A temperatura máxima absoluta foi registrada nos meses de outubro/2000 (31,3<sup>0</sup>C) e fevereiro/2001 (31,4<sup>0</sup>C). A temperatura mínima absoluta foi nos meses de julho/2000 (6,0<sup>0</sup>C) e maio/2001 (5,6<sup>0</sup>C) (Fig.17).

#### **Discussão**

*Marcetia taxifolia* é uma espécie que apresenta alto grau de plasticidade fenotípica, uma distribuição disjunta e uma grande capacidade de se adaptar a diversos ambientes (Martins 1989; Stannard 1995; Vale 1999).

Os fatores abióticos são as variáveis ambientais que propiciaram alterações morfológicas mais evidentes na espécie, sendo, os mesmos conhecidos como de efetiva ação sobre a estrutura das plantas. Pahlich (1993) registrou que a seca, a temperatura, a deficiência ou o excesso de nutrientes são fatores ambientais que causam alterações morfológicas, anatômicas e fisiológicas nas plantas. Nas populações estudadas os solos apresentaram características que os diferiram, como os teores de nutrientes, declividade do terreno, granulometria e umidade. Variáveis como altitude e vento foram menos decisivos para expressarem as alterações observadas, apesar de não terem sido testadas individualmente, além disso, a ação desses fatores foi semelhante sobre as duas populações, em virtude da pouca distância entre elas.

Na Serra do Cipó, múltiplos estresses estão envolvidos, como forte radiação, superaquecimento, déficit hídrico entre outros. *M. taxifolia* esteve sob influência dessa combinação de estresses, respondendo através de estratégias adaptativas como perda da

parte aérea em períodos de déficit hídrico e presença de folhas avermelhadas, certamente como um fator protetor de radiação pela presença de antocianina (Larcher 2000).

Dutilh (1996) afirmou que variações ambientais, como déficit nutricional e hídrico, refletiram tanto na morfologia quanto na reprodução de espécies de *Hippeastrum*. O mesmo foi observado em *Bowdichia virgilioides*, uma espécie de cerrado, estudada por Kanegae *et al.* (2000). Harper (1977), considera a quantidade e a qualidade luz, bem como a temperatura, o teor de água e nutrientes no solo, fatores limitantes para a sobrevivência de muitas espécies. Variações ambientais semelhantes afetaram o desenvolvimento de *M. taxifolia*, mas não influenciaram na sua sobrevivência, pois as duas populações estudadas demonstraram distintas estratégias de resistência, seja tolerando ou evitando o estresse.

A população do platô apresentou um rápido crescimento e uma eficiente produção de frutos e sementes, já que 100% das plantas floresceram e frutificaram, e em seguida, perdiam as suas partes aéreas evitando um forte período de seca. Eventos semelhantes já foram registrados para outras espécies e ambientes, denotando ser uma estratégia comum a outros grupos taxonômicos, como observado por Braz (2000), em exemplares jovens de *Dalbergia miscolobium* (Fabaceae) no cerrado.

Experimentos feitos com indivíduos jovens e juvenis de *Anadenanthera macrocrapa* (Leguminosae) mostraram que os mecanismos como a perda total de folhas e o desenvolvimento de um sistema radicular tuberoso possibilitaram a espécie tolerar vários meses de seca (Silva & Barbosa 2000). Estratégias semelhantes, de resistência à dessecação, também foram observadas por Dutilh (1996) ao estudar espécies de *Hippeastrum*.

Em *M. taxifolia*, há presença de um sistema subterrâneo com características de xilopódio, que regenera partes aéreas afetadas pelo fogo ou por escassez de água, representando uma resposta condicionada por fatores de estresse (Vale 1999). Rees (1989) considera que o hábito geofítico proporciona uma maior versatilidade para a espécie e está, geralmente, relacionado com respostas a condições adversas. O desenvolvido sistema subterrâneo e a formação de órgão de reserva garantem a sobrevivência das espécies em época de seca (Handro 1969).

A população do pico investiu principalmente na manutenção da estrutura vegetativa, demonstrando ser tolerante aos estresses ambientais, através de um crescimento lento e contínuo, sem perda da parte aérea. Em condições onde os recursos

são escassos, as espécies podem responder adiando o tempo de floração e investindo na manutenção da parte vegetativa (Frogner 1980).

A manutenção da parte aérea das plantas do pico pode estar relacionada com a programação endógena de um crescimento reduzido (genotípica, morfogenética ou por meio de uma regulação hormonal da capacidade de crescimento) o que facilita a manutenção de uma concentração suficiente de substâncias minerais nos tecidos, possibilitando uma melhor utilização dos mesmos (Larcher 2000).

Fatores como clima, tipo de solo, disponibilidade de água e nutrientes no solo, interação entre nutrientes no solo e na planta e, declividade do terreno influenciam a composição mineral dos tecidos vegetais (Martinez *et al.* 1999). A ação desses fatores nas populações de *M. taxifolia* foi notória, uma vez que, as variáveis abióticas como solo e água, demonstraram diferenças acarretando alterações entre as partes aéreas das plantas das populações estudadas.

A parte da planta geralmente usada para o diagnóstico do estado nutricional é a folha, por ser a sede de metabolismo e refletir bem, na sua composição, as mudanças nutricionais (Martinez *et al.* 1999). Maior teor de K foi observado na população do pico, provavelmente devido ao fato desse elemento movimentar-se mais facilmente em solos com baixa troca catiônica (CTC) (Larcher 2000), como no solo pedregoso. Concentrações foliares de Ca e Mg foram menores na população do pico. Este resultado parece estar relacionado à baixa mobilidade desses elementos em solos menos argilosos (Larcher 2000).

Os valores de nutrientes foliares mais discrepantes entre as populações foram o K, Ca e o Fe. O K está diretamente envolvido na osmose, balanço hídrico e na abertura e fechamento de estômatos. O Ca é um componente importante da parede celular e está envolvido na permeabilidade da membrana celular. O Fe é um dos nutrientes necessários para síntese de clorofila e componente dos citocromos (Raven *et al.* 1996, Nultsch 2000). A diferença desses valores, provavelmente está relacionada com estratégias adaptativas fisiológicas de *M. taxifolia* aos diversos estresses ambientais, porém, estudos ecofisiológicos deverão ser realizados a fim de comprovar essa hipótese.

O pequeno porte em *M. taxifolia* pode ser considerado uma estratégia para superar a deficiência mineral, como afirma Grime (1979), permitindo a produção de uma quantidade de biomassa adequada à baixa disponibilidade de substâncias minerais no ambiente.

A altura das plantas da população do pico é mais uniforme. Provavelmente, isso foi consequência da manutenção da parte aérea por um período maior, um limite no crescimento imposto pelas condições nutricionais e a uniformização imposta por queimadas ocasionais. Na população do platô a perda cíclica da parte aérea, certamente vem influenciando o processo de seleção e as características fenotípicas. Fato que reforçou essa observação foi a redução dos valores médios da altura das plantas do platô, no período de out/2000 a jan/2001, sendo estes uma consequência da perda total da parte aérea ou dos caules mais velhos.

Na população do pico, as possíveis diferenças que poderiam ser atribuídas à metodologia são mais marcantes, pois o ponto de altura zero num substrato pedregoso com características de declividade do terreno e superfície do solo acidentada, dificultaram a manutenção do mesmo ponto zero nos meses das excursões. A alteração de valor na altura das plantas do platô está relacionada com a perda da parte aérea das plantas dessa população.

A emissão de rebrotos no mês de out/2000 nos exemplares de *M. taxifolia* das duas populações, mais evidenciada nas plantas do platô, está correlacionada com o fim do período de déficit hídrico (março a setembro/2000) e aponta a disponibilidade de água e de recursos nutricionais no solo como os responsáveis pela estratégia de reposição de novos ramos basais.

Após a emissão de rebrotos, as folhas basais dos ramos secundários apresentaram maior área em comparação com as folhas mais antigas, provavelmente, devido ao maior teor de nutriente e água no solo. Watson (1965) ressalta a dependência da área foliar em relação à nutrição mineral, considerando que plantas que se encontraram em solos férteis apresentaram área foliar maior.

A área foliar específica foi importante para analisar a plasticidade fenotípica entre as populações de *M. taxifolia*, pois apresentou seus valores aumentados no período de agosto a novembro de 2000, refletindo na redução da precipitação em meses anteriores (mai/2000 a jun/2000). Na população do pico, a área foliar específica foi maior devido às condições ambientais mais extremas em que estavam submetidas a população, como escassez nutricional e, principalmente, déficit hídrico. Essa característica está relacionada com a redução da área foliar e maior compactação das células (Nobel *et al.* 1975).

Na população do platô, a heterogeneidade é evidente, onde as plantas demonstraram uma variação intrapopulacional na altura, área de cobertura e número de

eixos caulinares. Esta variação pode ser explicada pela diversidade ambiental encontrada nesta área, onde ocorrem rochas isoladas de tamanhos variados, influenciando o microambiente no seu entorno e tornando-o mais adequado ao desenvolvimento da planta. Plantas que se encontravam próximas às rochas, apresentaram maior porte. Até mesmo as três fenofases (emissão de rebrotos, floração e frutificação) foram diferentes entre estas plantas e as demais da mesma população.

Nobel *et al.* (1992) estudaram uma espécie de ambiente árido (*Agave deserti*, Agavaceae) e afirmaram que as rochas influenciaram na temperatura, pH e no potencial hídrico do solo, nas concentrações de elementos minerais, assim como na estrutura das raízes da espécie estudada. Além disso, enfatizaram que as plantas que estavam próximas às rochas apresentaram um prolongado período de vida.

Os valores mais baixos de nutrientes presentes no solo do pico, provavelmente foram consequência do carreamento de nutrientes e de partículas para o platô, em virtude da declividade e da posição a cerca de 60m acima do platô.

Braga & Yamada (1984) consideram que nitrogênio, potássio, cálcio, magnésio, enxofre e fósforo são elementos indispensáveis ao desenvolvimento das plantas, participando do metabolismo e manutenção da espécie. Van Der Putten (1997) levanta a hipótese de que o fator solo é importante para a evolução das espécies, visto que, o aumento ou decréscimo de nutrientes possibilita a permanência e a descendência da espécie.

A maior quantidade de matéria orgânica no platô (platô: 5,6%  $\pm$  0,7% ;pico: 3,6%  $\pm$  0,6%), conforme constatado por Vitta (1995) foi importante na caracterização do fenótipo daquela população. No período de déficit hídrico, Gramineae e Cyperaceae morrem e formam um depósito de matéria seca sobre o solo, o que pode vir a contribuir no processo de ciclagem de nutrientes e a possível incorporação de matéria orgânica ao solo.

Solos pobres e rasos, como os da Serra do Cipó, são fatores importantes para a pressão de seleção, pois ambientes estressantes apresentam uma flora devidamente adaptada às condições adversas (Meirelles 1996). Estas condições estão atuando sobre as populações estudadas e são evidentes as estratégias adaptativas morfológicas e fenológicas.

Os períodos de floração e frutificação entre as duas populações estudadas foram diferentes. O mesmo foi observado em populações de *Hippeastrum*, sendo levantada a hipótese de que a variação no período reprodutivo foi devido a quatro mecanismos:

isolamento ecológico, isolamento sazonal, isolamento etológico e isolamento mecânico (Dutilh 1996). Desses quatro mecanismos, o isolamento sazonal, considerado como época de floração diferente, pôde ser atribuído às populações de *M. taxifolia*. Na população do platô foram observados dois períodos de floração, enquanto na população do pico nenhum período foi registrado.

Vale (1999), estudando a mesma população de *M. taxifolia* do pico, observou apenas um período de floração, no mês de set/1995, durante todo o período de acompanhamento ao campo (nov/1994 a mar/1997). Possivelmente, o isolamento sazonal entre as populações de *M. taxifolia* estudadas, esteve mais relacionado com os fatores solo e água do que com a temperatura, como registrado na literatura por Dutilh (1996) ao estudar espécies de *Hippeastrum* e *Amaryllis*.

Perez & Fanti (1999) demonstraram em experimentos realizados em casa de vegetação, com uma espécie de cerrado (*Leucaena leucocephala*), que somente as plantas que estavam em solos fertilizados apresentaram floração e frutificação. Além disso, *L. leucocephala* respondeu positivamente à fertilização do solo, crescendo mais em altura e aumentando a área foliar, resultados que vem reforçar o que foi registrado naturalmente no campo, em populações de *M. taxifolia*.

As duas populações de *M. taxifolia* são contínuas e podem ser consideradas simpátricas, devido às variações morfológicas e a distinção entre as três fenofases (emissão de rebrotos, floração e frutificação), certamente afetando o processo de troca gênica entre as populações.

Os mecanismos e estratégias aqui registrados levam a diversas possibilidades de desdobramento do presente trabalho, permitindo inferências e aprofundamento em áreas teóricas e práticas. Ciências voltadas para questões teóricas, como a biologia evolutiva, podem desenvolver discussões relacionadas a processos de especiação, e por outro lado, ciências preocupadas com a aplicabilidade direta, como a agronomia, podem relacionar a produtividade vegetal com a superação de condições de estresse e aprofundar o conhecimento sobre genes de resistência.

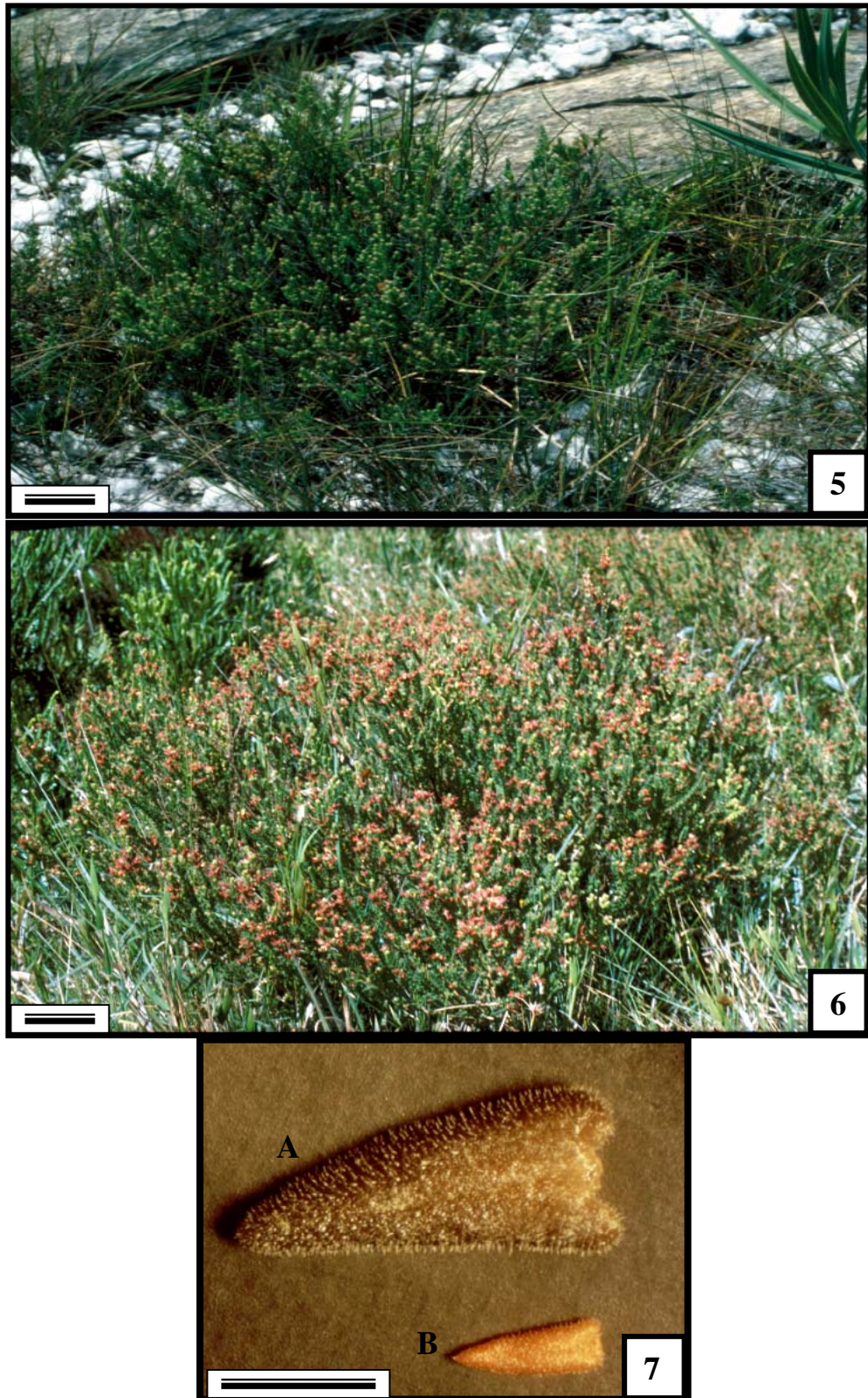




**Figura 2:** Vista geral da área de coleta na Serra do Cipó-MG, mostrando a localização das populações estudadas. **A:** População do pico; **B:** População do platô.



**Figura 3-4:** Locais de coleta na Serra do Cipó-MG. **3:** Detalhe da área de coleta da população do pico. **4:** Detalhe da área de coleta da população do platô.



**Figura 5-7A/B:** Aspectos morfológicos de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG. **5:** Exemplar mapeado da população do pico (barra= 0,10m). **6:** Exemplar mapeado da população do platô no período de floração (barra= 0,15m). **7A:** Folha da população do platô; **7B:** Folha da população do pico (barra= 2mm).

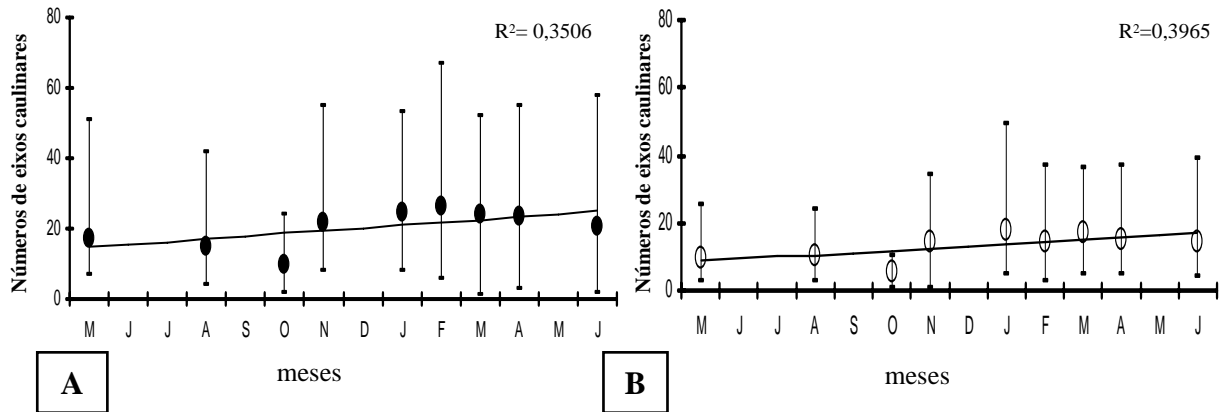
**Tabela 1:** Dados morfológicos das populações de *Marcetia taxifolia* na Serra do Cipó. Média  $\pm$  desvio padrão e valores máximos e mínimos entre parênteses dos dados obtidos em nove excursões realizadas no período de maio/2000 a junho/2001.

<b>Características</b>	<b>Pico</b>	<b>Platô</b>	<b>S</b>
Número de eixos caulinares	20,3 $\pm$ 5,4 (26,5 / 9,6)	13,2 $\pm$ 4,1 (18,1 / 5,2)	*
Área foliar (mm <sup>2</sup> )	6,4 $\pm$ 4,4 (18,0 / 3,8)	16,7 $\pm$ 4,3 (23,1 / 10,8)	***
Peso seco foliar (g)	0,28 $\pm$ 0,05 (0,47 / 0,21)	0,94 $\pm$ 0,2 (1,25 / 0,63)	***
Altura da planta (m)	0,15 $\pm$ 0,006 (0,16 / 0,14)	0,19 $\pm$ 0,05 (0,25 / 0,12)	*
Área de cobertura (m <sup>2</sup> )	0,09 $\pm$ 0,008 (0,11/ 0,08)	0,09 $\pm$ 0,04 (0,17 / 0,03)	ns
Diâmetro na base do eixo caulinar (mm)	1,8 $\pm$ 0,3 (2,5 / 1,4)	2 $\pm$ 0,3 (2,6 / 1,6)	ns

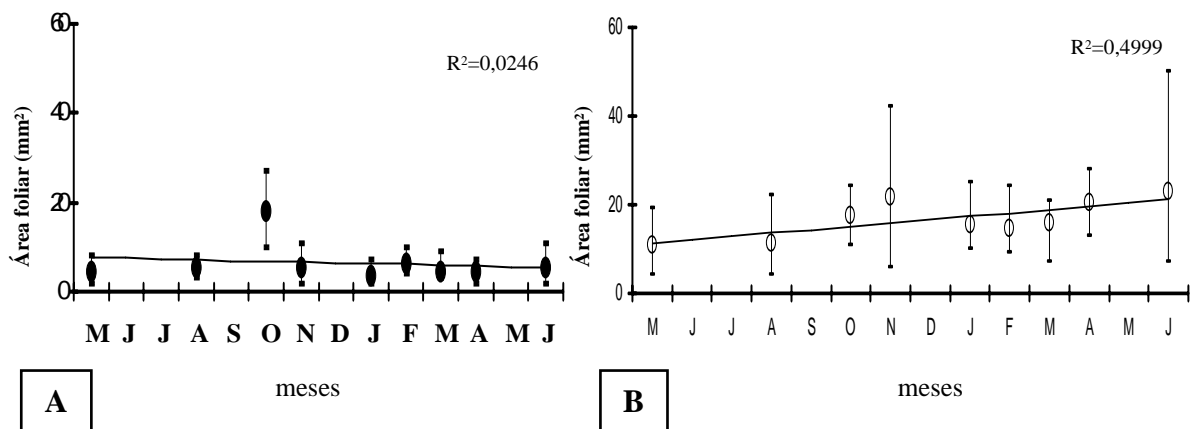
S: nível de significância. \*P<0,05; \*\*P<0,01; \*\*\*P<0,001 (n=30).  
ns: não significativo

**Tabela 2:** Dados morfológicos das populações de *Marcetia taxifolia* na Serra do Cipó. Média  $\pm$  desvio padrão dos dados obtidos em nove excursões realizadas no período de maio/2000 a junho/2001.

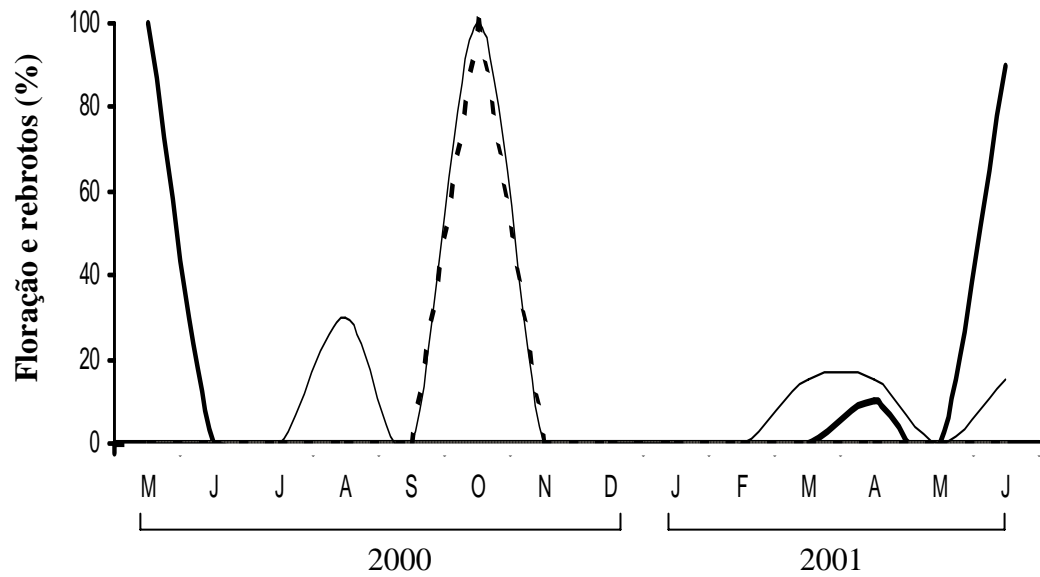
População/Características	Mai/00	Ago/00	Out/00	Nov/00	Jan/01	Fev/01	Mar/01	Abr/01	Jun/01	
Pico	Altura da planta (m)	0,16 $\pm$ 0,03	0,15 $\pm$ 0,03	0,15 $\pm$ 0,04	0,14 $\pm$ 0,03	0,15 $\pm$ 0,04	0,15 $\pm$ 0,04	0,14 $\pm$ 0,03	0,15 $\pm$ 0,03	0,15 $\pm$ 0,04
	Área de cobertura (m <sup>2</sup> )	0,11 $\pm$ 0,05	0,09 $\pm$ 0,07	0,08 $\pm$ 0,06	0,09 $\pm$ 0,06	0,09 $\pm$ 0,07	0,09 $\pm$ 0,07	0,09 $\pm$ 0,07	0,09 $\pm$ 0,08	0,10 $\pm$ 0,09
	Número de eixos caulinares	17,3 $\pm$ 10,3	14,8 $\pm$ 8,0	9,6 $\pm$ 5,5	21,9 $\pm$ 11,1	24,8 $\pm$ 13,5	26,5 $\pm$ 14,6	23,9 $\pm$ 13,0	23,6 $\pm$ 14,6	20,8 $\pm$ 14,2
	Diâmetro do eixo caulinar (mm)	2,5 $\pm$ 1,1	1,4 $\pm$ 0,5	1,6 $\pm$ 0,5	1,6 $\pm$ 0,4	1,8 $\pm$ 0,5	1,8 $\pm$ 0,3	1,8 $\pm$ 0,4	2 $\pm$ 0,3	1,9 $\pm$ 0,6
	Peso seco foliar (g)	0,33 $\pm$ 0,005	0,21 $\pm$ 0,01	0,47 $\pm$ 0,005	0,34 $\pm$ 0,005	0,24 $\pm$ 0,005	0,36 $\pm$ 0,01	0,23 $\pm$ 0,005	0,31 $\pm$ 0,01	0,27 $\pm$ 0,005
	Área foliar (mm <sup>2</sup> )	4,3 $\pm$ 1,5	5,2 $\pm$ 1,3	18,0 $\pm$ 4,1	5,4 $\pm$ 2,4	3,8 $\pm$ 1,2	6,2 $\pm$ 2,0	4,6 $\pm$ 1,4	4,7 $\pm$ 1,3	5,6 $\pm$ 2,2
Platô	Altura da planta (m)	0,25 $\pm$ 0,05	0,18 $\pm$ 0,05	0,14 $\pm$ 0,05	0,13 $\pm$ 0,06	0,12 $\pm$ 0,05	0,20 $\pm$ 0,06	0,23 $\pm$ 0,07	0,22 $\pm$ 0,08	0,24 $\pm$ 0,08
	Área de cobertura (m <sup>2</sup> )	0,12 $\pm$ 0,10	0,06 $\pm$ 0,07	0,04 $\pm$ 0,04	0,03 $\pm$ 0,04	0,07 $\pm$ 0,06	0,08 $\pm$ 0,08	0,12 $\pm$ 0,11	0,13 $\pm$ 0,13	0,17 $\pm$ 0,15
	Número de eixos caulinares	9,7 $\pm$ 6,7	10,3 $\pm$ 5,5	5,2 $\pm$ 2,8	14,6 $\pm$ 9,0	18,1 $\pm$ 0,5	14,5 $\pm$ 9,4	17,1 $\pm$ 9,4	15,2 $\pm$ 9,4	14,3 $\pm$ 9,1
	Diâmetro do eixo caulinar (mm)	2,6 $\pm$ 0,8	2,6 $\pm$ 0,8	1,6 $\pm$ 0,8	1,9 $\pm$ 0,7	1,9 $\pm$ 0,5	2 $\pm$ 0,6	2,1 $\pm$ 0,6	1,8 $\pm$ 0,5	2,2 $\pm$ 0,8
	Peso seco foliar (g)	1,25 $\pm$ 0,01	0,68 $\pm$ 0,005	0,68 $\pm$ 0,005	1,15 $\pm$ 0,005	1,13 $\pm$ 0,005	0,63 $\pm$ 0,005	0,88 $\pm$ 0,01	0,96 $\pm$ 0,005	0,89 $\pm$ 0,005
	Área foliar (mm <sup>2</sup> )	10,8 $\pm$ 4,2	11,3 $\pm$ 4,6	17,5 $\pm$ 3,9	21,6 $\pm$ 12,3	15,3 $\pm$ 4,0	14,4 $\pm$ 3,6	15,8 $\pm$ 3,6	20,6 $\pm$ 3,8	23,1 $\pm$ 13,4



**Figura 8A/B-** Número de eixos caulinares: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marsetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A:** população do pico; **B:** população do platô. — Linha de tendência.

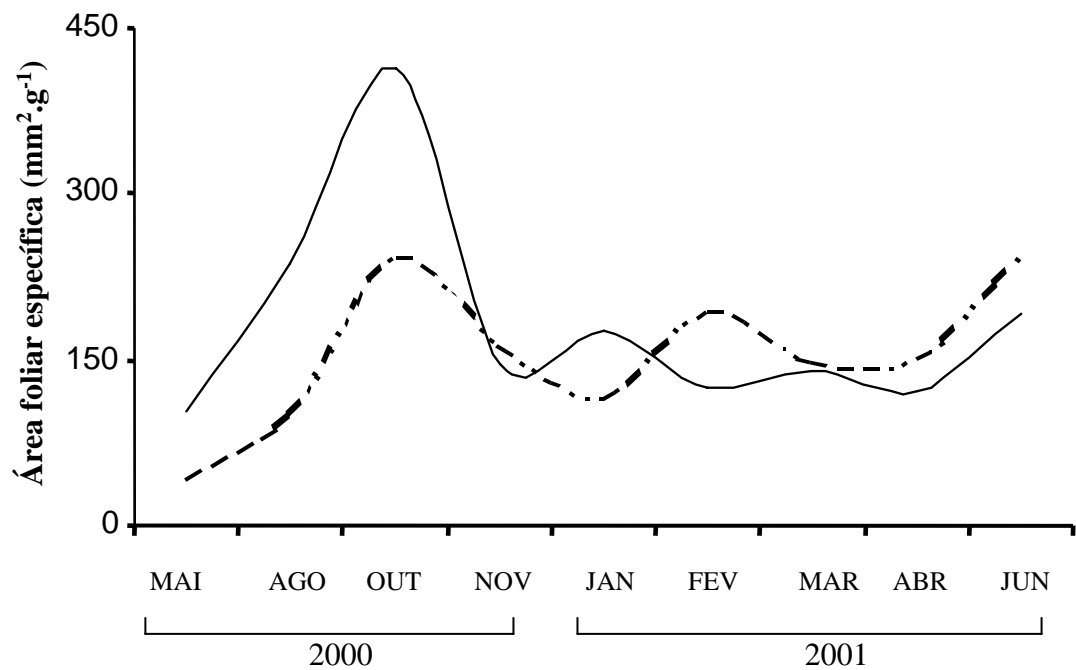


**Figura 9A/B-** Área foliar: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marsetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A:** população do pico; **B:** população do platô. — Linha de tendência.

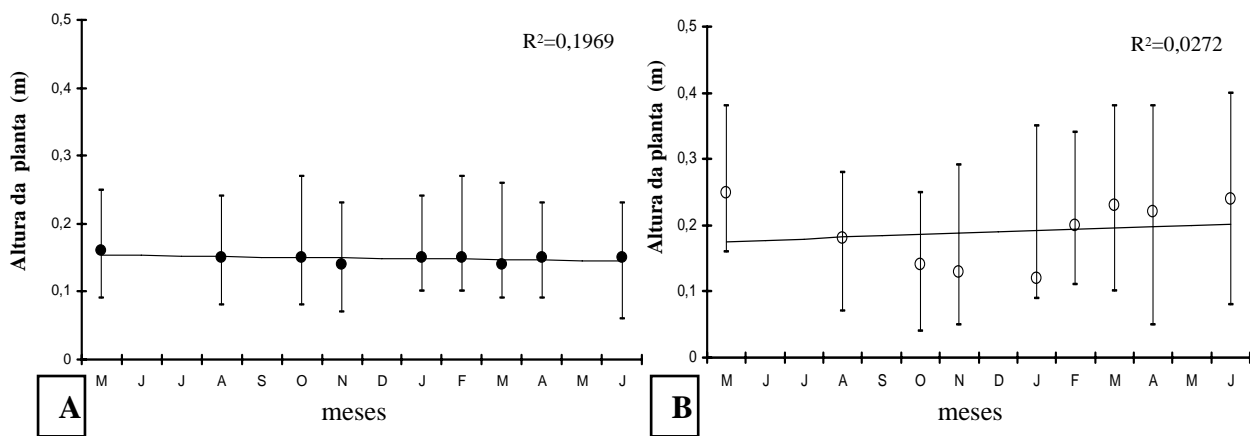


**Figura 10:** Período de floração e rebroto entre as populações de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG.

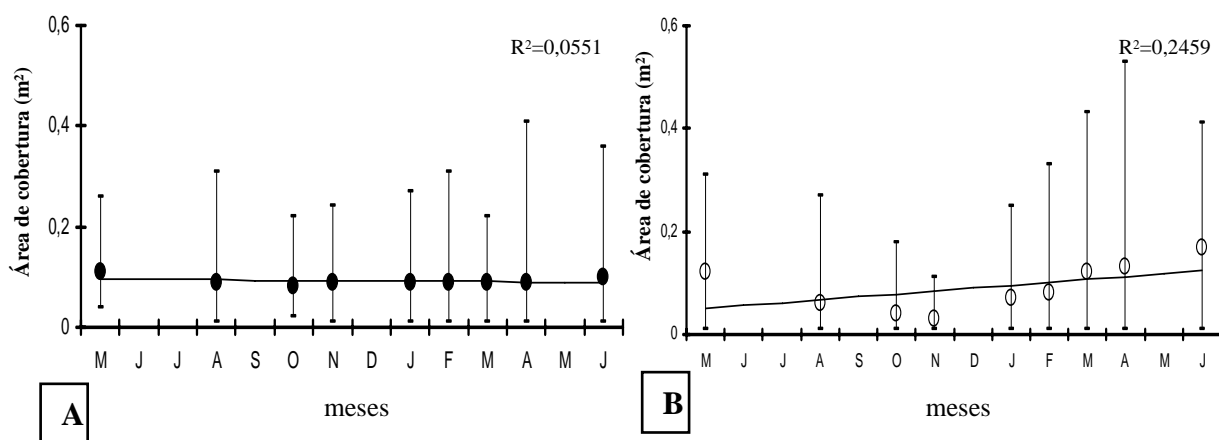
— Floração do platô; — Rebrotos do platô; - - - - - Rebroto do pico.



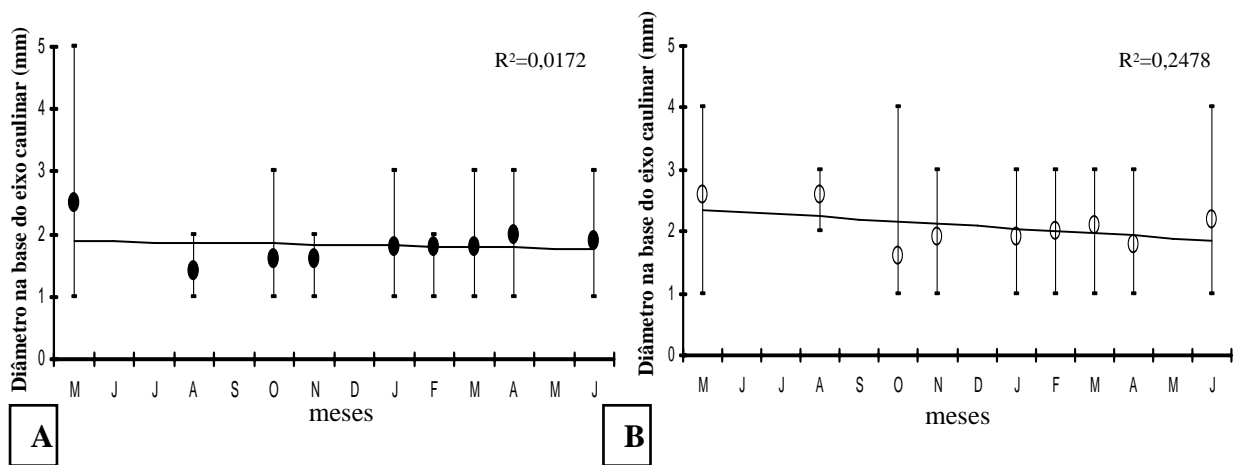
**Figura 11:** Área foliar específica das populações de *Marcetia taxifolia* nos meses amostrados. — População do pico; - · - · - População do platô.



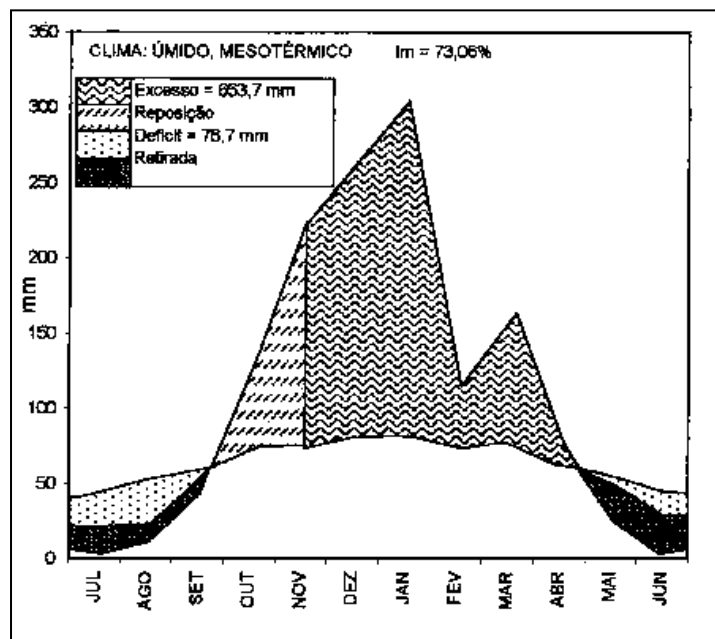
**Figura 12A/B-** Altura da planta: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marsetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A:** população do pico, **B:** população do platô. — Linha de tendência.



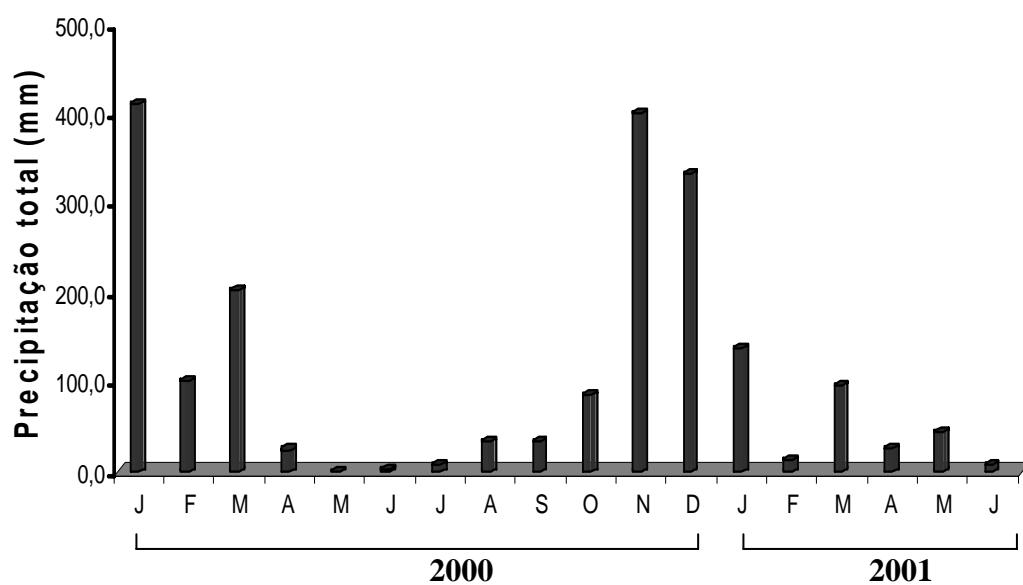
**Figura 13A/B-** Área de cobertura: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marsetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A:** população do pico; **B:** população do platô. — Linha de tendência.



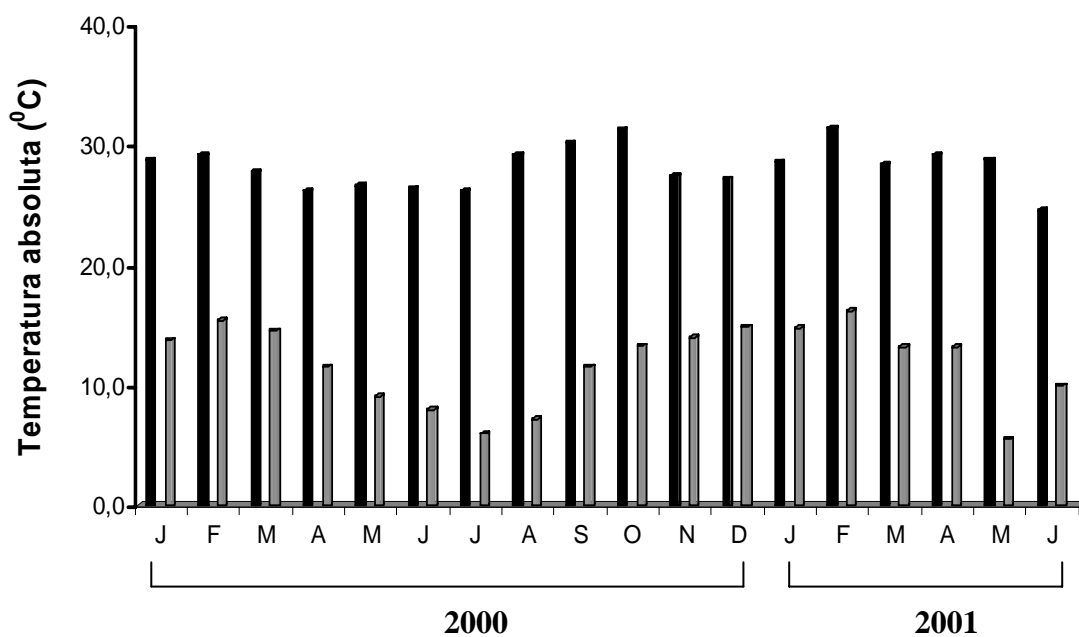
**Figura 14A/B-** Diâmetro na base do eixo caulinar: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A:** população do pico; **B:** população do platô. — Linha de tendência.



**Figura 15:** Balanço hídrico normal segundo o método de Thornthwaite e Mather, para a Serra do Cipó, baseado nos dados da estação meteorológica de Diamantina. Período 1972-1990.



**Figura 16:** Precipitação total na Serra do Cipó-MG..Período Jan/2000-Jun/2001.



**Figura 17:** Temperatura máxima absoluta e temperatura mínima absoluta na Serra do Cipó-MG .Período jan/2000-jun/2001.

■ Temperatura máxima absoluta; ■ Temperatura mínima absoluta.

**Tabela 3:** Resultados analíticos de alocação de nutrientes foliares nas duas populações de *Marsetia taxifolia* da Serra do Cipó.

Nutrientes / Populações		Pico	Platô
N P K Ca Mg S	dag/kg (%)	1,03	1,35
		0,0454	0,0454
		1,005	0,705
		0,342	0,522
		0,448	0,572
		0,026	0,039
Zn Fe Mn Cu B	mg/kg	18,0	16,4
		303,6	950,4
		248,4	227,0
		3,8	5,0
		43,2	50,4

**Tabela 4:** Resultados analíticos de nutrientes dos solos de duas populações de *Marsetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG

Nutrientes		Pico	Platô
pH	H <sub>2</sub> O	4,6	5,1
P	mg/dm <sup>3</sup>	2,3	1,3
K		33	23
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,11	1,01
Mg <sup>2+</sup>		0,09	0,29
Al <sup>3+</sup>		2,00	0,30
H + Al		6,77	7,26
SB		0,28	1,36
(t)		2,28	1,66
(T)		7,05	8,62
V	%	4,0	15,8
M		87,7	18,1

**SB:** soma das bases trocáveis; **CTC (t):** Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; **CTC (T):** Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; **V:** Índice de saturação de bases; **M:** Índice de saturação de Alumínio.

**Tabela 5:** Resultados de análise de granulometria dos solos das duas populações de *Marsetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG.

Local	Análises	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classe textural
		Dag/kg				
	Pico	15	50	26	09	Franco-arenosa
	Platô	12	31	33	24	Franco

## Referências Bibliográficas

- ARAÚJO, F.S. & MARTINS, F.R. 1999. Fisionomia e organização da vegetação do carrasco no planalto de Ibiapaba, Estado do Ceará. **Acta Botanica Brasilica** **13**(1):1-13.
- BOHNERT, H. J., NELSON, D. E., & JENSEN, R. G. 1995. Adaptation to environmental. **The Plant Cell** **7**:1099-1111.
- BRAGA, J. M. & DEFELIPO, B.V. 1974. Determinação espectrofotométrica de fósforo em extratos de solo e plantas. **Revista Ceres** **21**(1):73-85.
- BRAGA, J. M., YAMADA, T. 1984. Uso eficiente de fertilizantes potássicos. Pp291-321 *In*: SIMPÓSIO SOBRE FERTILIZANTES NA AGRICULTURA BRASILEIRA. **Anais Brasília: EMBRAPA**. Brasília, Brasil..
- BRAZ, V. S.; KANEGAE, M. F. & FRANCO, A. C. 2000. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Acta Botanica Brasílica** **14**(1):27-35.
- CASTELLANI, T.T., CAUS, C.A., VIEIRA, S. 1999. Fenologia de uma comunidade de duna frontal no Sul do Brasil. **Acta Botanica Brasilica** **13**(1):99-114.
- DNMET. 1992. Departamento Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, Brasil.
- DUTILH, J. H. A. 1996. **Biosistemática de quatro espécies de *Hippeastrum* Herb. (Amaryllidaceae)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- EMBRAPA. 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. **Manual de métodos de análise do solo**. Rio de Janeiro, EMBRAPA – CNPS.
- FAHN, A. & CUTLER, D. F. 1992. **Xerophytes**. Berlin, Gebrüder Borntraeger. 180p.
- FROGNER, K. J. 1980. Variable developmental period intraspecific competition models with conditional age specific maturity and mortality schedules. **Ecology** **61**:1099-1106.
- GRIME, J. P., 1979. **Plant strategies and vegetation processes**. Chichester, John Wiley. 134p.

- HANDRO, W. 1969. Contribuição ao estudo da unidade de dispersão e da plântula de *Andira humilis* Mart. Ex. Benth. (Leguminosae-Lotoideae). **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica 27**:1-189.
- HARPER, J. L. 1977. **Population biology of plants**. London, Academic Press.
- KANEGAE, M. F., BRAZ, V. S. & FRANCO, A. C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento de *Bowdichia virgiliodes* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. **Revista Brasileira de Botânica de São Paulo 23**(4):459-468.
- KLICH, M. G. 2000. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental and Experimental of Botany 44**:171-183.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, SP, Ed. Rima. 531p.
- LEVITT, J., 1980. **Responses of plants to environmental stress**. New York, Academic Press.
- MARTINEZ, H. E. P., CARVALHO, J. G. C. & SOUZA, R. B. Diagnose foliar. 1999. In: RIBEIRO, A. C., GUIMARAES, P. T. G & ALVAREZ, V.V.H. (ed.) 1999. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5<sup>a</sup> Aproximação**. Viçosa, MG, CFSEMG. Pp.143-168.
- MARTINS, A. B. 1989. **Revisão taxonômica do gênero *Marsetia* DC. (Melastomataceae)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- MEIRELLES, S. T. 1996. **Estrutura da comunidade e características funcionais dos componentes da vegetação de um afloramento rochoso em Atibaia – SP. São Carlos – SP**. Tese de Doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Paulo.
- METCALFE, C. R. 1983. Ecological anatomy and morphology: general survey. In: C. R. Metcalfe & L. Chalk. **Anatomy of the Dicotyledons II**. ed. Clarendon Press, Oxford. Pp.126-152.
- NIMER, F. 1989. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro. IBGE.422p.
- NOBEL, P. S.; MILLER, P. M. & GRAHAM, E. C. 1992. Influence of rocks on soil temperature, soil water potential, and rooting patterns for desert succulents. **Oecologia 92**:90-96.

- NOBEL, P. S.; ZARAGOZA, L. J. & SMITH, W. K. 1975. Relation between mesophyll surface area, photosynthetic rate, and illumination level during development of *Plectranthus parviflorus* Henckel. **Plant Physiology** **55**: 1067-1070.
- NULTSCH, W. 2000. **Botânica Geral**. 10ª edição. Porto Alegre, RS, Ed. Artmed. 489p.
- PAHLICH, E. 1993. Larcher's definition of plant stress: a valuable principle for metabolic adaptability research. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal** **5**(2):209-216.
- PEREZ, S. C. J. G. de & FANTI, S. C. 1999. Crescimento e resistência à seca de *Leucena* em solo de Cerrado. Brasília. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** **34**(6): 933-944.
- RATHCKE, B. & LACEY, E. P. 1985. Phenological patterns of terrestrial plants. **Annual Review of Ecology and Systematics** **16**:179-214.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. 1996. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro, Ed. Guanabara Koogan S/A.728p.
- REES, A. R. 1989. Evolution of the geophytic habit and its physiological advantages. **Herbetia** **45** (1-2), 104-110.
- SAMPAIO, A. B., WALTER, B. M. T., FELFILI, J. M. 2000. Diversidade e distribuição de espécies arbóreas em duas matas de galeria na micro-bacia do Riacho Fundo, Distrito Federal. **Acta Botanica Brasilica** **14**(2):197-214.
- SILVA, L. M. B. & BARBOSA, D. C. A. 2000. Crescimento e sobrevivência de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan (Leguminosae), em uma área de Caatinga, Alagoinha, PE. **Acta Botanica Brasilica** **14**(3):251-261.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F. J. 1984. **Introducción a la Bioestadística**. Barcelona. Ed. Reverté S. A. 362p.
- STANNARD, B. L. 1995. **A flora do Pico das Almas, Chapada de Diamantina– Bahia, Brasil**. Whitstable Litho Ltd. Whitstable, Kent.
- SULTAN, S. E. 1987. Evolutionary implications of phenotypic plasticity in plants. **Evolutionary Biology** **21**:127-178.
- TEDESCO, M. J. 1982. **Extração simultânea de N, P, K, Ca e Mg em tecido de plantas por digestão com H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>**. Porto Alegre, RS, Ed. UFRGS. 23p.
- VALE, F. H. A. 1999. **Comparação morfo-anatômica entre populações de *Marcetia taxifolia* (Melastomataceae), localizadas na Serra do Cipó-MG, e Restinga de Maricá-RJ**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

- VAN DER PUTTEN, W.H. 1997. Plant-soil feedback as a selective force. **Tree** **12**(5):169-170.
- VITTA, F. 1995. **Composição florística e ecologia de comunidade campestres na Serra do Cipó, Minas Gerais**. Dissertação de Mestrado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- WARE, S. 1990. Adaptation to substrate- and lack of it in rock outcrop plants: *Sedum* and *Arenaria*. **American Journal of Botany** **77**(8):1096-1100.
- WATSON, D.S. 1965. The physiological basis of variation in yield. **Advances in Agronomy** **4**:101-145.

**ARTIGO 2: VARIAÇÕES ANATÔMICAS E QUÍMICAS DAS FOLHAS DE DUAS POPULAÇÕES DE *Marcetia taxifolia* (St.Hil.) DC. (MELASTOMATACEAE) RELACIONADAS ÀS CONDIÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS NA SERRA DO CIPÓ-MG**

**VARIAÇÕES ANATÔMICAS E QUÍMICAS DAS FOLHAS DE DUAS POPULAÇÕES DE *Marcetia taxifolia* (St.Hil.) DC. (MELASTOMATACEAE) RELACIONADAS ÀS CONDIÇÕES EDAFO-CLIMÁTICAS NA SERRA DO CIPÓ-MG<sup>1</sup>**

Karla Martins Ferreira<sup>2</sup>

Fernando Henrique Aguiar Vale<sup>3</sup>

Aristéa Alves Azevedo<sup>3</sup>

Geraldo Luiz Golçalves Soares<sup>4</sup>

**Resumo:**

As variações na estrutura da folha estão relacionadas, em grande parte, com o habitat, representando uma resposta plástica da espécie à variação ambiental. O objetivo do trabalho foi identificar, caracterizar e interpretar as respostas anatômicas e químicas das folhas de duas populações de *Marcetia taxifolia*, estando uma localizada num pico pedregoso e outra num platô arenoso, nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG, e relacionar as alterações observadas com a declividade da área, composição do solo e sazonalidade climática. Para histometria foram medidos os seguintes parâmetros: altura das células epidérmicas, altura do parênquima paliádico e lacunoso, número de estratos do mesofilo, espessura total da lâmina foliar, densidade de células, de pêlos, e de estômatos, além da área foliar. Testes histoquímicos foram realizados para derivados fenólicos, flavonóides, lipídios, amido e alcalóides. Perfis cromatográficos foram feitos para derivados fenólicos, utilizando cromatografia em camada delgada (CCD) e cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). Foram realizadas análises de nutrientes de granulometria e umidade no solo. Foram utilizados dados meteorológicos de precipitação total, temperatura máxima e mínima absoluta. As plantas das populações apresentaram o mesmo padrão celular e tecidual, diferindo na altura da epiderme adaxial e espessura total da lâmina, sendo maiores na população do platô. A população do pico apresentou uma produção maior de derivados fenólicos. O solo da população do platô apresentou maiores teores de nutrientes, de argila e umidade. Os fatores abióticos, como radiação, déficit hídrico e carência nutricional do solo, foram os responsáveis pelas alterações anatômicas e químicas nas plantas das populações estudadas.

Palavras-chaves: *Marcetia taxifolia* – Melastomataceae - anatomia foliar - plasticidade - estresse - derivados fenólicos.

Abstract:

The variations in the structure of the leaf are related with their habitats, which representing a plastic answer of the species to the environment variations. The objective of this work was to identify, characterize and interpret the anatomical and chemical answers of the two populations of *Marcetia taxifolia* leaves, one located in a stony peak and the other in a sandy plateau, in Campos Rupestres of the Serra do Cipó-MG. Also, to relate the alterations observed in the steepness area associated with soil composition and climatic seasonality. In the histometric studies were measured the following parameters in the leaves: height of the epidermal cells, height of the palisade mesophyll cells and spongy mesophyll cells, number of mesophyll strata, total thickness, density of cells, hair, stomata, and the leaf area. Histochemical tests were accomplished to phenolic compounds, flavonoids, lipids, starch and alkaloids. The chromatography profiles were made to identify phenolic compounds, using thin layer chromatography (TLC) and high performance liquid chromatography (HPLC). Analyses of the soil granulometry, nutrients and humidity were also accomplished. Meteorological data of total precipitation, maximum and minimum absolute temperature were used. The plants of the populations presented the same cellular and histologic pattern, differing in the height of the adaxial epidermal and total thickness of the leaf, which were larger than these plants in the plateau population. The peak population showed the highest production of phenolic compounds. The soil of the plateau population contained large nutrient contents, clay and humidity. The abiotic factors such as radiation, drought and soil deficiency were responsible for the anatomical and chemical alterations found in the plants of the studied populations.

Keywords: *Marcetia taxifolia* – Melastomataceae - leaf anatomy - plasticity - stress - phenolic compounds.

---

1- Parte da dissertação de mestrado em Botânica da primeira autora

2 - Bolsista CNPq/CAPES

3 - Depto. Biologia Vegetal, Universidade Federal de Viçosa. Av. P.H. Rolfs, s/n, Viçosa, MG. CEP: 36.571-000

4- Depto. Botânica, Universidade Federal de Juiz de Fora. Campus Marmelos. Juiz de Fora, MG. CEP: 36.100-000

## Introdução

No Brasil, são escassas as informações sobre a relação entre a anatomia foliar e o ambiente (Vieira & Machado 1992). Num estudo sobre a situação da anatomia ecológica, Paviani (1984) destaca a necessidade de mais pesquisas que formulem hipóteses adequadas em relação às estratégias adaptativas das espécies vegetais nos diferentes ecossistemas.

Morretes (1988) destaca vários autores que têm trabalhado com anatomia ecológica citando, inclusive, a cuidadosa revisão de Napp-Zinn (1984). O referido autor resgatou um trabalho de Guettard (1747), que já se preocupava com a adaptação vegetal ao meio ambiente.

Muitos trabalhos têm se preocupado em comparar a morfologia e a anatomia de folhas de espécies que habitam locais distintos, como as folhas de plantas da caatinga (Santos & Grisi 1976), de *Hevea brasiliensis* habitando várzea e terra firme (Medri & Lleras 1980), adaptações das folhas de sombra e sol de espécies de *Shorea* (Ashton & Berlyn 1992), folhas de *Marcetia taxifolia* habitando restinga e campo rupestre (Vale 1999) e variações foliares de *Elaeagnus angustifoliae* às condições ambientais adversas (Klich 2000).

As variações na estrutura das folhas estão relacionadas, em grande parte, com o habitat, representando uma resposta plástica do indivíduo às condições ambientais. Esau (1977) afirma que as adaptações nas plantas podem estar associadas a diferentes características estruturais. Além disso, as peculiaridades que distinguem as plantas pertencentes aos diferentes habitats são evidenciadas acentuadamente nas folhas, como é destacado por Metcalfe (1983). Dentre as inúmeras variáveis ambientais, a disponibilidade de água é um fator especialmente importante que afeta o formato e a estrutura da folha (Raven *et al.* 1996).

As espécies que ocorrem em campos rupestres encontram-se periodicamente em déficits nutricional e hídrico, e pesquisadores enfatizam estudos morfo-anatômicos foliares relacionados à resistência a seca e à adaptação da espécie em solos de baixa fertilidade (Medri & Lleras 1980; Vale 1999).

As espécies apresentam características que facilitam a sobrevivência e reprodução em variados ambientes e são importantes na manutenção da estrutura e composição típica de cada população (Reis & Mariot 2001).

A caracterização morfológica é clássica na identificação e interpretação botânica, e com o advento de novas técnicas e aprofundamento dos conhecimentos,

aspectos químicos têm sido cada vez mais destacados. A família Melastomataceae é caracterizada quimicamente pela riqueza em derivados fenólicos, dentre os quais se destacam os flavonóides e taninos hidrolizáveis (Harborne 1988, Borin 1993, Harbone 1994). Espécies dessa família raramente produzem alcalóides (Cronquist 1981, 1988).

Diversos autores têm apontado a importância dos estudos químicos em espécies tropicais, devido à intensa produção de metabólitos secundários nessas plantas em resposta às variações ambientais (Brito & Brito 1993; Gottlieb *et al.* 1996).

Os estudos da fitoquímica têm esclarecido, em boa parte, as complexas interações e as adaptações coevolutivas, envolvendo a biossíntese de compostos químicos em resposta aos estresses ambientais (Coley 1980; Gottlieb *et al.* 1996).

*Marcetia taxifolia* (St. Hil.) DC.(Melastomataceae) é uma espécie típica de campos rupestres e de altitude, podendo também ser encontrada em restingas e próximas às matas de galeria, apresentando uma ampla distribuição (Martins 1989).

O elevado grau de polimorfismo, principalmente foliar, observado em *M. taxifolia* é, certamente, o principal fator que faz com que esta espécie seja a mais dispersa do gênero (Martins 1989, Vale 1999). Vários aspectos que modelam o fenótipo estão envolvidos, uma vez que múltiplos mecanismos são responsáveis pela expressão das características visíveis através da morfologia, sendo todos eles de difícil identificação, especialmente por tratar-se de uma espécie nativa, sem outros estudos de referência.

O objetivo do presente estudo foi identificar, caracterizar e interpretar as respostas anatômicas e químicas das folhas de duas populações de *Marcetia taxifolia* encontradas em áreas contínuas nos campos rupestres da Serra do Cipó-MG, relacionando as alterações observadas com a declividade da área, a composição do solo e a sazonalidade climática.

### **Área de Estudo**

Este estudo foi realizado na Serra do Cipó, localizada na Cadeia do Espinhaço, no Estado de Minas Gerais, a cerca de 100 Km a nordeste de Belo Horizonte, entre as coordenadas 19°12' – 19°20'S e 43°30' – 43°40'W, no município de Santana do Riacho.

As duas populações estudadas de *Marcetia taxifolia* são contínuas, estando uma localizada num pico pedregoso, com declividade de 30° a 1360m de altitude, e a outra, num platô arenoso com declividade de 5° a 1300m de altitude (19°17'53"S – 43°35'26"W).

O pico pedregoso apresenta grande quantidade de subarbustos e arbustos, destacando-se as famílias Velloziaceae e Melastomataceae. No platô, formado por um campo arenoso, a vegetação é composta por um estrato herbáceo contínuo, onde prevalecem diversas espécies de Gramineae, Cyperaceae, Asteraceae, Melastomataceae e Fabaceae (Vitta 1995).

O solo do pico é formado principalmente, por fragmentos de quartzito branco que atingem até 10 cm de diâmetro, tendo em sua maioria diâmetros de 1 – 4 cm, e o do platô apresenta coloração acinzentada, com rochas isoladas e distribuídas aleatoriamente, raramente ultrapassando mais que 30 cm de diâmetro (Vitta 1995).

No sistema de Köppen, a região é classificada como (ACwb), possuindo um clima úmido do tipo tropical chuvoso (A), macrotérmico (C), com a temperatura do mês mais frio entre 18<sup>0</sup>C e -3<sup>0</sup>C, seco no inverno (w), possuindo quatro meses com temperaturas maiores que 10<sup>0</sup>C e a temperatura do mês mais quente inferior à 22<sup>0</sup>C (b). No sistema de Thornthwaite e Mather, o clima se enquadra como (B<sub>3</sub>rB'₂ a'), sendo, clima úmido (B<sub>3</sub>), com o índice de umidade efetiva de 73,06%, o que representa pequena deficiência hídrica (r), mesotérmico (B'₂), com uma eficiência térmica no verão de 30,53% (a') (Vale 1999).

## Material e Métodos

Foram selecionadas duas populações de *Marcetia taxifolia* utilizando como critério a facilidade de acesso, a grande quantidade de exemplares e o alto nível de variação interpopulacional.

*Marcetia taxifolia*, na Serra do Cipó, possui xilopódio do qual saem vários eixos caulinares com numerosas ramificações. Esses aspectos morfológicos são os responsáveis por atribuir aos exemplares dessa espécie, a forma de touceiras.

Os exemplares de *M. taxifolia* da população do pico foram incorporados no herbário CFSC (USP-SP), e os da população do platô, no herbário VIC (UFV-MG) nº 24.938.

Nove excursões foram realizadas no período de abril/2000 a junho/2001. Em cada excursão foram amostradas 10 plantas, sendo coletado um ramo lateral mais basal e dele retirada a folha basal para os estudos anatômicos.

As folhas de *M. taxifolia* coletadas para estudo anatômico em microscopia de luz, foram fixadas em FAA (formaldeído 37 – 40%, ácido acético glacial e álcool etílico

50% 1:1:18 v/v) (Johansen 1940) e armazenadas em álcool 70% (Johansen *l.c.*). Lâminas permanentes e semipermanentes foram montadas utilizando cortes transversais e paradérmicos da região mediana das folhas.

Para o preparo de lâminas semipermanentes foram feitas seções usando micrótomo de mesa. Em seguida, as seções foram clarificadas em hipoclorito de sódio comercial diluído em água destilada (1:1 v/v), lavadas em água destilada, neutralizadas em ácido acético 5%, lavadas novamente em água destilada e coradas pela mistura de Azul de Astra e Safranina, ambos aquosos a 1%, na proporção 9:1 (v/v) (Kraus & Arduin, 1997). As seções, após serem coradas, foram lavadas em água e montadas em glicerina 50%.

Para a histometria foram utilizados três cortes transversais da região mediana de cada uma das 10 folhas, onde foram medidas a altura das células epidérmicas, dos parênquimas paliçádico e lacunoso e espessura total da lâmina foliar. O número de estratos do mesofilo também foi quantificado. Todas as medidas foram mensuradas através do analisador de imagens Image Pro-Plus acoplado ao microscópio Olympus BX60 no laboratório de Citogenética, do Departamento de Biologia Geral da Universidade Federal de Viçosa.

Para a preparação de lâminas permanentes, as folhas foram processadas seguindo técnicas usuais de inclusão em parafina, com desidratação em série etílica/xilol e, coradas em Safranina e Azul de Astra (Kraus & Arduin, 1997).

As epidermes adaxial e abaxial foram dissociadas pela mistura de Jeffrey (ácido crômico 10% e ácido nítrico 10% 1:1 v/v) (Johansen, 1940; Kraus & Arduin, 1997), seguida do destacamento manual, com auxílio de pincéis. As porções obtidas foram coradas em Safranina O (Kraus & Arduin, 1997) e montadas em glicerina 50%.

Para calcular a densidade de estômatos, de células epidérmicas e de pêlos foi utilizada câmara clara acoplada ao microscópio Olympus CBA com objetiva de 40x em uma área de  $200\mu\text{m}^2$ .

Para a determinação da área foliar, em cada excursão foram coletados os cinco ramos laterais mais inferiores do ramo principal de dez plantas. Para medir a área foliar da folha mais basal de cada ramo coletado, totalizando 50 folhas, foi utilizado o medidor portátil de área foliar da LI-COR 3000A, no laboratório da Unidade de Crescimento de Plantas, do Departamento de Biologia Vegetal da Universidade Federal de Viçosa.

Todas as medidas anatômicas foram submetidas à análise de variância e ANOVA (Sokal & Rohlf 1984) para a comparação entre populações.

Derivados fenólicos foram detectados diretamente em material fixado em sulfato ferroso 4% em formalina (Johansen 1940), por 48 horas. O material-controle foi mantido em metanol por 36 horas antes da fixação. Flavonóides foram testados em cortes transversais de material fixado em cafeína-benzoato de Na 1% dissolvido em água/butanol (1:9, v/v), por 5 minutos. Em seguida, os cortes foram submetidos a reação com DMACA ( $\rho$ -dimetilaminocinamaldeído), por 2 horas (Feucht & Schimid 1983), e montados em glicerina 50%. As substâncias lipídicas foram detectadas através Sudan III em cortes transversais de material recém coletado (Kraus & Arduin 1997). As seções-controle foram submetidas a um banho em clorofórmio:metanol (1:1, v/v) aquecido a 60°C por 90 minutos para a retirada de lipídios (Pearse 1968). Para se detectar amido foi utilizado o reagente Lugol (Jensen 1962). As seções-controle foram submetidas a digestão pela amilase salivar. Alcalóides foram testados em cortes transversais em reagente Dragendorff (Yoder & Mahlberg 1976).

Foram efetuados registros fotomicrográficos utilizando o microscópio fotônico Olympus AX-70, equipado com sistema U-Photo.

Para a análise de derivados fenólicos, em especial os flavonóides, foram analisados os extratos etanólicos de amostras de folhas provenientes de ambas as populações. Amostras de 6g, previamente secas a temperatura ambiente (aproximadamente 30°C), foram extraídas com hexano por 6h e, em seguida, com etanol até exaustão em aparelho Soxhlet. A metodologia de elaboração dos perfis cromatográficos foi baseada nas indicações de Paiva (1999) e Wagner *et al.* (1984).

Duas técnicas cromatográficas foram empregadas para a análise fitoquímica do material e realizadas no laboratório de Química, do Departamento de Química da Universidade Federal de Minas Gerais: (1) cromatografia em camada delgada (CCD) sobre gel de sílica, utilizando-se como eluente a mistura AcOET-HCOOH-AcOH-H<sub>2</sub>O (100:11:11:27) (acetato de etila: ácido fórmico: ácido acético: água) e como reveladores NP/PEG sob UV a 365nm e ácido molibídico, a 2%, em etanol; (2) cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) em cromatógrafo Shimadzu® (coluna RP18 250x4mm, Ø 5µm, bomba LC-10AD, detector UV/Vis SPD 10A), utilizando-se como eluente acetonitrila/H<sub>2</sub>O e velocidade de injeção de 0,5µl/min. Para a elaboração dos perfis cromatográficos foram injetados volumes idênticos dos extratos de ambas populações (20µl) e a detecção das substâncias feita numa faixa de 200 a 500nm.

A análise do solo foi realizada em jun/2001 no laboratório de Rotina do Solo, do Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa, a partir de cinco amostras tomadas dos 20 cm mais superficiais dos solos de cada população. Foram determinados os teores de nutrientes do solo, assim como a granulometria, e a umidade real foi calculada nos meses de março/maio/junho2001, seguindo técnicas do Manual de Métodos e Análises de Solo da EMBRAPA (1979).

Os dados climáticos da Serra do Cipó foram baseados na Estação Meteorológica de Diamantina – MG, localizada dentro da mesma região climática, segundo Nimer (1989), a 100km da área de estudo, a uma altitude de 1296 metros, nas coordenadas 18<sup>o</sup>15'S – 43<sup>o</sup>36'W. Utilizou-se as Normais Climatológicas (DNMET 1992) e os dados meteorológicos mensais de precipitação total, temperatura máxima e mínima absoluta, do período de janeiro/2000 a junho/2001, fornecidos pelo 5<sup>o</sup> Distrito de Meteorologia.

## **Resultados**

### **1-Análise Anatômica**

As folhas das populações estudadas na Serra do Cipó apresentaram o mesmo padrão de organização celular e tecidual. São folhas revolutas revestidas por uma cutícula fina, dorsiventrals, hipoestomáticas e possuem tricomas em ambas faces (Fig.1-4).

Para as folhas da população do platô, foi registrada uma espessura significativamente maior em relação às folhas da população do pico, apresentando, porém, números semelhantes de estratos celulares no mesofilo (Tab.1). A espessura da folha da população do pico apresentou valor maior principalmente no mês de out/2000, se aproximando dos valores registrados para a população do platô (Tab.2; Fig. 19A/B).

Em seção transversal, no terço médio das folhas, a epiderme de ambas faces é unisseriada (Fig.1 e 2), sendo a altura das células da face adaxial maior do que as células da epiderme abaxial (Tab.1). Há presença de campos primários de pontoações nas células da epiderme adaxial, as quais ocupam, aproximadamente, a metade da lâmina foliar, sendo bastante volumosas com a parede periclinal externa mais espessa que as demais (Fig.5).

Os valores de altura das células da epiderme adaxial na população do platô apresentaram uma maior variação durante o período amostrado, enquanto na população do pico, esses valores foram mais constantes. (Tab.2; Fig.20A/B).

Ambas populações apresentaram o mesmo comportamento em relação à altura das células da epiderme abaxial, havendo uma discrepante alteração dos valores no mês de outubro/2000, quando as folhas do pico foram maiores (Tab.2; Fig.21A/B).

*M. taxifolia* apresentou dois tipos de pêlos: tector e glandular ambos unisseriados, demonstrando cada um deles grande variação de tamanho. As células dos pêlos apresentaram paredes primárias espessadas. O pêlo glandular apresentou de três a oito células no pedúnculo e quatro células na cabeça, e o pêlo tector variou entre três a seis células. (Fig.6 e 7). Tanto o pêlo tector quanto o glandular ocorreram em ambas as faces da folha. As plantas da população do pico apresentaram uma densidade de pêlos maior do que as plantas da população do platô nas duas faces da folha (Tab.1).

Em vista frontal, na face adaxial, as células epidérmicas mostraram-se poligonais com paredes relativamente retas, para ambas populações (Fig.9 e 10). As folhas da população do pico apresentaram  $60,6 \pm 4,1$  células por  $\mu\text{m}^2$ , enquanto as da população do platô  $45,3 \pm 12,8$  por  $\mu\text{m}^2$  (Tab.1). Na face abaxial das folhas das duas populações, as células epidérmicas apresentaram-se com paredes sinuosas (Fig.11 e 12).

Os estômatos são do tipo anomocítico, com as células-guarda situadas no mesmo nível das demais células epidérmicas ou levemente projetadas (Fig.2 e 3) (Fig. 11 e 12). As plantas do pico apresentaram uma densidade estomática de  $95 \pm 1,7$  por  $\mu\text{m}^2$  e as plantas do platô  $69,3 \pm 9,2$  por  $\mu\text{m}^2$  (Tab.1).

A nervura mediana apresentou um feixe colateral pouco pronunciado (Fig.8). Ao longo do mesofilo foram observadas nervuras laterais e de segunda ordem pouco evidentes.

O parênquima paliçádico foi unisseriado em toda extensão da folha e estendeu-se, uniformemente, até o bordo (Fig.1 e 2). A altura do parênquima paliçádico na população do platô foi maior demonstrando diferença significativa entre as populações, entretanto, no mês de out/2000 foram registrados maiores valores para ambas as populações (Tab.1 e 2; Fig.22A/B).

O parênquima lacunoso é constituído por dois a três estratos celulares.(Fig.3 e 4). A altura do parênquima lacunoso na população do platô foi maior, mas não diferindo significativamente da população do pico (Tab.1; Fig.23A/B).

Idioblastos cristalíferos, contendo drusas de oxalato de cálcio, são comuns nas folhas das duas populações, ocorrendo tanto na região das nervuras como entre os parênquimas paliçádico e lacunoso (Fig.3 e 4).

## **2 – Área foliar**

A média da área foliar dos indivíduos da população do platô foi, cerca de, três vezes maior do que a da população do pico (pico  $6,4\text{mm}^2$ ; platô  $16,7\text{mm}^2$ ) (Tab.1; Fig.24B). Na população do pico, a média da área foliar mostrou-se pouco variável ao longo do período amostrado, havendo um aumento significativo no mês de out/2000 (Tab.2; Fig.24A). A população do platô apresentou valores maiores da área foliar nos meses nov/2000 e jun/2001 (Tab.2; Fig.24B).

## **3-Análise Histoquímica**

Os testes histoquímicos realizados apresentaram os mesmos resultados para ambas populações, quando comparados com o controle (Fig.13).

As folhas mostraram grande ocorrência de derivados fenólicos nas células do parênquima paliçádico, lacunoso, e da nervura mediana, exceto na epiderme adaxial (Fig.14 e 15).

Flavonóides foram detectados nas células dos parênquimas paliçádico e lacunoso, além de serem encontrados nas células parenquimáticas localizadas na face abaxial da nervura mediana e circundando o floema (Fig.16).

O teste-controle para derivados fenólicos permitiu evidenciar uma tênue coloração nos tecidos das folhas.

A reação para lipídios foi positiva e evidenciada pela coloração alaranjada intensa na cutícula. A epiderme adaxial da folha apresentou espessamento cuticular mais evidenciado do que a epiderme abaxial (Fig.17). Foram detectadas gotículas lipídicas nas células do mesofilo, sendo mais evidente no parênquima paliçádico (Fig.17). O tratamento dos cortes pela mistura metanol-clorofórmio não retirou, totalmente, as gotículas lipídicas encontradas no mesofilo.

A presença de amido foi verificada apenas no parênquima clorofiliano (Fig.18).

A reação para alcalóides foi negativa para ambas populações.

## **4-Perfil químico**

A análise por cromatografia de camada delgada (CCD) permitiu detectar a presença de flavonóides em ambas populações, porém, não permitiu detectar diferenças químicas entre as mesmas (Fig.25).

Apesar de não permitir a observação de diferenças qualitativas, a análise por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE) mostra que há alguma diferença

quantitativa na produção de derivados fenólicos. As plantas do pico exibem uma produção de fenólicos ligeiramente maior do que as plantas do platô (Fig.26).

## **5 - Solo**

O pH dos solos das duas populações variou entre 4 – 5, indicando uma alta acidez, de acordo com a tabela de solos do IAC – Instituto Agrônomo de Campinas. Os teores de nutrientes foram considerados extremamente baixos. No solo do pico os teores de P, K e, principalmente o de Al foram maiores em relação ao solo do platô, além do índice de saturação de alumínio e a capacidade de troca catiônica efetiva. Somente as concentrações de Ca e Mg apresentaram valores maiores no solo do platô. (Tab.3).

A análise granulométrica do solo indicou maior presença de argila e silte no platô, enquanto o solo do pico apresentou maior teor de areia grossa e areia fina. A classe textural do solo do platô foi considerada franco-arenosa e a do pico, franco (Tab.4).

Os valores de umidade do solo variaram de 1 a 12%, sendo os mais baixos encontrados no solo do pico, nos meses de maio/2001 (1%) e junho/2001 (1%) e maior em março/2001 (3%). No solo do platô o menor valor registrado foi em junho/2001 (2%) e o maior no mês de março/2001 (12%) (Tab.5).

## **6- Clima**

De acordo com o balanço hídrico no período de 1972-1990, a precipitação anual total na Serra do Cipó-MG foi de 1404,7mm, distribuídos em duas estações. A estação mais chuvosa compreendeu o período de outubro a março, com a maior precipitação média de 307 mm em janeiro. O período seco foi de abril a setembro, com menor precipitação média de 7,7 mm em junho (Fig.27).

No período amostrado (jan/2000-jun/2001) a precipitação também foi distribuída em duas estações, a estação mais chuvosa representada pelo período de outubro a março, com a maior precipitação média de 411,8 mm em janeiro/2000. O período seco foi de abril a setembro, com menor precipitação média de 1,0 mm em maio/2000 (Fig.28).

A temperatura máxima absoluta foi registrada nos meses de outubro/2000 (31,3<sup>0</sup>C) e fevereiro/2001 (31,4<sup>0</sup>C). A temperatura mínima absoluta foi nos meses de julho/2000 (6,0<sup>0</sup>C) e maio/2001 (5,6<sup>0</sup>C) (Fig.29).

## Discussão

As características anatômicas mensuradas nas populações estudadas de *Marcetia taxifolia* demonstraram que a espécie possui um padrão celular e tecidual pouco variável e um genótipo que produz respostas anatômicas constantes.

As variáveis anatômicas medidas na população do platô, refletiram as alterações na precipitação do período amostrado. A redução dos valores das variáveis anatômicas no período de jun/2000 a ago/2000 esteve relacionada com a queda de precipitação total nos períodos de abr/2000 a jul/2000, quando a mesma chegou a atingir 1,0 mm no mês de mai/2000. Com o aumento da precipitação total a partir de agosto, as variáveis anatômicas demonstraram uma maior oscilação nos valores, refletindo em uma tendência de crescimento.

A população do pico não respondeu tão claramente às variações ambientais quanto à população do platô, uma vez que a mesma apresentou um crescimento contínuo, embora tenha havido diferenças na precipitação total e na temperatura. O início de reposição hídrica e aumento de temperatura, no período que antecede o mês de out/2000, são os fatores que podem justificar as alterações encontradas.

As folhas de *M. taxifolia* apresentaram formas variando de revoluta, quase cilíndricas até folhas completamente expandidas, mostrando que sua folha é um órgão altamente plástico, concordando com a observação de Martins (1989) sobre o polimorfismo foliar da espécie. As folhas completamente expandidas foram encontradas na região mais basal dos rebrotos e as mais revolutas na região apical dos rebrotos mais velhos. A mesma característica foi estudada por Gould (1993) nas folhas de *Pseudopanax crassifolius*, sendo que o autor atribuiu o fenômeno de heterofilia ao fato das folhas dessa espécie apresentarem morfologia distinta em diferentes fases de desenvolvimento. O referido autor afirmou que as folhas dessa espécie mantiveram o mesmo padrão celular e tecidual. Dale (1982) considera que a forma e o tamanho das folhas estão relacionados com o genótipo da espécie e a interação deste com o meio biótico e abiótico onde a planta ocorre, fenômeno observado entre plantas estudadas no pico e no platô.

A hipótese que pode ser atribuída à expansão das folhas basais em *M. taxifolia* é o aproveitamento de um período com condições ótimas de disponibilidade de água e nutrientes no solo, levando a um maior tempo de atividade dos meristemas marginais foliares.

Apesar das folhas de *M. taxifolia* apresentarem inúmeras formas, não houve qualquer alteração na distribuição das nervuras, sendo mantido o padrão de vascularização encontrado nos exemplares das populações estudadas. Tal característica parece já estar fixada geneticamente, independente de alterações ambientais adversas, o que vêm reforçar a importância da vascularização como característica taxonômica (Martins 1989).

As folhas revolutas de *M. taxifolia*, provavelmente estão associadas a períodos de seca e estresse hídrico, demonstrando uma estratégia adaptativa eficiente, pois diminui a superfície de transpiração, reduzindo a perda d'água e, conseqüentemente, os riscos de dessecação. Além do fator água, as plantas no local estudado estão submetidas a fatores de estresses adicionais como fortes ventos, alta temperatura e insolação, que também são capazes de promover a dessecação dos tecidos vegetais (Levitt 1980; Vieira & Mantovani 1995).

A espessura da lâmina foliar foi menor nas plantas do pico, apesar das condições do local serem mais adversas, apresentando menor umidade do solo, baixa capacidade de retenção de água e nível nutricional inferior em relação ao solo do platô. Provavelmente, a pouca disponibilidade de água no solo é um fator limitante para a expansão celular e, em conseqüência disso, as células são menores acarretando maior número de células por área e um órgão menor. Esses dados mostraram-se contraditórios ao que é registrado na literatura, onde condições adversas induzem o aumento na espessura foliar (Metcalf 1983, Fahn & Cutler 1992). O mesmo fato ocorreu em populações de *Marcetia taxifolia* na Serra do Cipó e na Restinga de Maricá, sendo a espessura da lâmina foliar da população da restinga maior, quando o esperado seria maior espessura nas plantas da Serra do Cipó, onde a deficiência hídrica foi elevada (Vale 1999). A população de *M. taxifolia* na Restinga de Maricá não sofreu a ação desse estresse, pois a mesma localiza-se sobre lençol freático, o que possibilita a manutenção hídrica nos tecidos vegetais dessa espécie (Vale 1999).

O grande volume das células da epiderme adaxial foi o aspecto anatômico que mais chamou a atenção na lâmina foliar, além do elevado número de campos primários de pontoações nas mesmas. Essas células provavelmente estão relacionadas à função de reserva de água, e as pontoações a um transporte intercelular rápido e eficiente em situações de déficit hídrico. Além disso, os campos primários de pontoações podem representar uma forma de compensação em relação à baixa densidade de vascularização encontrada em *M. taxifolia*. Geralmente, em plantas que se encontram em regiões

áridas, as células epidérmicas são pequenas e compactas, porém, quando apresentam a função de armazenamento de água tais células são, em geral, volumosas (Metcalf 1983). O grande volume das células epidérmicas é uma característica já registrada por vários autores para outras espécies da Serra do Cipó, da Família Compositae (Handro 1969), Família Velloziaceae (Menezes 1984), de *Paepalanthus* (Castro & Menezes 1990), de *Lychnophora* (Luque 1995) e de *Lavoisiera* (Sousa 1997).

A pouca espessura da cutícula nas plantas estudadas contradiz as características esperadas em plantas xerófitas. Porém, tal característica pode ser compensada através do espessamento da parede periclinal externa da epiderme adaxial. A mesma característica foi observada na Família Velloziaceae por Menezes (1984), em espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) estudadas por Sajo *et al.* (1995), e em *Lychnophora* por Luque (1995) da Serra do Cipó sendo ainda, apontada como ponto comum em plantas com caracteres xeromórficos (Fahn & Cutler 1992).

Fahn (1990) atribuiu ao maior espessamento da cutícula uma importante função no suporte da folha. Além disso, sob a luz, a cutícula mais espessa reduz a absorvência da radiação ativa na fotossíntese e a temperatura dos órgãos expostos. Esta camada representa a principal barreira externa, não somente contra a perda d'água, como contra compostos e organismos danosos (Dietz & Hartung 1995). Apesar de *M. taxifolia* estar exposta a intensa radiação, alta temperatura e déficit hídrico, a mesma não apresentou aumento na espessura da cutícula, investindo na forma revoluta da folha e na altura das células epidérmicas adaxiais, filtrando a radiação necessária para suas atividades vitais.

Outro fator compensador da cutícula pouco espessa é o fato de *M. taxifolia* apresentar numerosos tricomas em ambas faces, permitindo a manutenção de um microclima, contribuindo para a redução da taxa de transpiração e perda de água nos períodos quentes e de déficit hídrico (Van Der Merwe *et al* 1994).

Os tipos de pêlos encontrados em *M. taxifolia*, provavelmente, desempenham importante função contra a perda d'água, além de refletir o excesso de luz solar, permitindo à planta, absorver somente a luminosidade necessária para as suas atividades vitais (Larcher 2000).

Vieira & Machado (1992), ao estudarem a superfície foliar de *Bauhinia radiata*, encontraram tricomas tectores em ambas faces da folha, e ressaltaram a importância de tal característica como função protetora, reduzindo diretamente a velocidade da transpiração.

As folhas das plantas da população do pico apresentaram maior densidade de pêlos na face adaxial em relação à população do platô. Provavelmente, está relacionada com a menor área foliar que as plantas do pico apresentaram, compactando as suas células e pêlos.

Aspectos fisiológicos, provavelmente, estão atuando contra a perda d'água como mecanismos eficientes de controle de abertura e fechamento dos estômatos.

A síntese de derivados fenólicos em *M. taxifolia*, provavelmente está relacionada com os vários estresses ambientais aos quais a espécie está submetida como forte luminosidade, déficits nutricional e hídrico. Esteban-Carrasco *et al.* (2001) afirmam que podem ser atribuídas aos derivados fenólicos algumas atividades biológicas relacionadas a mecanismos de defesa.

A produção de derivados fenólicos, como flavonóides, nas células vegetais é vista como uma estratégia de proteção contra os efeitos deletérios da radiação UV. Há um grande aumento na intensidade de radiação UV em função do aumento de altitude ou de diminuição de latitude (Larcher 2000). Na Serra do Cipó, onde estão as populações, a altitude é elevada e a radiação solar é intensa na maior parte do ano. Dessa forma, a produção de derivados fenólicos em *M. taxifolia* é considerado um mecanismo químico de defesa, estando os flavonóides dissolvidos no protoplasma das células protegendo a espécie da ação dos raios UV. Roth (1995), estudando *Chaetolepis lindeniana* (Melastomataceae), também relacionou a presença de derivados fenólicos como um fator protetor contra a intensa radiação, visto que, tal espécie foi encontrada em elevadas altitudes nas montanhas da Venezuela.

Bomfim-Patricio *et al* (2001) estudando a química micromolecular de três gêneros de Melastomataceae (*Lavoisiera*, *Microlicia* e *Trembleya*), constataram a produção de flavonóides nas espécies estudadas e utilizaram a ocorrência dessas substâncias na análise quimiotaxonômica em nível de gênero. Em *M. taxifolia* flavonóides também foram detectados, e possivelmente, podem ser considerados marcadores químicos para auxiliar na solução de problemas taxonômicos, uma vez que a espécie é polimórfica e de difícil identificação devido ao alto grau de plasticidade fenotípica (Martins 1989; Vale 1999).

Wojtaszek (1997) ressalta que as plantas possuem estratégias químicas de defesa contra estresses abióticos e bióticos, através de ativação de metabólitos pré-existentes, como a liberação de derivados fenólicos. Variações no solo, como granulometria, pH, matéria orgânica e capacidade de troca iônica associados com estresse hídrico são

importantes para a ativação da biossíntese de derivados fenólicos (Esteban-Carrasco *et al.* 2001).

A diferença na produção de derivados fenólicos entre as populações estudadas de *M. taxifolia* pode estar relacionada com os estresses nutricional e hídrico, existentes no local onde as mesmas se encontram, sugerindo que as plantas do pico encontram-se em situações de estresse relativamente mais intenso. Fato semelhante foi registrado por McAlister & Van Staden (1995) em *Hypoxis hemerocallidea* quanto à concentração de metabólitos secundários em seus rizomas. Os autores verificaram que a concentração era maior em solos pobres em nutrientes.

A ocorrência de menor área foliar nas plantas da população do pico pode estar relacionada com a redução da perda d'água ou ser consequência de produção de derivados fenólicos, como observado por Isaias *et al.* (2000) quando algumas dessas substâncias inibiram ou estimularam o desenvolvimento dos tecidos vegetais. Hermes & Mattson (1992) também consideraram que a alocação de recursos pelas plantas para defesas químicas e estruturais reduz o crescimento da área foliar e outras estruturas vegetativas.

As características anatômicas foliares, encontradas em plantas das populações estudadas, aliadas a um forte período de déficit hídrico, permitiram classificá-las como xerófitas. Além disso, plantas que ocorrem em solos com baixa fertilidade e expostas a alta intensidade luminosa estão sujeitas a uma maximização dessas características estruturais, pois o solo e a radiação são causas importantes do xeromorfismo, segundo Arens (1958) e Metcalfe (1983).

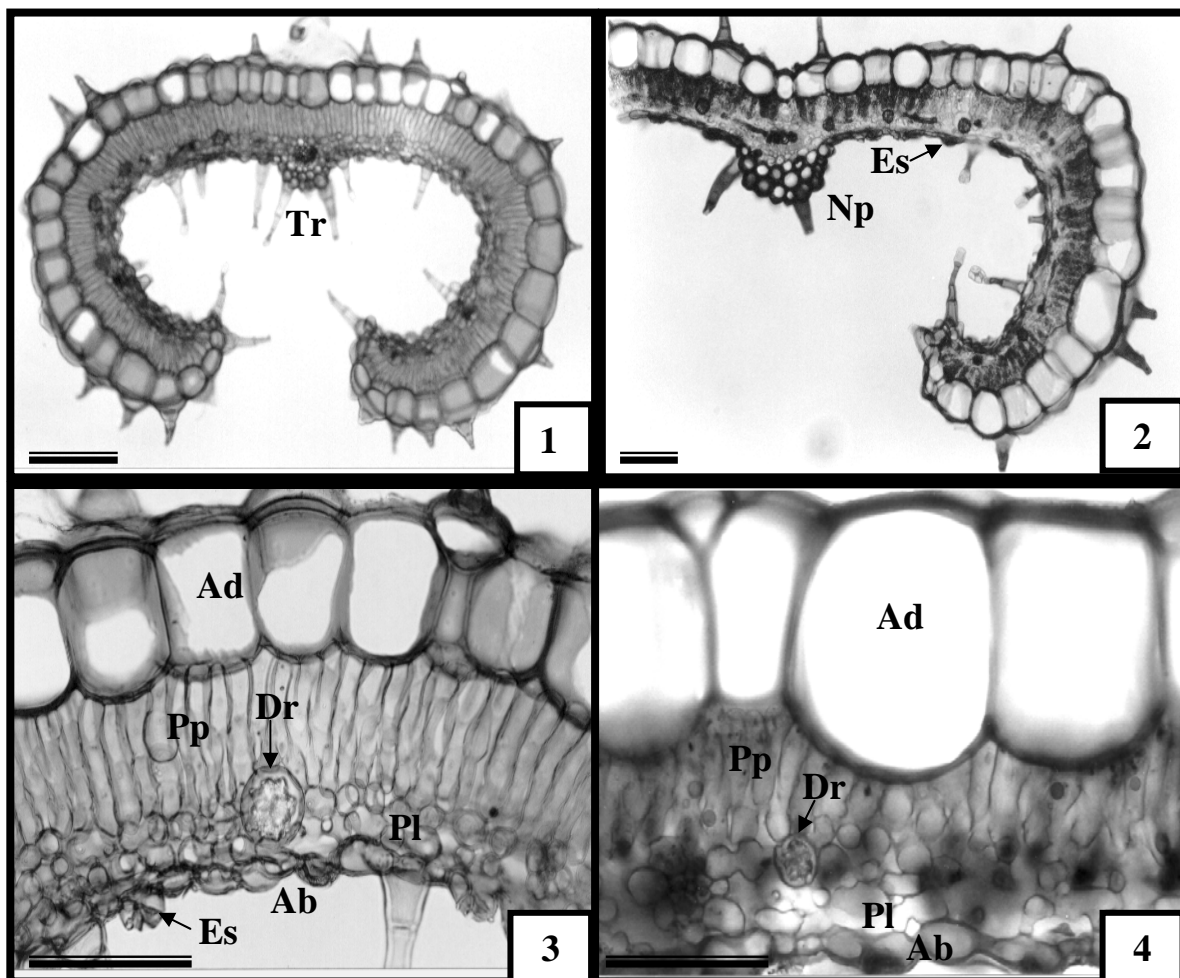
Uma das possíveis causas do xeromorfismo é a deficiência de nutrientes no solo. Porém, autores como, Coutinho & Ferri (1956), Arens (1958), Esau (1977), Paviani (1978) e Ferri (1980) preferem o termo escleromorfismo oligotrófico para descrever características xeromorfas em plantas que se encontram em ambientes com déficit nutricional, mas com disponibilidade hídrica, considerando o fator água preponderante para classificar plantas xerófitas, fato registrado para o Bioma Cerrado.

Arens (1958), Metcalfe (1983), Fahn & Cutler (1992) e Roth (1995) consideram aspectos como microfilia, enrolamento das margens, células epidérmicas grandes com paredes espessadas, alta densidade de pêlos e células contendo substâncias fenólicas importantes para caracterizar plantas xerófitas.

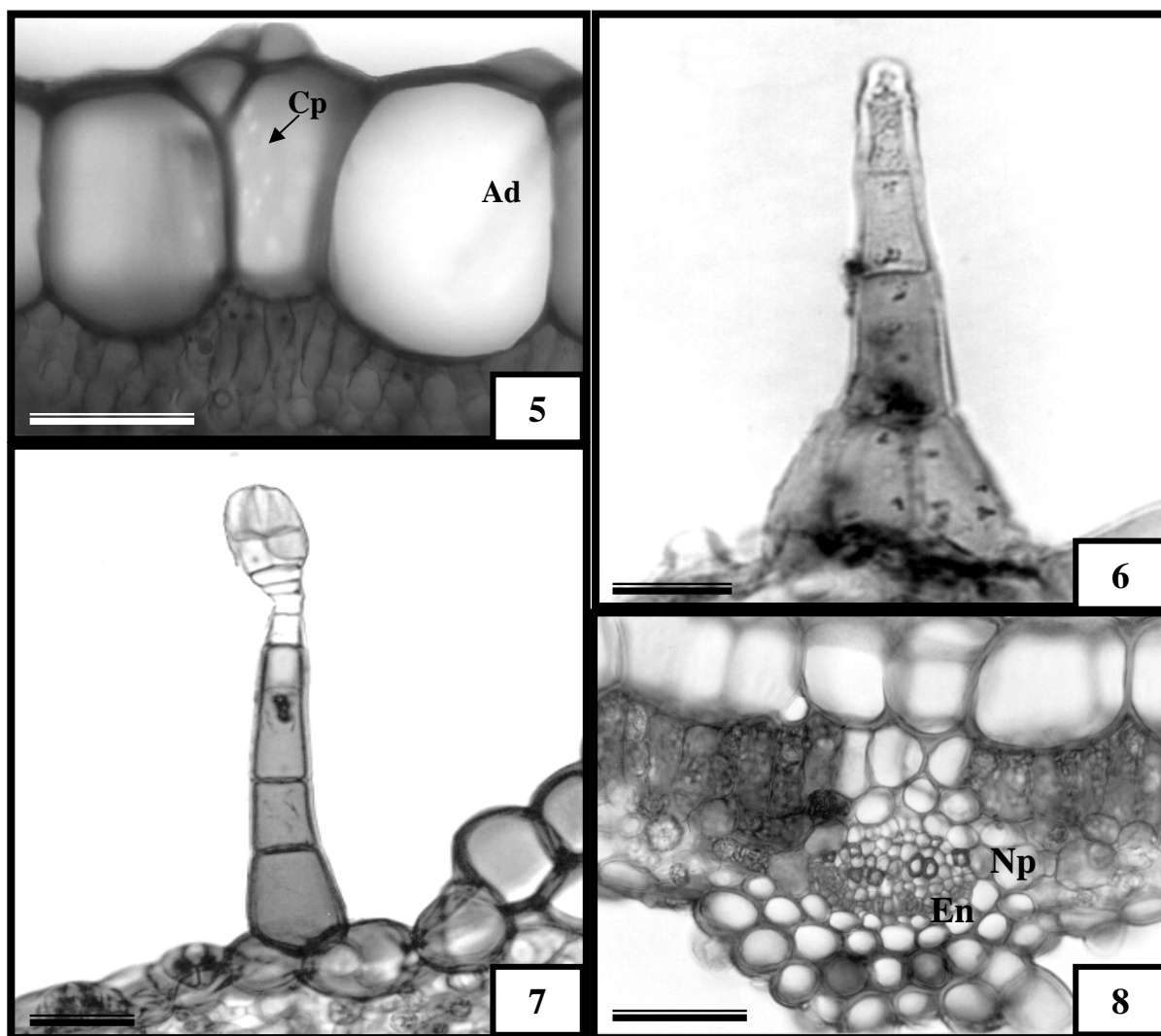
As características anatômicas e químicas encontradas em *M. taxifolia* são oriundas de processos adaptativos aos fatores abióticos, especialmente aos baixos níveis

de concentrações de nutrientes, granulometria e a capacidade de retenção de água no solo, propiciando a espécie superar condições adversas, colonizando um ambiente rigoroso para a maioria das espécies.

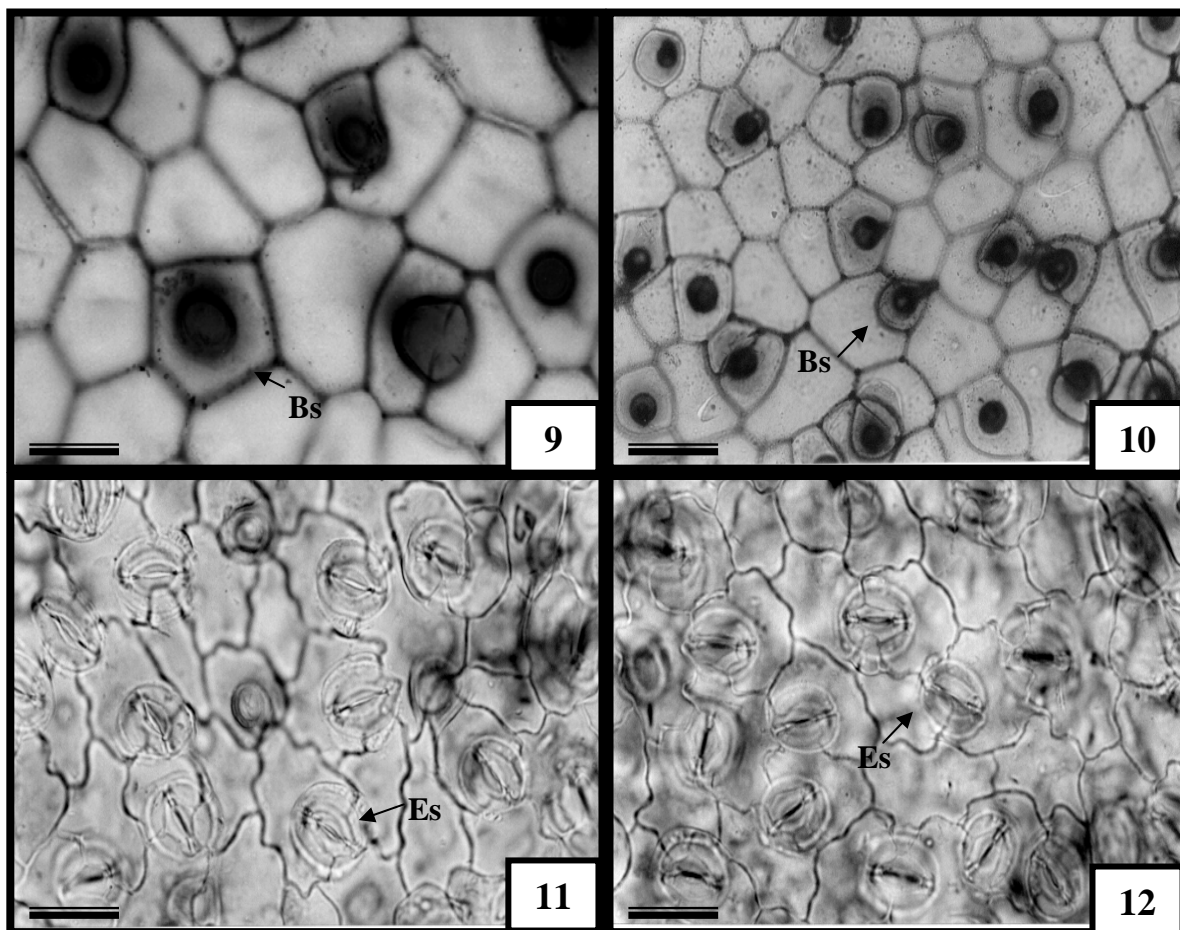
Com base nestes dados e com respaldos de estudos a níveis genéticos, moleculares, fisiológicos e ecológicos, *Marcetia taxifolia* se mostrará como material botânico rico em informações sobre o entendimento das estratégias adaptativas e evolutivas, assim como da organização estrutural da espécie.



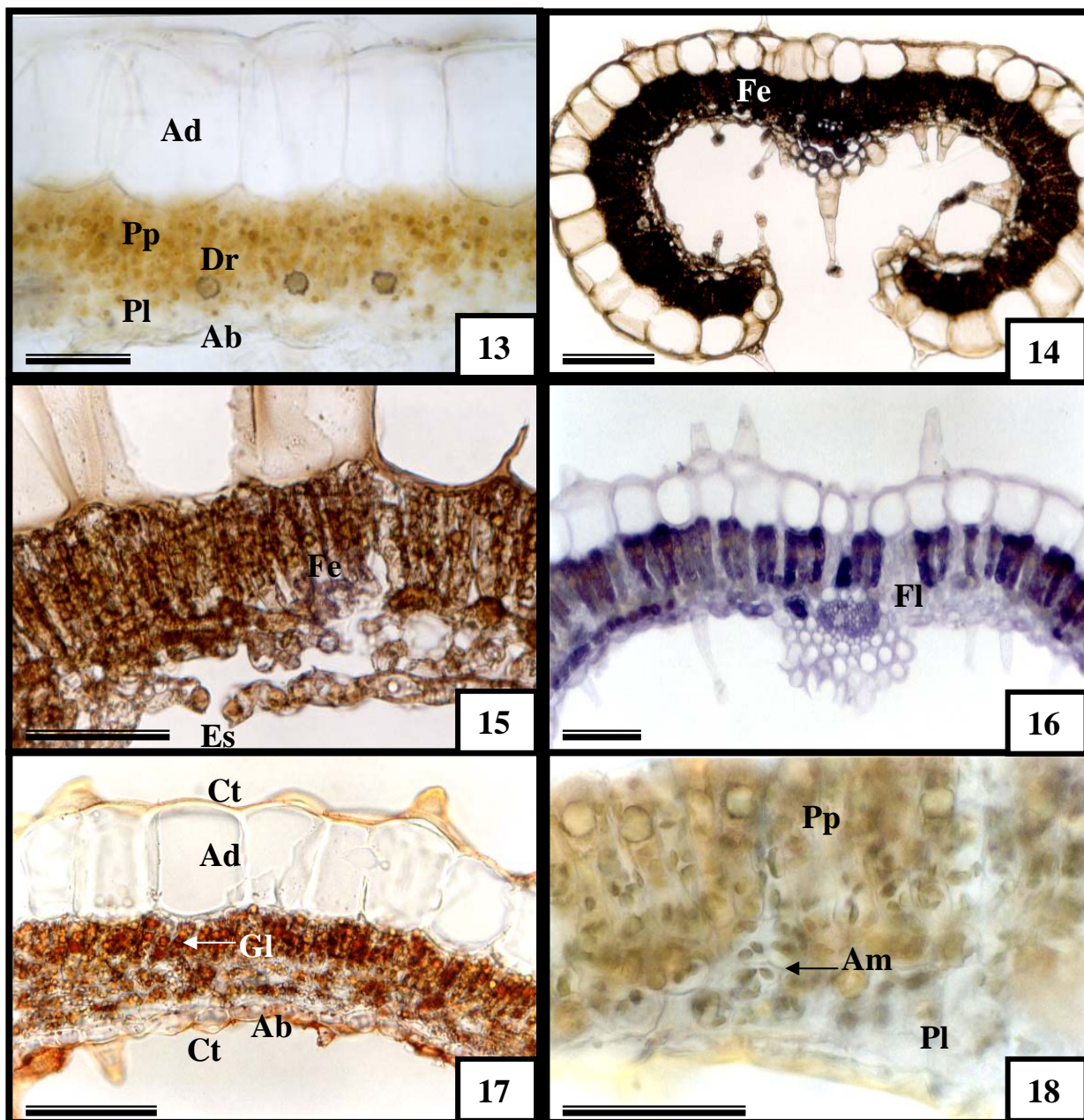
**Figura 1-4:** Lâmina foliar de *Marcetia taxifolia* em secção transversal. **1:** Folha da população do pico (barra=150µm). **2:** Folha da população do platô (barra= 150µm). **3:** Detalhe da lâmina foliar da população do pico (barra= 65µm). **4:** Detalhe da lâmina foliar da população do platô (barra= 80µm). Ad: epiderme adaxial; Pp: parênquima paliádico; Dr: drusa; Pl: parênquima lacunoso; Np: nervura principal; Ab: epiderme abaxial; Tr: tricomas; Es: estômato.



**Figura 5-8:** Detalhes da lâmina foliar de *Marcetia taxifolia*. **5:** Epiderme adaxial (barra= 50 $\mu$ m). **6:** Pêlo tector (barra= 20 $\mu$ m); **7:** Pêlo glandular (barra:= 25 $\mu$ m). **8:** Nervura principal na região mediana (barra= 70 $\mu$ m). Ad: epiderme adaxial; Cp: campo primário de pontoação; Np: nervura principal; En: endoderme.



**Figura 9-12:** Epidermes foliares de *Marcetia taxifolia*, em vista frontal. **9:** Epiderme adaxial da população do platô (barra=20 $\mu$ m). **10:** Epiderme adaxial da população do pico (barra=20  $\mu$ m). **11:** Epiderme abaxial da população do platô (barra=20 $\mu$ m). **12:** Epiderme abaxial da população do pico (barra=20 $\mu$ m ) Bs: base do pêlo; Es: estômato.



**Figura 13-18:** Resultados de testes histoquímicos nas folhas de *Marcetia taxifolia*. **13:** Controle (barra= 50 $\mu$ m); **14:** reação positiva para derivados fenólicos utilizando-se sulfato ferroso 4% em formalina (barra= 150 $\mu$ m); **15:** detalhe do mesofilo com reação positiva para derivados fenólicos (barra= 65  $\mu$ m); **16:** reação positiva para flavonóides através do reagente DMACA (barra= 75  $\mu$ m); **17:** reação positiva para lipídios através de reagente Sudam III (barra= 70  $\mu$ m); **18:** reação positiva para amido primário através do reagente Lugol (barra= 60  $\mu$ m). Ad: epiderme adaxial; Pp: parênquima paliçádico; Pl: parênquima lacunoso; Eb: epiderme abaxial; Dr: drusa; Es: estômato; Fe: fenol; Fl: flavonóide; Ct: cutícula; Gl: gotículas lipídicas, Am: amido.

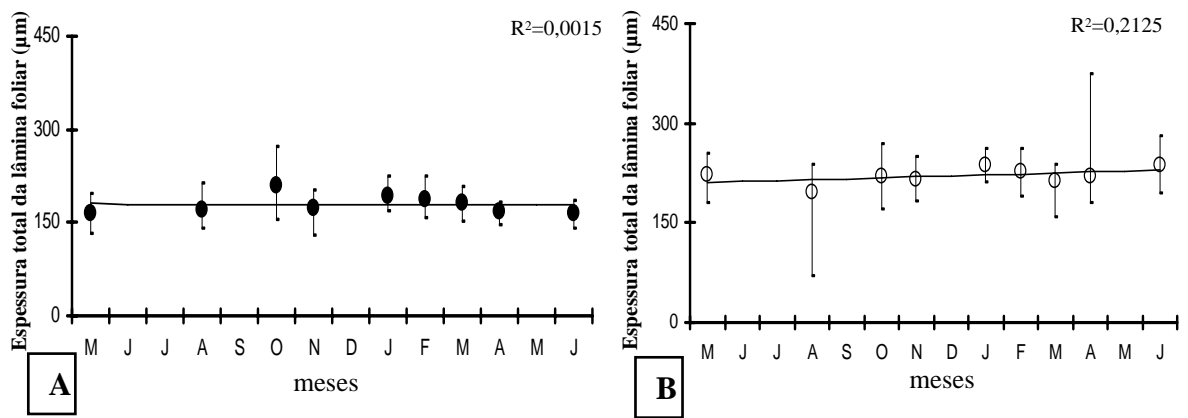
**Tabela 1:** Características da anatomia foliar das populações de *Marcetia taxifolia* na Serra do Cipó. Média  $\pm$  desvio padrão e valores máximos e mínimos entre parênteses dos dados obtidos em nove coletas realizadas no período de maio/2000 a junho/2001.

<b>Características</b>	<b>Pico</b>	<b>Platô</b>	<b>S</b>
Espessura total da lâmina foliar ( $\mu\text{m}$ )	179,3 $\pm$ 16,6 (208,7 / 165,3)	220,8 $\pm$ 12,7 (237,5 / 196,4)	***
Número de estratos no mesofilo	2,9 $\pm$ 0,3 (4 / 2)	2,9 $\pm$ 0,4 (4 / 2)	ns
Altura das células epidérmicas adaxiais ( $\mu\text{m}$ )	77 $\pm$ 9,7 (85,1 / 70,5)	102,4 $\pm$ 8,0 (111,4 / 91,5)	***
Altura das células epidérmicas abaxiais ( $\mu\text{m}$ )	18,4 $\pm$ 3,2 (26,9 / 16,3)	20,8 $\pm$ 2,2 (24,3 / 18)	*
Número de células da epiderme adaxial ( $\mu\text{m}^2$ )	60,6 $\pm$ 4,1 (64 / 46)	45,6 $\pm$ 12,8 (60 / 36)	*
Número de pêlos da epiderme adaxial ( $\mu\text{m}^2$ )	30,3 $\pm$ 5,1 (36 / 18)	18,6 $\pm$ 5,4 (36 / 21)	*
Número de estômatos da epiderme abaxial ( $\mu\text{m}^2$ )	95 $\pm$ 1,7 (96 / 90)	69,3 $\pm$ 9,2 (80 / 64)	*
Número de pêlos da epiderme abaxial ( $\mu\text{m}^2$ )	38,3 $\pm$ 4,2 (43 / 23)	24,6 $\pm$ 3,9 (33 / 20)	*
Altura do parênquima paliádico ( $\mu\text{m}$ )	56,9 $\pm$ 7,6 (69,9 / 45,5)	65 $\pm$ 4,8 (73,3 / 58,7)	*
Altura do parênquima lacunoso ( $\mu\text{m}$ )	28,3 $\pm$ 5,5 (33,8 / 24,3)	32,9 $\pm$ 3,2 (36,9 / 26,9)	ns
Área foliar ( $\text{mm}^2$ )	6,4 $\pm$ 4,4 (18 / 3,8)	16,7 / 4,3 (23,1 / 10,8)	***

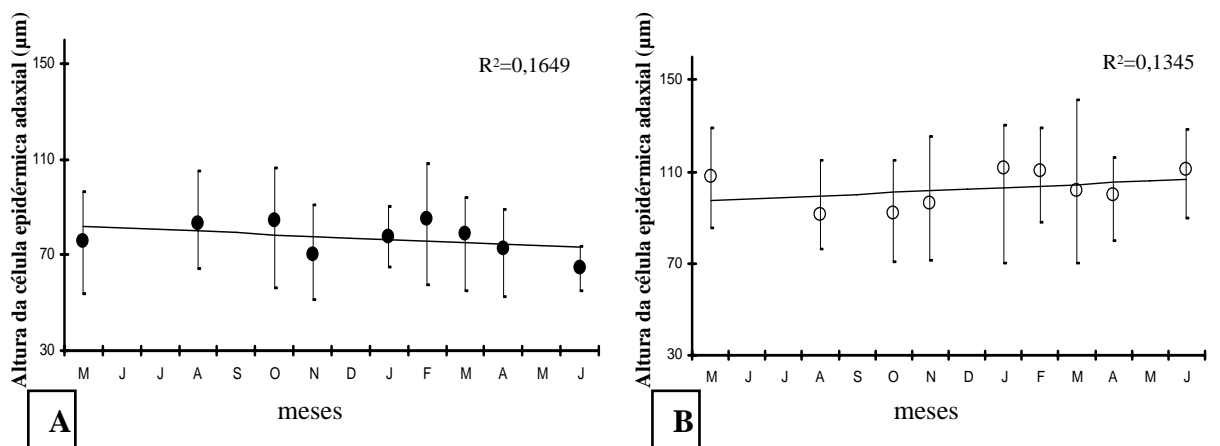
S: nível de significância \*  $P < 0,05$ ; \*\*  $P < 0,01$ ; \*\*\*  $P < 0,001$  (n=30)  
ns: não significativo

**Tabela 2:** Características da anatomia foliar das populações de *Marsetia taxifolia* na Serra do Cipó. Média  $\pm$  desvio padrão dos dados obtidos em nove coletas realizadas no período de maio/2000 a junho/2001.

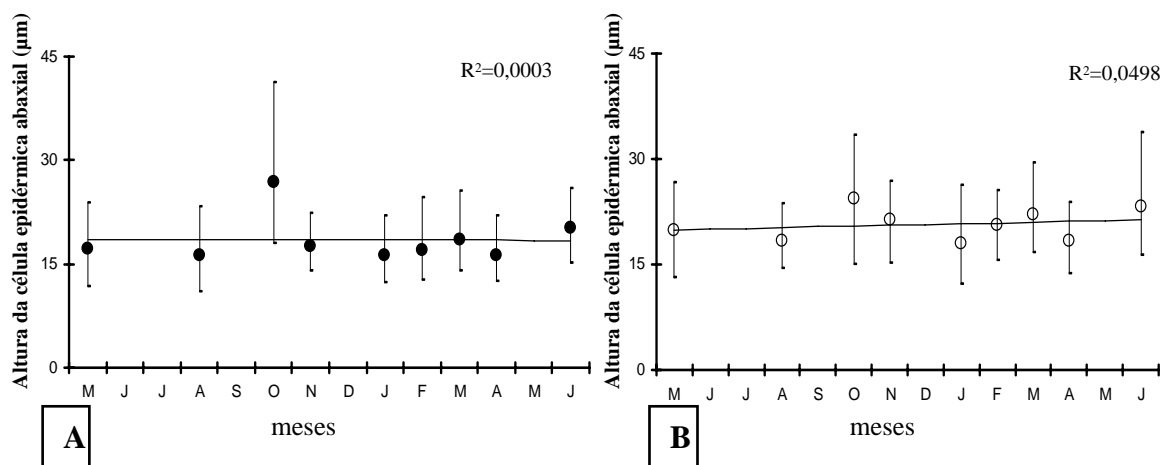
População / características		Mai/00	Ago/00	Out/00	Nov/00	Jan/01	Fev/01	Mar/01	Abr/01	Jun/01
Pico	Espessura total da lâmina foliar ( $\mu\text{m}$ )	165,3 $\pm$ 15,9	171,2 $\pm$ 19,7	208,7 $\pm$ 32,2	174,6 $\pm$ 17,8	194,2 $\pm$ 11,4	186,2 $\pm$ 19,5	180,3 $\pm$ 13,8	167,5 $\pm$ 8,7	166 $\pm$ 10,4
	Alt.células epidérmicas adaxiais ( $\mu\text{m}$ )	75,7 $\pm$ 11,7	83,4 $\pm$ 10,4	84,5 $\pm$ 12	70,5 $\pm$ 9,8	77,7 $\pm$ 7,7	85,1 $\pm$ 13,4	79,1 $\pm$ 9,4	72,8 $\pm$ 7,6	64,8 $\pm$ 5,8
	Alt. parênquima paliçádico ( $\mu\text{m}$ )	45,5 $\pm$ 5,8	56,8 $\pm$ 8,7	66,4 $\pm$ 14,5	52 $\pm$ 8,4	69,9 $\pm$ 7,2	58,4 $\pm$ 6,1	55,3 $\pm$ 6,6	52,3 $\pm$ 5,7	55,8 $\pm$ 5,8
	Alt. parênquima lacunoso ( $\mu\text{m}$ )	26,7 $\pm$ 4,4	29,4 $\pm$ 5,4	33,8 $\pm$ 7,1	31,7 $\pm$ 7,1	30,1 $\pm$ 4,7	24,3 $\pm$ 5,5	27,1 $\pm$ 5,7	26,6 $\pm$ 6	25,3 $\pm$ 4,4
	Estratos do mesófilo	2,4 $\pm$ 0,5	2,7 $\pm$ 0,4	3,7 $\pm$ 0,4	2,9 $\pm$ 0,3	3 $\pm$ 0	2,6 $\pm$ 0,5	2,7 $\pm$ 0,4	3,3 $\pm$ 0,4	3,3 $\pm$ 0,4
	Alt.células epidérmicas abaxiais ( $\mu\text{m}$ )	17,3 $\pm$ 2,4	16,3 $\pm$ 3,7	26,9 $\pm$ 7,0	17,5 $\pm$ 2,4	16,3 $\pm$ 2,3	17 $\pm$ 3,2	18,5 $\pm$ 2,5	16,3 $\pm$ 3	20,3 $\pm$ 2,6
	Área foliar ( $\text{mm}^2$ )	4,3 $\pm$ 1,5	5,2 $\pm$ 1,3	18,0 $\pm$ 4,1	5,4 $\pm$ 2,4	3,8 $\pm$ 1,2	6,2 $\pm$ 2,0	4,6 $\pm$ 1,4	4,7 $\pm$ 1,3	5,6 $\pm$ 2,2
	Platô	Espessura total da lâmina foliar ( $\mu\text{m}$ )	222,6 $\pm$ 20,2	196,4 $\pm$ 13,4	219,5 $\pm$ 25,4	215 $\pm$ 17,7	236,8 $\pm$ 15,1	228,5 $\pm$ 18,1	212 $\pm$ 26,6	219,7 $\pm$ 32,4
Alt.células epidérmicas adaxiais ( $\mu\text{m}$ )		108 $\pm$ 10,5	91,5 $\pm$ 10,9	92,1 $\pm$ 12,1	96 $\pm$ 11,5	111,4 $\pm$ 12,5	110,3 $\pm$ 11,9	101,9 $\pm$ 14,1	100,2 $\pm$ 8,1	111,0 $\pm$ 11,4
Alt. parênquima paliçádico ( $\mu\text{m}$ )		62,5 $\pm$ 9,5	69,1 $\pm$ 6,1	69,8 $\pm$ 11,6	62,1 $\pm$ 9,2	73,3 $\pm$ 6,9	61,1 $\pm$ 8,4	58,7 $\pm$ 10,1	62,9 $\pm$ 7,1	66,3 $\pm$ 9,4
Alt. parênquima lacunoso ( $\mu\text{m}$ )		32,2 $\pm$ 5,8	26,9 $\pm$ 4,8	33,2 $\pm$ 6,9	35,4 $\pm$ 7,1	33,9 $\pm$ 4,7	36,3 $\pm$ 5,2	29,2 $\pm$ 4,5	32,5 $\pm$ 4,8	36,9 $\pm$ 5,2
Estratos do mesófilo		2,4 $\pm$ 0,5	2,6 $\pm$ 0,5	3,8 $\pm$ 0,4	2,5 $\pm$ 0,5	3 $\pm$ 0	2,8 $\pm$ 0,4	2,8 $\pm$ 0,4	3,4 $\pm$ 0,5	3,3 $\pm$ 0,4
Alt. células epidérmicas abaxiais ( $\mu\text{m}$ )		19,8 $\pm$ 3,4	18,4 $\pm$ 2,6	24,3 $\pm$ 5,1	21,4 $\pm$ 2,6	18 $\pm$ 3,7	20,7 $\pm$ 3,1	22,1 $\pm$ 3,3	18,4 $\pm$ 2,6	23,2 $\pm$ 4,6
Área foliar ( $\text{mm}^2$ )		10,8 $\pm$ 4,2	11,3 $\pm$ 4,6	17,5 $\pm$ 3,9	21,6 $\pm$ 12,3	15,3 $\pm$ 4,0	14,4 $\pm$ 3,6	15,8 $\pm$ 3,6	20,6 $\pm$ 3,8	23,1 $\pm$ 13,4



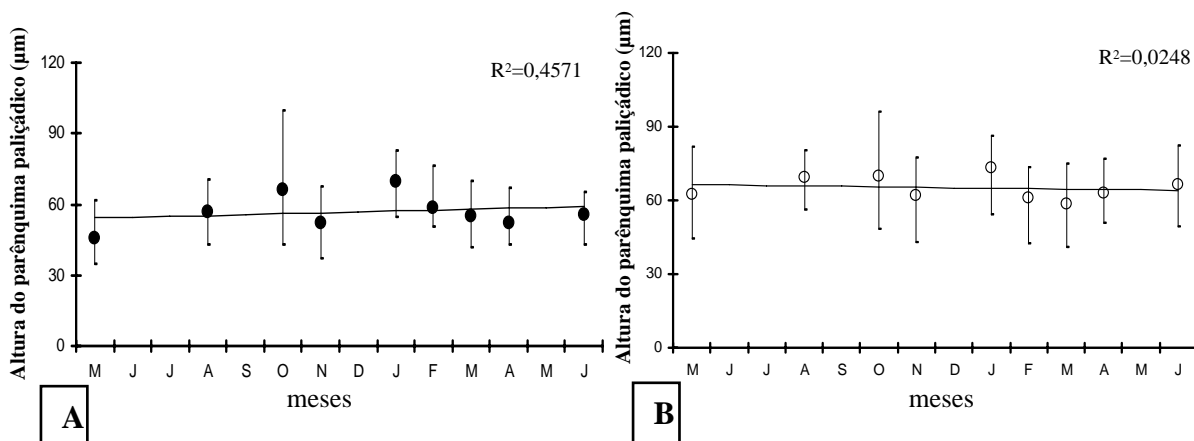
**Figura 19A/B-** Espessura total da lâmina foliar: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A:** população do pico; **B:** população do platô. — Linha de tendência.



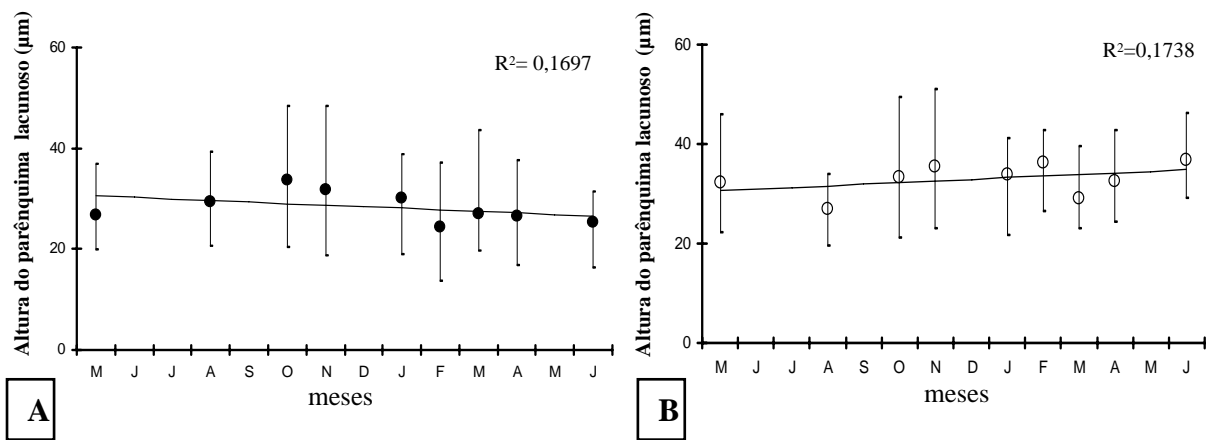
**Figura 20A/B** – Altura da célula epidérmica adaxial: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A:** população do pico; **B:** população do platô. — Linha de tendência.



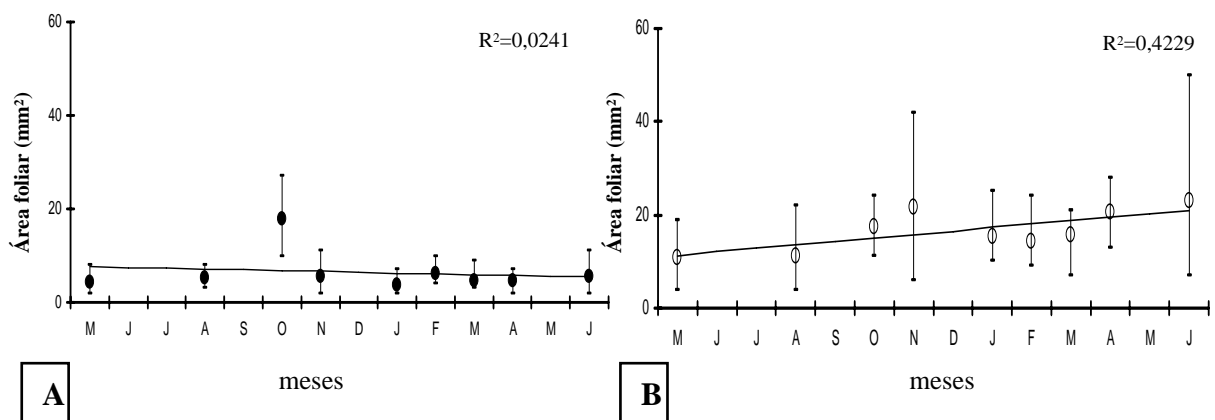
**Figura 21A/B** – Altura da célula epidérmica abaxial: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marsetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A:** população do pico; **B:** população do platô. — Linha de tendência.



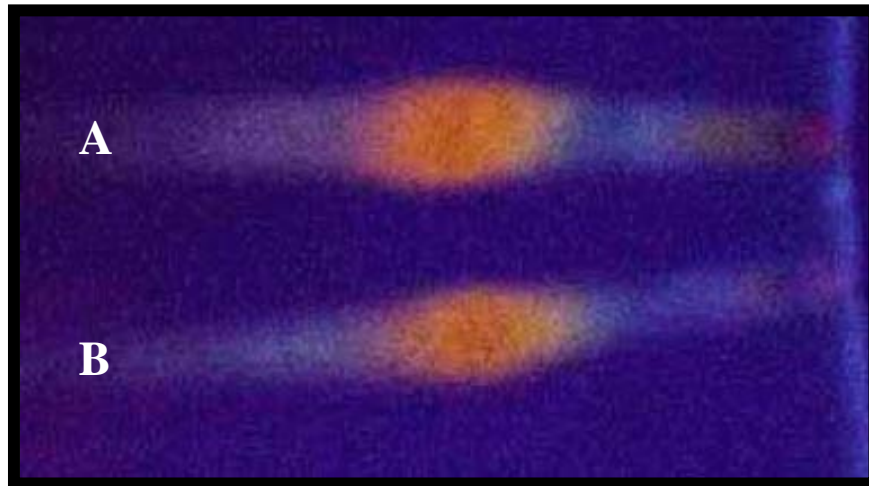
**Figura 22A/B-** Altura do parênquima paliçádico: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marsetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A:** população do pico; **B:** população do platô. — Linha de tendência.



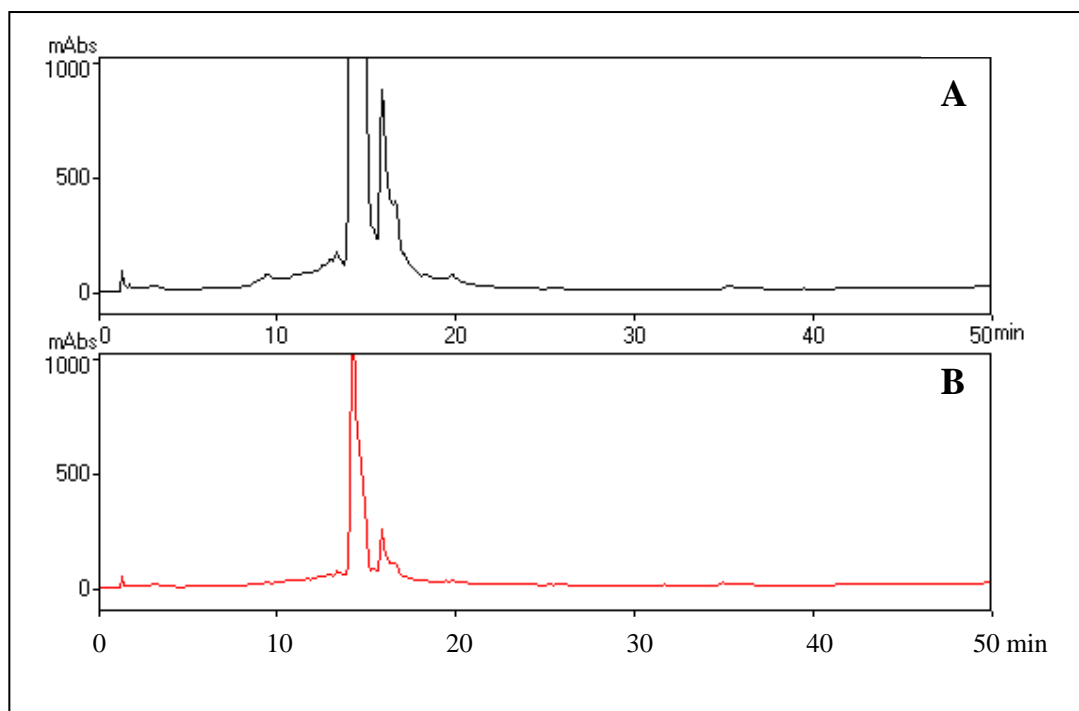
**Figura 23A/B** – Altura do parênquima lacunoso: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A**: população do pico; **B**: população do platô. — Linha de tendência.



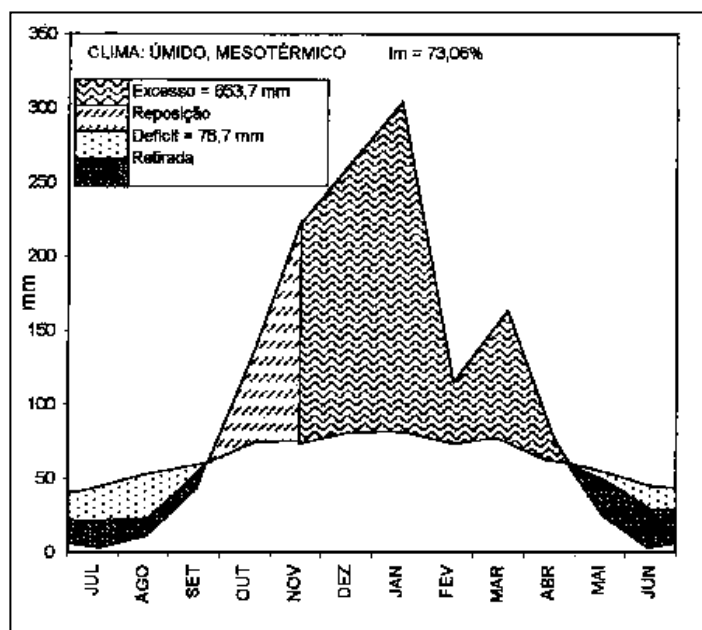
**Figura 24A/B-** Área foliar: valores máximos, médios e mínimos das populações de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG, no período de Maio/2000 a Junho/2001. **A**: população do pico; **B**: população do platô. — Linha de tendência.



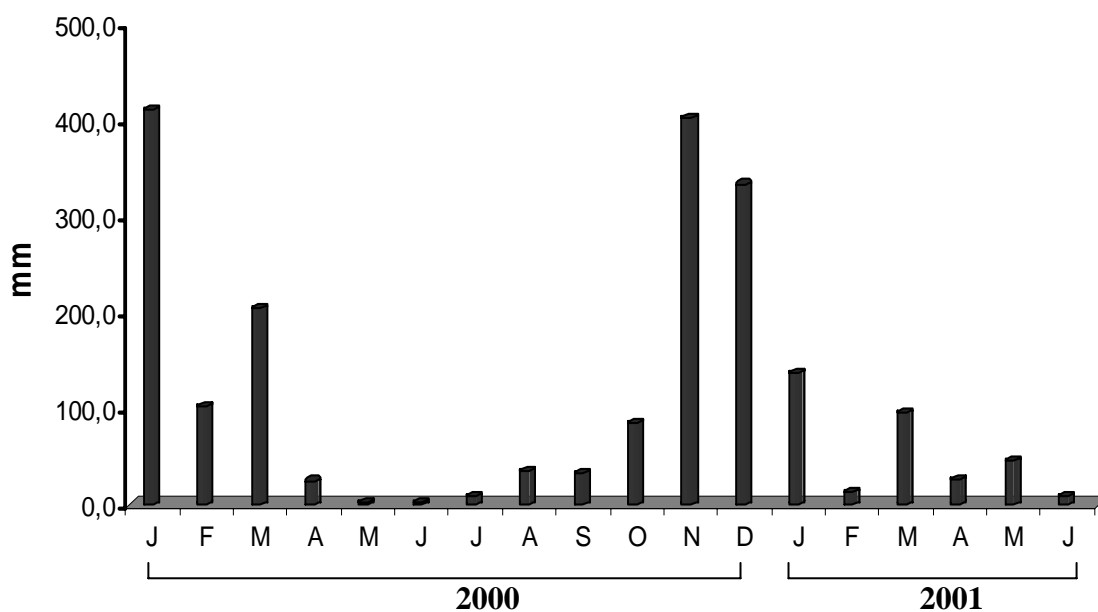
**Figura 25:** Cromatografia em camada delgada (CCD) do extrato etanólico de folhas das populações de *Marsetia taxifolia*, evidenciando a presença de flavonóide. **A:** população do pico; **B:** população do platô (UV: 365nm).



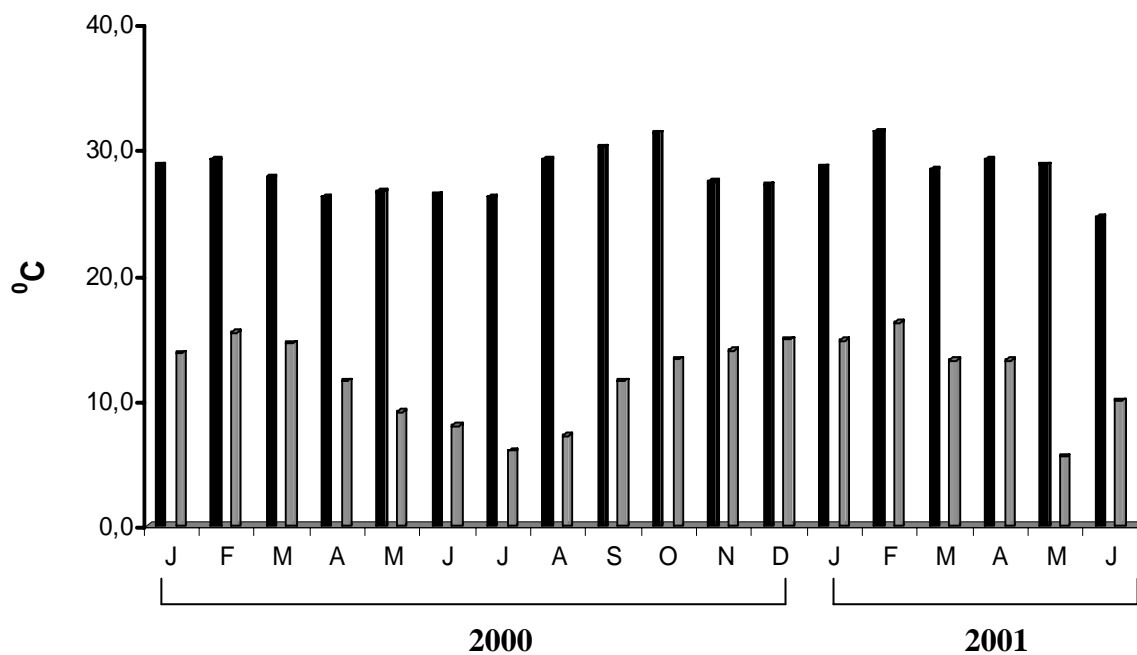
**Figura 26:** Perfil cromatográfico dos extratos etanólicos de folhas de *Marsetia taxifolia* obtidos por cromatografia líquida de alta eficiência (CLAE). **A:** população do pico; **B:** população do platô.



**Figura 27:** Balanço hídrico normal segundo o método de Thornthwaite e Mather, para a Serra do Cipó, baseado nos dados da estação meteorológica de Diamantina. Período 1972-1990.



**Figura 28:** Precipitação total na Serra do Cipó-MG. Dados da estação meteorológica de Diamantina. Período Jan/2000-Jun/2001.



**Figura 29:** Temperatura máxima absoluta e temperatura mínima absoluta na Serra do Cipó-MG. Dados da estação meteorológica de Diamantina. Período jan/2000-jun/2001. ■ Temperatura máxima absoluta; ■ Temperatura mínima absoluta

**Tabela 3:** Resultados analíticos de nutrientes dos solos de duas populações de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG

Nutrientes		Pico	Platô
pH	H <sub>2</sub> O	4,6	5,1
P	mg/dm <sup>3</sup>	2,3	1,3
K		33	23
Ca <sup>2+</sup>	cmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	0,11	1,01
Mg <sup>2+</sup>		0,09	0,29
Al <sup>3+</sup>		2,00	0,30
H + Al		6,77	7,26
SB		0,28	1,36
(t)		2,28	1,66
(T)		7,05	8,62
V	%	4,0	15,8
M		87,7	18,1

**SB:** soma das bases trocáveis; **CTC (t):** Capacidade de Troca Catiônica Efetiva; **CTC (T):** Capacidade de Troca Catiônica a pH 7,0; **V:** Índice de saturação de bases; **M:** Índice de saturação de Alumínio.

**Tabela 4:** Resultados de análise de granulometria dos solos das duas populações de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó-MG.

Análises Local	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Classe textural
	Dag/kg				
Pico	15	50	26	09	Franco-arenosa
Platô	12	31	33	24	Franco

**Tabela 5:** Umidade do solo nas populações de *Marcetia taxifolia* da Serra do Cipó.

População/Meses	Março/2001	Maió/2001	Junho/2001
Pico (%)	3	1	1
Platô (%)	12	3	2

## Referências Bibliográficas

- ARENS, K. 1958. Considerações sobre as causas do xeromorfismo foliar. **Boletim da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo**, **244**, **Botânica 15**:25-56.
- ASHTON, P. M. & BERLYN, G. P. 1992. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. **New Phytologist** **121**:587-596.
- BOMFIM-PATRÍCIO, M.C., SALATINO, A., MARTINS, A. B., WURDACK, J. J. & SALATINO, M. L. F. 2001. Flavonoids of *Lavoisiera*, *Microlicia* and *Trembleya* (Melastomataceae) and their taxonomic meaning. **Biochemical, Systematic and Ecology** **29**:711-726.
- BORIN, M. R. M. B. 1993. **Polifenóis: indicadores da evolução de plantas floríferas**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo. São Paulo. SP.
- BRITO, A. R. M. S. & BRITO, A. A. S. 1993. Forty years of Brazilian medicinal plant research. **J. Ethnopharmacology** **39**:53-67.
- CASTRO, N. M. & MENEZES, L. M. 1990. Considerações sobre a natureza das células altas da epiderme abaxial das folhas de *Paepalanthus* Kunth. (Eriocaulaceae). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **12**:95-100.
- COLEY, P. D. 1980. Effects of leaf age and plant life history patterns on herbivory. **Nature** **284**:545-546.
- COUTINHO, L. M. & FERRI, M. G. 1956. Transpiração de plantas permanentes do cerrado na estação das chuvas. **Revista Brasileira de Biologia** **16**(4): 501-518.
- CRONQUIST, A. 1981. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York, Columbia University. 1262p.
- CRONQUIST, A. 1988. **The evolution and classification of flowering plants**. New York, The New York Garden. 555p.
- DALE, J. E. 1982. **The Growth of leaves**. Studies in biology n° 137. London, Edward Arnold Ltd. 60p.
- DIETZ, K. J. & HARTUNG, W. 1995. The leaf epidermis: its ecophysiological significance. **Progress in Botany** **57**:32-53.
- DNMET. 1992. Departamento Nacional de Meteorologia do Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Normais Climatológicas (1961-1990)**. Brasília, Brasil.

- EMBRAPA. 1979. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação dos Solos. Manual de métodos de análise do solo. Rio de Janeiro,RJ, EMBRAPA – CNPS.
- ESAU, K. 1977. **Anatomy of Seed Plants**. 2<sup>nd</sup> ed. New York, Ed. Willey & Sons. 550p.
- ESTEBAN-CARRASCO, A.; LÓPEZ-SERRANO, M.; ZAPATA, J. M.; SABATER, B. & MARTÍN, M. 2001. Oxidation of phenolic compounds from *Aloe barbadensis* by peroxidase activity: possible involvement in defence reactions. **Plant Physiology and Biochemical** **39**:521-527.
- FAHN A. 1990. **Plant Anatomy**. 4ed. New York, Pergamon Press. 588p.
- FAHN, A. & CUTLER, D.F. 1992. **Xerophytes**. Berlin, Gebrüder Borntraeger.
- FERRI, M. G. 1980. **Vegetação Brasileira**. São Paulo. Ed. da Universidade de São Paulo. p157.
- FEUCHT, W.; SCHIMID, P.P.S. & CHRIST,E. 1983. Distribution of flavonols in meristematic and mature tissues of *Prunus avium* shoots. **Journal of Plant Physiology** **125**:1-8.
- GOTTLIEB, O. R.; KAPLAN, M. A. C. & BORIN, M. R. de M. B. 1996. **Biodiversidade. Um enfoque químico-biológico**. Rio de Janeiro, Ed. UFRJ. 267p.
- GOULD, K. S. 1993. Leaf heteroblasty in *Pseudopanax crassifolius* functional significance of leaf morphology and anatomy. **Annals of Botany** **71**:61-70.
- HARBORNE, J. B. (ed.). 1988. **The flavonoids: advances in research since 1980**. London. Chapman & Hall.
- HARBORNE, J. B. (ed.). 1994. **The flavonoids: advances in research since 1986**. London. Chapman & Hall.
- HERMS, D. A. & MATTSON, W. J. 1992. The dilemma of plants: to grow or defend. **The Quarterly Review of Biology** **67**(3):283-335.
- ISAIAS, R. M. S., SOARES, G. L. G., CHRISTIANO, J. C. S. & GONÇALVES, S. J. M. R. 2000. Análise comparativa entre as defesas mecânicas e químicas de *Aspidosperma australe* Müell. Arg. e *Aspidosperma cylindrocarpon* Müell. Arg. (Apocynaceae) contra herbivoria. **Floresta e Ambiente** **7**(1):19-30.
- JENSEN, W. A. 1962. **Botanical histochemistry**. San Francisco, H. Freeman and Co. 408p.
- JOHANSEN, D. A. 1940. **Plant microtechnique**. New York, MacGraw Hill Book Co. 523p.

- KLICH, M.G. 2000. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental Experimental of Botany** **44**:171-183.
- KRAUS, J. E. & ARDUIN, M. 1997. **Manual básico de métodos em morfologia vegetal**. Seropédica, RJ. Edur. 198p.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, SP, Ed. Rima. 531p.
- LEVITT, J., 1980. **Responses of plants to environmental stress**. New York, Academic Press.
- LUQUE, R. 1995. **Estudo morfo-anatômico em espécies de *Lychnophora* Mart. (Asteraceae) dos campos rupestres do Brasil**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- MARTINS, A. B. 1989. **Revisão taxonômica do gênero *Marsetia* DC. (Melastomataceae)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- MCALISTER, B. G. & VAN STADEN, J. 1995. Effect of artificially induced stress conditions on the growth of medicinal plant *Hypoxis hemerocallidea*. **South African Journal of Botany** **61**(2):85-89.
- MEDRI, M. E. & LLERAS, E. 1980. Aspectos da anatomia ecológica de folhas de *Hevea brasiliensis* Müell. Arg. **Acta Amazônica** **10**(3):463-493.
- MENEZES, N. L. 1984. **Características anatômicas e a filogenia na família Velloziaceae**. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- METCALFE, C. R. 1983. Ecological anatomy and morphology: general survey. *In*: C. R. Metcalfe & L. Chalk. **Anatomy of the Dicotyledons II**. Oxford, Ed. Clarendon Press, Pp.126-152.
- MORRETES, B. L. 1988. Contribuição ao conhecimento da anatomia foliar de espécies da vegetação das dunas interioranas do Município de Lençóis-Bahia. **Acta Botânica Brasilica** **1**(2):143-153.
- NAPP-ZINN, K. 1984. Anatomie des blattes II. Blattanatomie der Angiospermen. B. Experimentelle und ökologische Anatomie des Angiospermenblattes. *In*: H. J. B. Braun, S. Carlquist, P. Ozenda & I. Roth (eds) **Handbuch der Pflanzenanatomie Bd. VIII**. Berlin, Teil 2b Gebrüder Borntraeger.
- NIMER, F. 1989. **Climatologia do Brasil**. Rio de Janeiro. IBGE.422p.
- NULTSCH, W. 2000. **Botânica Geral**. 10<sup>a</sup> ed. Porto Alegre, RS. Artmed Editora. 489p.

- PAIVA, S. R. 1999. **Aspectos da biologia celular e molecular de espécies de Plumbaginaceae**. Dissertação de Mestrado. Museu Nacional. UFRJ, Rio de Janeiro.
- PAVIANI, T. I. 1978. Anatomia vegetal e cerrado. **Ciência e Cultura** 30(9):1076-1086.
- PAVIANI, T. I. 1984. Situação da anatomia ecológica no Brasil. **Ciência e Cultura** 36(6):927-932.
- PEARSE, R. M. 1968. **Histochemistry: theoretical and applied**. 3ed. Vol.I. London. J.A. Churchill Ltd.
- RAVEN, P.H.; EVERT, R. F. & EICHHORN, S. E. 1996. **Biologia Vegetal**. 5<sup>a</sup> ed. Rio de Janeiro. Ed.Guanabara Koogan. 728p.
- REIS, M. S. & MARIOT, A. 2001. Diversidade natural e aspectos agronômicos de plantas medicinais. *In*: **Farmacognosia: da planta ao medicamento**. Pp41-62. (Org): SIMÕES, C. M. O.; SCHENKEL, E. P.; GOSMANN, G.; MELLO, J. C. P.; MENTZ, L. A. & PETROVICH, P. R. 3<sup>a</sup> ed. Porto Alegre, RS, UFRGS.
- ROTH, I. 1995. Leaf structure: montagne regions of Venezuela with an excursion into Argentina. **Encyclopedia of Plant Anatomy** 14(3):1-249.
- SAJO, M. G.; WANDERLEY, M. G. L. & CARVALHO, L. M. 1995. Caracterização anatômica foliar para 14 espécies de *Xyris* L. (Xyridaceae) da Serra do Cipó, MG, Brasil. **Acta Botanica Brasílica** 9(1):101-114.
- SANTOS, A. V. P. & GRISI, B. M. 1976. Anatomia foliar ecológica de algumas plantas da caatinga. **Revista Brasileira de Biologia** 36(4):773-787.
- SOKAL, R. R. & ROHLF, F.J. 1984. **Introducción a la Bioestadística**. Barcelona, Ed. Reverté S. A. 362p.
- SOUSA, H. C. 1997. **Estudo comparativo de adaptações anatômicas em órgãos vegetativos de espécies de *Lavoisiera* DC. (Melastomataceae) da Serra do Cipó, MG**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- VALE, F. H. A. 1999. **Comparação morfo-anatômica entre populações de *Marcetia taxifolia* (Melastomataceae), localizadas na Serra do Cipó-MG, e Restinga de Maricá-RJ**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo
- VAN DER MERWE, A.; VAN DER WALT, J. J. A. & MARAIS, E. M. 1994. Anatomical adaptations in the leaves of selected fynbos species. **South African Journal of Botany** 60(2):99-107.

- VIEIRA, R. C. & MACHADO, R. D. 1992. Superfície foliar de *Bauhinia radiata* Vell. em dois ambientes. **Hoehnea** **19** (1/2):111-116.
- VIEIRA, R. C. & MANTOVANI, A. 1995. Anatomia foliar de *Deschampsia antarctica* Desv. (Gramineae). **Revista Brasileira de Botânica** **18**(2):207-220.
- WAGNER, H.; BLADT, S. & ZGAINSKI, E. M. 1984. **Plant Drug Analysis**. Berlin, Springer-Verlag
- WOJTASZEK, P. 1997. Oxidative burst: an early plant response to pathogen infection. **Biochemistry Journal** **322**: 681-692.
- YODER, L. R. & MAHLBERG, P.G. 1976. Reactions of alkaloid and histochemical indicators in laticifers and specialized parenchyma cells of *Catharanthus roseus* (Apocynaceae). **American Journal of Botany** **63**(9): 1167-1173.

## Conclusões Gerais

- 1- Variações na altura, número de caules e área foliar nas populações de *Marcetia taxifolia*, foram consideradas características adaptativas da espécie;
- 2- Alterações nos fatores edáficos, como declividade da área, granulometria e umidade do solo, são importantes para a caracterização dos fenótipos dos indivíduos das populações de *M. taxifolia*;
- 3- A assincronia no período de floração entre as populações estudadas, provavelmente, está relacionada com as diferenças de teores nutricionais, granulometria e umidade dos solos;
- 4- As plantas das populações apresentaram o mesmo padrão celular e tecidual, demonstrando pouca variação anatômica em resposta às diferenças edafo-climáticas;
- 5- A maior espessura total da lâmina foliar nas plantas da população do platô, está diretamente relacionada com a maior altura das células epidérmicas adaxiais;
- 6- As características morfo-anatômicas tais como, folhas revolutas, alta densidade de pêlos, grande volume das células epidérmicas adaxiais e presença de substâncias fenólicas permitem classificar a espécie como xerófita, além do fato de sobreviver em ambientes com déficit hídrico;
- 7- Variações ambientais como intensa radiação, déficit hídrico e pobreza nutricional do solo são os responsáveis pela biossíntese de derivados fenólicos nas plantas das populações de *M. taxifolia*;
- 8- Os dados obtidos confirmam que *M. taxifolia* apresenta grande capacidade adaptativa, alterando o seu fenótipo de acordo com o ambiente, demonstrando elevado grau de plasticidade fenotípica;
- 9- A plasticidade fenotípica em *M. taxifolia* é um mecanismo importante nas estratégias adaptativas com interferência no processos evolutivos.

## Referências Bibliográficas

- CASTRO, N. M. & MENEZES, L. M. 1990. Considerações sobre a natureza das células altas da epiderme abaxial das folhas de *Paepalanthus* Kunth. (Eriocaulaceae). **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 12:95-100.
- DUNSON, W. A., & TRAVIS, J. 1991. The role abiotic factors in community organization. **American Nature** 138:1067-1091.
- FAHN, A. 1990. **Plant Anatomy**. 4ed. New York, Pergamon Press. 588p.
- GIULIETTI, A. M., MENEZES, N. L., PIRANI, J. R., MEGURO, M., WANDERLEY, M. G. L. 1987. Flora da Serra do Cipó, Minas Gerais: caracterização e lista de espécies. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** 96:1-152 .
- HANDRO, W.; CAMPOS, J.F.B.M. & OLIVEIRA, Z.M. 1970. Sobre a anatomia foliar de algumas compostas dos campos rupestres. **Ciência e Cultura** 22:107-126.
- HANDRO, W. 1969. Contribuição ao estudo da unidade de dispersão e da plântula de *Andira humilis* Mart. Ex. Benth. (Leguminosae-Lotoideae). **Boletim Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras da Universidade de São Paulo, Botânica** 27:1-189.
- HENRIQUES, R. P. B.; MEIRELLES, M. L.; HAY, J. D. 1984. Ordenação e distribuição de espécies das comunidades vegetais na praia da restinga de Barra de Maricá, Rio de Janeiro. **Revista Brasileira de Botânica** 7:27-30.
- HOFFMANN, A. A., & PARSONS, P. A. 1991. **Evolutionary genetics and environmental stress**. Oxford, Oxford University Press.
- KLICH, M. G. 2000. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. **Environmental Experimental of Botany** 44: 171-183.
- KRUCKEBERG, A. R. 1984. **California serpentines: flora, vegetation, geology, soils, and management problems**. Berkeley, University of California Press.
- LARCHER, W. 2000. **Ecofisiologia Vegetal**. São Carlos, SP, Ed. Rima. 531p.
- LINHART, Y. B., GRANT, M. C. 1996. Evolutionary significance of local genetic differentiation in plants. **Annual Review Ecology and Systematics** 27:237-77.
- LUQUE, R. 1995. **Estudo morfo-anatômico em espécies de *Lychnophora* Mart. (Asteraceae) dos campos rupestres do Brasil**. Tese de doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.

- MAGALHÃES, G. M. 1966. Sobre os cerrados de Minas Gerais. **Annais da Academia Brasileira de Ciências** **38** (supl.): 59-70.
- MARTINS, A. B. 1989. **Revisão taxonômica do gênero *Marcetia* DC. (Melastomataceae)**. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo.
- MARTINS, A. B. 1995. *Marcetia hatschbachii* (Melastomataceae - Tibouchineae): uma espécie de Grão-Mogol, Minas Gerais, Brasil. **Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo** **14**:43-47.
- MENEZES, N. L. 1984. **Características anatômicas e a filogenia na família Velloziaceae**. Tese de Livre Docência. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- METCALFE, C. R. 1983. Ecological anatomy and morphology: general survey. *In*: C. R. Metcalfe & L. Chalk. **Anatomy of the Dicotyledons II**. Oxford, Ed. Clarendon Press. Pp.126-152.
- PARSONS, P. A. 1993. Developmental variability and the limits of adaptation: interactions with stress. **Genetica** **89**:245-253.
- PINHEIRO, M. C. 1995. **Biologia da reprodução de cinco espécies de Melastomataceae da Restinga de Maricá-RJ**. Tese de Doutorado. Universidade estadual de Campinas, São Paulo.
- ROTH, I. 1995. Leaf structure: Montagne regions of Venezuela with an excursion into Argentina. **Encyclopedia of Plant Anatomy** **14**(3):1-249.
- STANNARD, B. L. 1995. **A flora do Pico das Almas, Chapada de Diamantina– Bahia, Brasil**. Whitstable Kent, Whitstable Litho Ltd.
- VALE, F. H. A. 1999. **Comparação morfo-anatômica entre populações de *Marcetia taxifolia* (Melastomataceae), localizadas na Serra do Cipó-MG, e Restinga de Maricá-RJ**. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo, São Paulo.
- VAN DER MERWE, A.; VAN DER WALT, J. J. A. & MARAIS, E. M. 1994. Anatomical adaptations in the leaves of selected fynbos species. **South African Journal of Botany** **60**(2):99-107.
- WARE, S. 1990. Adaptation to substrate- and lack of it in rock outcrop plants: *Sedum* and *Arenaria*. **American Journal of Botany** **77**(8):1096-1100.