

Morfologia foliar em plantas de cinco fisionomias de cerrado do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO

Leaf morphology in plants of five different physiomy of cerrado at the State Park of Caldas Novas, GO

Wander Faleiro*

Resumo: Comunidades Vegetais variam em composição e riqueza de espécies dependendo das condições abióticas locais. O sucesso reprodutivo de colonização de uma espécie em um ambiente depende das estratégias adaptativas que a planta apresenta. Este estudo analisou respostas morfológicas foliares, em relação à variação de cinco diferentes fisionomias do Cerrado. Detectou-se uma tendência da mata de galeria apresentar espécies com folhas mais alongadas, maiores e com pecíolos mais compridos, e, o campo e o cerrado rupestre folhas menores e sésseis. As variações fenotípicas observadas nas 34 espécies, nas cinco áreas de estudo, devem estar ocorrendo como meio de aumentar a captação de luz. Deste modo, as diferenças morfológicas significativas encontradas, podem ser consideradas adaptativas, haja vista estarem contribuindo para a estabilidade funcional destas plantas.

Palavras-chaves: Morfologia foliar, Variações fenotípicas foliares, Cerrado.

Abstract: (Leaf morphology in plants of five different physiomy of Cerrado at the State Park of Caldas Novas, GO) - Vegetal communities vary in composition and richness of species depending on the place environment conditions. The reproductive success of a species in an environment depends on the adaptation strategies that the plant presents. This study analyzed leaf morphologic, in relation to the variation of five different physiomy of Cerrado at the State Park of Caldas Novas, Brazil. It was detected, a trend, of the gallery forest to present species with leaves prolonged. The observed variations morphologic in 34 species, in the five study areas, must be occurring increase the light absorption. In this way, the joined significant morphologic differences, can be considered adaptative, because contributing for the functional stability of these plants.

Key-Words: Leaf morphology, Morphological variations, Brazilian's Cerrado.

*Professor do Curso de Ciências Biológicas da Universidade Presidente Antônio Carlos - UNIPAC - campus Araguari, MG (wender.faleiro@gmail.com)

Introdução

O Cerrado, que se localiza no Planalto Central, é um complexo vegetacional que ocupava originalmente cerca de 22% do território brasileiro (Ribeiro & Walter 1998; Ratter & Oliveira-Filho 2002) com diversas fisionomias, englobando formações florestais, savânicas e campestres. Esse bioma é caracterizado por um clima não muito variável, com estação seca bem definida (Nimer & Brandão 1989), e por apresentar grande variação edáfica quanto à textura, fertilidade e composição mineral, que influencia no aspecto geral da vegetação (Furley & Ratter 1988). Deste modo, as manifestações de plasticidade fenotípica nas plantas, e, até mesmo, a formação de ecótipos podem ser bastante favorecidas (Fuzeto & Lomônaco 2000).

O conjunto de espécies que compõe uma comunidade varia no tempo e no espaço, sendo determinado por processos ecológicos e evolutivos (Crawley, 1997). Nesta dinâmica, os fatores abióticos servem como importantes filtros ambientais, definindo quais das espécies presentes, em escala regional, estarão representadas em escala local, através das estratégias adaptativas que apresentam (Furley & Ratter, 1988). Desta forma, pode-se notar em espécies de plantas, uma série de atributos relacionados à variação das condições ambientais e da disponibilidade de recursos, que podem ser vistas como estratégias estruturais, fisiológicas ou comportamentais (Crawley 1997).

Dentre os fatores ambientais que influenciam a dinâmica de comunidades vegetais, a disponibilidade de água é, provavelmente, um dos fatores mais limitantes, já que representa um recurso essencial para as plantas, estando envolvida em sua composição, estrutura e metabolismo (Sutcliffe, 1968). A altura da planta e o tamanho das folhas estão fortemente relacionados à competição por luz e trocas gasosas, e ambas são dependentes da disponibilidade de água e nutrientes (Engel *et al.*, 2002). A espessura foliar pode ser determinada por fatores abióticos como luz, água e nutrientes, e por bióticos, defesa contra herbívoros. Neste caso, a planta tende a alocar mais carbono no

espessamento da folha em locais mais pobres em recursos, já que o custo de dano ou perda de uma folha é superior àquele de locais nutricionalmente mais ricos (Pinheiro *et al.*, 2001).

A habilidade que as plantas possuem em alterar caracteres fenotípicos em decorrência da interação com o ambiente pode contribuir para a sua estabilidade funcional, em especial, quando a plasticidade fenotípica age sobre caracteres ligados à sobrevivência, tornando-se uma ferramenta muito importante para sua adaptação (Reis 2003). Em vista disso, o presente trabalho analisou respostas morfológicas foliares, em relação à variação típica de cinco diferentes fisionomias do Cerrado, com o intuito de ajudar a explicar a ocorrência e distribuição das espécies na natureza, procurando responder às seguintes questões: a) as respostas morfológicas foliares apresentadas pelas espécies diferem entre as fisionomias de Cerrado? b) as fitofisionomias com características mais abertas (cerrado *sensu stricto*, cerrado rupestre e campo rupestre) apresentam folhas menores, concolor, coriáceas e com maior pilosidade em relação às de áreas mais fechadas (cerradão e mata de galeria)?

Material e Métodos

O estudo foi realizado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas - PESCAN (17°46'03,0"S e 48°39'37,4"W; 755 m de altitude), localizado entre os municípios de Caldas Novas e Rio Quente, no sudoeste de Estado de Goiás. A região apresenta clima do tipo AW, segundo a classificação de Koppen, com verão quente e úmido e inverno frio e seco.

As coletas foram realizadas no mês de outubro/2005, início da estação chuvosa, em cinco fisionomias diferentes de Cerrado: cerrado *sensu stricto*, cerrado rupestre, campo rupestre, cerradão e mata de galeria. Segundo Ribeiro & Walter (1998), essas fitofisionomias apresentam as seguintes características: o cerrado *sensu stricto* caracteriza-se pela presença de árvores baixas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas, os troncos das plantas lenhosas em geral possuem cascas com

cortiça grossa, fendida ou sulcada, e as gemas apicais de muitas espécies são protegidas por densa pilosidade. O cerrado rupestre apresenta vegetação arbóreo-arbustiva que ocorre em ambientes rupestres (Litólicos ou rochosos), onde os indivíduos arbóreos concentram-se nas fendas entre as rochas, e a densidade é variável e depende do volume de solo. A vegetação do campo rupestre é típica, dependendo das condições edáficas restritivas e o clima peculiar, entre as espécies comuns há inúmeras características xeromorficas como folhas pequenas, espessadas e coriáceas. O cerradão apresenta uma expressiva quantidade de espécies de cerrado, sobrepostas a um número de espécies de mata, sua estrutura e fisionomia são florestais, com dossel predominantemente contínuo e cobertura arbórea. As matas de galeria são formações florestais, perenifólias que ocorrem nos terrenos úmidos formando corredores fechados sobre os cursos d'água. Em cada comunidade vegetal, foram escolhidas, aleatoriamente, 10 espécies lenhosas diferentes, de folhas simples (Tabela 1). Dessas, foram selecionados três indivíduos de porte semelhante, para coleta de três folhas de suas copas, totalizando nove folhas para cada espécie. Somente foram utilizadas folhas sem danos causados por herbívoros ou patógenos e plenamente expandidas, permitindo, assim, minimizar a interferência do estágio de desenvolvimento foliar sobre suas dimensões. As folhas utilizadas foram provenientes dos três primeiros nós, contados a partir da base, de ramos coletados em três pontos ao longo da altura da copa segundo metodologia proposta por Wilsey & Saloniemi (1999).

Os caracteres foliares utilizados, para a distinção dos ecótipos, foram: Filotaxia, forma, coloração, presença de pêlos, presença de látex, consistência, tipo de borda,

área foliar (AFo), comprimento do pecíolo (CP), índice foliar (IF). As medidas do CP foram feitas com auxílio de paquímetro (precisão de 0,05mm). Para calcular o IF (Reis, 2003) foram medidos o comprimento e a largura do limbo foliar de todas as espécies. A largura da folha foi obtida na região que compreende a metade do comprimento do limbo (figura 1A). Em seguida, era calculado o IF dividindo-se o valor do comprimento do limbo (CL) pelo da sua largura (LL). O IF caracteriza o formato foliar, folhas com valor de $IF \sim 1$ (um) arredondadas, ou seja, tão longas quanto largas; $IF < 1$ são mais largas que longas; $IF > 1$ são proporcionalmente mais alongadas (figura 1B). Por se tratar de uma razão entre duas variáveis de comprimento, o IF não apresenta unidade de medida.

Para cálculo da AFo utilizou-se transparência com grades de 0,5cm², com pontos centralizados, onde os pontos que preenchiam o limbo eram contados, e, posteriormente, multiplicados por 0,5 e, o valor obtido correspondia à AFo da folha.

Os testes estatísticos foram conduzidos utilizando o programa SYSTAT® (versão 10.2). Os valores de cada variável foram submetidos ao teste Kolmogorov-Smirnov (opção: Lilliefors), para verificar se apresentavam distribuições normais. Baseando nos resultados deste pré-teste, optou-se pelo uso de estatística não-paramétrica para todas as variáveis, exceto para IF. Diferenças entre as áreas de estudo em relação ao CP e à AFo foram obtidas através do teste Kruskal-Wallis, e em relação ao IF através da Análise de Variância (ANOVA). As relações entre AFo e as variáveis IF e CP foram verificadas pelo teste de correlação simples de Pearson (Zar, 1986).

Tabela 1

Relação das espécies estudadas em cinco fitofisionomias do Cerrado do PESCAN-GO.

Família/Espécie	Cerrado <i>sensu stricto</i>	Cerrado Rupestre	Campo Rupestre	Cerradão	Mata de Galeria
<i>Alibertia edulis</i> (Rich.) A.Rich.				x	
<i>Plenckia populnea</i> Reiss.				x	x
<i>Brosimum gaudichaudii</i> Trec.	x				
<i>Byrsonima Coccolobifolia</i> Rich. ex Kunth		x	x	x	
<i>Chryrophyllum</i> sp.					x
<i>Curatella Americana</i> L.		x			
<i>Davilla elliptica</i> A. St.-Hill.	x	x	x		
<i>Diospyros hispida</i> D.C.				x	
<i>Emmotum nitens</i> (Benth.) Miers.				x	x
<i>Erythroxylum campestre</i> St. Hil.	x				
<i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.	x				
<i>Hancornia speciosa</i> Gomez	x				
<i>Heteropterys byrsonimifolia</i> A. Juss.	x				
<i>Hirtella glandulosa</i> Spreng.				x	
Lauraceae*					x
Melastomataceae 1*					x
Melastomataceae 2*					x
<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Triana				x	
<i>Miconia ferruginata</i> D.C.		x	x		
Myrtaceae 1*		x			
Myrtaceae 2*		x			
Myrtaceae 3*			x		
Myrtaceae 4*					x
<i>Neea theifera</i>		x	x		
<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Baill.	x		x		
<i>Palicourea rigida</i> Kunth.			x		
<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.	x				
<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	x				
<i>Qualea parviflora</i> Mart.				x	
<i>Roupala montana</i> S. Sleumer.	x				
Rubiaceae*					x
Sapotaceae*					x
<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.				x	
<i>Styrax ferrugineus</i> Nees & Mart.			x		
<i>Vochysia elliptica</i> Mart.		x	x		
<i>Xylopia emarginata</i> A.St.-Hil.					x

* não foi possível identificação, ao nível de espécie.

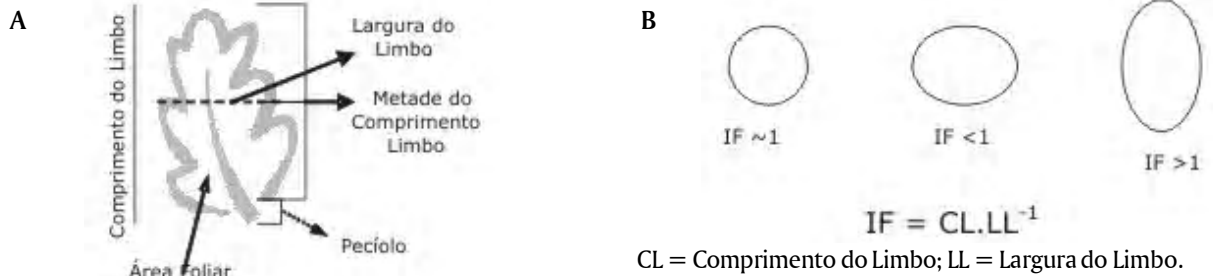


Figura 1A - Caracteres morfológicos medidos nas
Figura 1B - Relação entre índice foliar (IF) e o formato das folhas.

Resultados e Discussão

Muitos trabalhos mostram que o sombreamento pode induzir o aumento da área foliar, como uma maneira de se compensar a baixa intensidade luminosa (Pons *et al.*, 2001; Niinemets, 1999; Pigliucci *et al.*, 1995).

Isto porque, o adensamento da vegetação reduz a luminosidade na região abaixo do dossel, o que demandaria aumento da área foliar para melhor captação da luz. Uma vez que as folhas de ambiente sombreado transpiram menos que folhas expostas diretamente à luz, o aumento na área foliar poderia ocorrer sem necessariamente causar excessiva perda de água por transpiração. De fato, Hlwatika & Bhat (2002), estudando anatomia e morfologia de onze espécies lenhosas, sugeriram que a folhagem responde, primeiramente, às funções fotossintéticas ao invés do controle da perda de água pela transpiração. Vários outros fatores podem, ainda, influenciar o tamanho foliar. Killingbeck & Tainsh (2002), por exemplo, investigaram a relação entre as dimensões do limbo e potencialidades para reabsorção de nitrogênio e fósforo em duas espécies de florestas decíduas. O número e o tamanho de células epidérmicas foi influenciado pela elevação de gás carbônico atmosférico (Ferris *et al.* 2002). A morfologia foliar pode

refletir a ação de inimigos naturais, tendo sido observado que a ação de nematóides parasitas em raízes resulta em drástica redução do crescimento da planta, diminuindo, também, o tamanho foliar. (Carneiro *et al.* 2001). Passioura (2002) e Schmidt & Zotz (2001) advertem que as condições do solo podem afetar indiretamente a aparência da folha, por meio de múltiplas interações hormonais. Além disso, quando as restrições hídricas são muito severas, as plantas podem apresentar respostas plásticas que envolvem redução do limbo foliar (Pedrol *et al.* 2000). Entretanto, em alguns trabalhos, as variações nas características foliares não se relacionam com a umidade do solo (Engel *et al.* 2002), nem com índices pluviométricos (Lamont *et al.* 2002).

Apenas *Palicourea rigida* do campo rupestre, apresentou $IF \sim 1$, ou seja, formato do limbo arredondado. As demais espécies apresentaram $IF > 1$, o que caracteriza limbos foliares com formatos alongados. A análise estatística indicou não haver significativa variação do IF entre as cinco fitofisionomias estudadas (Figura 2). A maior média de IF foi encontrada na Mata de Galeria, o que significa maior alongamento das folhas nessa área, e o menor no Campo Rupestre (Tabela 2).

Tabela 2

Valores médio (x), máximo (V_{máx}) e mínimo (V_{min}) de alguns caracteres foliares em cinco fitofisionomias do Cerrado do PESCAN-GO. AFo – Área Foliar; IF - Índice Foliar; CP - Comprimento do Pecíolo.

Fisionomias	AFo (Cm ²)			IF			CP (Cm)		
	X	V _{máx}	V _{min}	X	V _{máx}	V _{min}	X	V _{máx}	V _{min}
Cerrado <i>sensu stricto</i>	65,83	133,00	12,66	2,37	5,92	1,57	1,32	5,30	0,27
Cerrado Rupestre	43,78	183,68	5,33	1,95	3,52	1,18	0,53	2,10	0,10
Campo Rupestre	60,57	213,00	10,00	1,74	3,38	0,96	0,58	1,90	0,10
Cerradão	56,61	138,33	16,33	2,49	4,32	1,60	1,11	3,33	0,10
Mata de Galeria	121,58	666,00	5,67	2,86	5,00	1,63	1,64	4,25	0,10

A Área Foliar (AFo), da mata de galeria, foi significativamente maior em relação às outras quatro áreas de estudo (Figura 3) e, também, apresentou maior média de AFo (Tabela 2) para todas as espécies, com exceção de *Xylopiya emarginata* (5,67 cm²).

Em relação a outros caracteres morfológicos foliares (Tabela 3), observou-se que a disposição das folhas no caule do tipo verticilada é o mais raro em todas as áreas. Quanto à forma, folhas do tipo elíptica foram as mais encontradas, as do tipo lanceolada foram mais

comuns nas áreas com maior cobertura vegetal e as ovadas ou obovadas, nas de menor. Folhas concolor foram mais comuns nas áreas mais abertas e não houve diferença entre coloração nas áreas fechadas. No campo e cerrado rupestres tiveram maiores porcentagens de folhas coriáceas, enquanto no Cerrado *sensu stricto* houve alto índice de folhas membranáceas, porém, destas 57% apresentaram látex. Bordo inteiro foi o mais comum, principalmente, nas áreas com maior cobertura vegetal. Em relação à presença de pêlos, foi similar, entre as áreas.

Tabela 3

Porcentagem de caracteres foliares de várias espécies lenhosas em cinco fitofisionomias do Cerrado do PESCAN-GO.

Filotaxia: Alt –alterna; Opo –oposta; Ver –verticilada. Forma: Lan –lanceolada; Eli –elítica; Ov –ovada; Ob –obovada. Coloração: Con –concolor; Dis –discolor. Presença de Pêlos: Gla –glabra; Pil –pilosa; Consistência: Cor –coriácea; Men –membranácea. Tipo de borda: Int –inteiro; NInt –não inteiro.

Fisionomias <i>sensu stricto</i>	Filotaxia			Forma			Coloração		Pêlos		Consistência		Borda		Látex
	Alt	Opo	Ver	Lan	Eli	Ov/Ob	Con	Dis	Gla	Pil	Cor	Mem	Int	N Int	
Cerrado Rupestre	50	50	0	20	50	30	80	20	40	50	30	70	60	40	40
Cerrado Rupestre	20	70	10	0	70	30	60	40	60	40	70	30	70	30	10
Campo	30	60	10	10	30	50	70	30	50	50	90	10	70	30	10
Cerradão	50	40	10	30	70	0	50	50	50	50	30	50	100	0	10
Mata de Galeria	50	40	10	40	50	10	50	50	60	40	40	60	100	0	10

*valores expressos em %

No presente estudo, o tamanho do pecíolo diferiu, significativamente, entre as áreas, o campo e o cerrado rupestres diferiram do cerrado e da mata de galeria (Figura 4). *Roupala Montana*, coletada no cerrado, apresentou o maior comprimento de pecíolo (5,3 cm), bem superior à média ($\bar{x} = 1,049$ cm) das outras espécies, coletadas nessa área. As maiores médias foram encontradas na mata de galeria para todas as espécies, com exceção de *Xylopia emarginata* ($\bar{x} = 0.1$ cm). Além disso, foram encontradas quatro espécies sésseis, duas no cerrado rupestre e duas no campo rupestre.

Pecíolos podem, adaptativamente, ajustar seu comprimento para aumentar a exposição do limbo à luz, evitando a superposição (King & Maindonald 1999). King (2001) adverte que, embora pouco se conhece sobre a estrutura mecânica e funções adaptativas do pecíolo, descobertas nos campos da computação gráfica e arquitetura de plantas revelam padrões de regulação complexos, envolvendo hormônios, influência de fatores ambientais, além de descartarem sua importância na estruturação arquitetônica da planta.

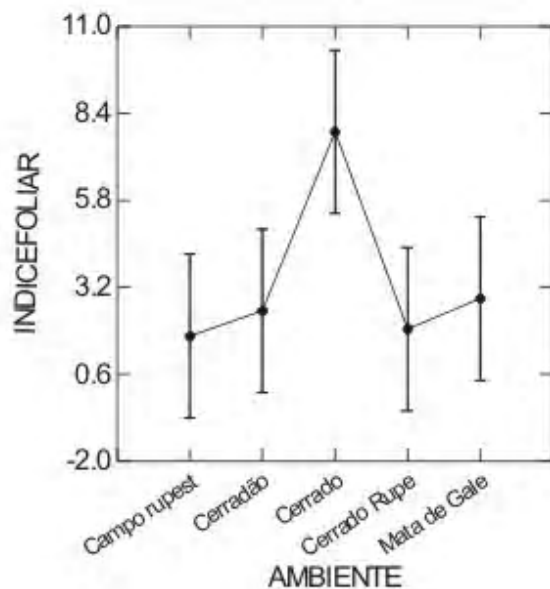


Figura 2 - Comparação entre cinco fitofisionomias do Cerrado do PESCAN-GO, quanto ao Índice Foliar (IF). Letras diferentes indicam diferenças significativas. Probabilidade 5%. (Ca R – Campo Rupestre; Ce – Cerrado; M G - Mata de Galeria; Ce R – Cerrado Rupestre; Ced – Cerradão)

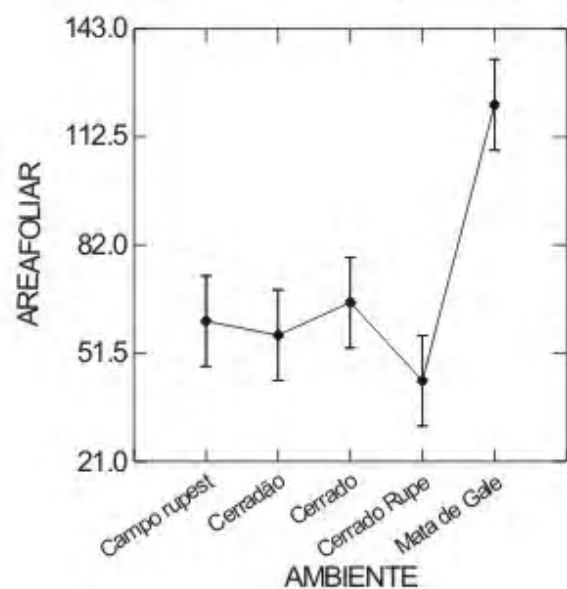


Figura 3 - Comparação dos valores de Área Foliar (Afo, em Cm²) entre cinco fitofisionomias do Cerrado do PESCAN-GO. Letras diferentes indicam diferenças significativas. Probabilidade 5%. (Ca R – Campo Rupestre; Ce – Cerrado; M G - Mata de Galeria; Ce R – Cerrado Rupestre; Ced – Cerradão)

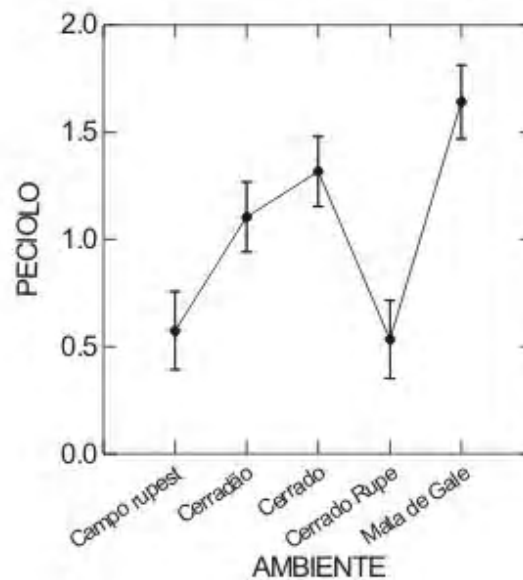


Figura 4 - Comparação entre cinco fitofisionomias do Cerrado do PESCAN-GO, quanto ao Comprimento do Pecíolo (CP, em Cm). Letras diferentes indicam diferenças significativas. Probabilidade 5%. (Ca R – Campo Rupestre; Ce – Cerrado; M G - Mata de Galeria; Ce R – Cerrado Rupestre; Ced – Cerradão)

Detectou-se, uma tendência, da mata de galeria apresentar espécies com folhas mais alongadas, maiores e com pecíolos mais compridos e o campo e cerrado rupestre folhas menores e sésseis. Essa tendência, na área mais sombreada, pode estar relacionada com a maximização do aproveitamento da energia luminosa, possivelmente diminuindo a sobreposição das folhas de um mesmo ramo. Musil *et al.* (2002) detectaram alterações no formato foliar, quando estas eram expostas a elevadas concentrações de radiação ultravioleta, indicando respostas adaptativas morfogenéticas.

Na escolha, aleatória, das espécies, algumas se repetiram em outra área de estudo, e para elas, foi feita Análise de Variância, para verificar diferenças na mesma espécie ocorrendo em ambientes diferentes.

Para *Neea theifera*, *Vockisia eliptica*, *Byrsonima Coccolobifolia* e *Miconia ferruginata* não foram encontradas diferenças significativas quanto Afo, IF e CP, possivelmente, devido à similaridade entre as áreas (campo e cerrado rupestres) em que estas espécies foram coletadas, repetidamente. Em *Ouratea hexasperma*, encontrou-se diferenças significativas entre o cerrado e campo rupestre para Afo ($F_{0,05(1)17} = 24,846$; P 0,008); e IF ($F_{0,05(1)17} = 16,721$, P 0,01), também, foi encontrado diferenças significativas quanto a Afo ($F_{0,05(1)25} = 46,716$; P 0,001); e ao IF ($F_{0,05(1)25} = 70,375$, P 0,0001) para *Davilla eliptica* do cerrado, campo e cerrado rupestres. Nessas duas espécies, foram encontrados Afo e IF bem maiores nas área de cerrado *sensu strictu* (mais sombreada) que nas de campo e cerrado rupestres. *Emmotum nitens* teve diferença significativa para CP ($F_{0,05(1)17} = 22,429$; P 0,009) entre mata de galeria e cerradão.

Conclusão

As plantas da mata de galeria apresentaram folhas mais alongadas, maiores e com pecíolos mais compridos. Suas folhas maiores aumentam a evaporação, porém maximiza o aproveitamento da energia luminosa, por se tratar de uma área mais densa e sombreada, e a evaporação é compensada pela alta disponibilidade de água no solo. Já as espécies de campo e cerrado rupestre folhas menores e sésseis. Apesar das significativas diferenças encontradas nas características foliares das diferentes fisionomias estudadas, é importante ressaltar a existência de grandes variabilidades registradas entre os indivíduos de uma mesma área. No presente estudo, as variações fenotípicas observadas nas 34 espécies, nas cinco áreas, devem estar ocorrendo como meio de aumentar a capacitação de luz. Deste modo, as diferenças morfológicas significativas encontradas, podem ser consideradas adaptativas, haja vista estarem contribuindo para a estabilidade funcional destas plantas no ambiente.

Referências Bibliográficas

- CARNEIRO, R. M. D. G.; et al. Primeiro registro de *Meloidagyne mayaguensis* em goiabeira no Brasil. *Nematologia Brasileira* 25(2): 223-228, 2001.
- CRAWLEY, M. J. Plant Ecology. *Blackwell Science*, Oxford, 1997.
- ENGEL, V. C.; STIEGLITZ, M.; WILLIAMS, M. & GRIFFIN, K. L. Forest canopy hydraulic properties and catchment water balance: observations and modeling. *Ecological Modeling* 154(3): 263-288, 2002.
- FERRIS, R.; et al. Leaf stomatal and epidermal cell development: identification of putative quantitative trait loci in relation to elevated CO₂. FERRIS, carbon dioxide concentration in poplar. *Tree Physiology* 22 (9): 633-640, 2002.
- FURLEY, P. A. & RATTER, J. A. Soil resources and plant communities of central Brazilian cerrado and their development. *Journal of Biogeography* 15: 97-108, 1988.
- FURZETO, A. P. & LOMÔNACO, C. Potencial plástico de *Cabralea cajerana* e seu papel na formação de ecótipos em área de cerrado e vereda, Uberlândia, MG. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 169-176, 2000.
- HLWATIKA, C. N. M. & BHAT, R. B. An ecological interpretation of difference in leaf anatomy and its plasticity in contrasting tree species in Orange Kloof, Table Mountain, South Africa. *Annals... Botany London* 89(1):109-114, 2002.
- KILLINGBECK, K. T. & TAINSH, R. Does leaf size influence resorption of nutrients from senescencing leaves? *Northeastern Naturalist* 9(2):213-220, 2002.
- KING, D. A. Stem orientation is related to growth rate, leaf dimensions, and deciduous habit in temperate forest saplings. *Canadian Journal of Botany* 79(11): 1282-1291, 2001.
- KING, D. A. & MAINDONALD, J. H. Tree architecture in relation to leaf dimensions and tree stature in temperate forest saplings. *Journal of Ecology* 87(6): 1012-1024, 1999.
- LAMONT, B. B.; GROOM, P. K. & COWLING, R. M. High leaf mass per area of related species assemblages may reflect low rainfall and carbon isotope discrimination rather than low phosphorus and nitrogen concentrations. *Functional Ecology* 16(3): 403-412, 2002.

- NIINEMETS, U. Components of leaf dry mass per area – thickness and density – alter leaf photosynthetic capacity in reverse directions in wood plants. *New Phytologist* 144(1): 35-47, 1999.
- NIMER, E, & BRANDAO, A,M,P,M, *Balanço hídrico e clima da região dos cerrados*. IBGE, Rio de Janeiro, 1989.
- PASSIOURA, J. B. Soil conditions and Plant growth. *Plant Cell and Environment* 25(2):311-318, 2002.
- PEDROL, N.; RAMOS, P. & REIGOSA, M. J. Phenotypic plasticity and acclimation to water deficits in velvetgrass: a long-term greenhouse experiment. Changes in leaf morphology, photosynthesis and stress-induced metabolites. *Journal of Plant Physiology* 157(4): 383-393, 2000.
- PINHEIRO, P. S.; MELO, F. P. FERREIRA, F. F. & BUENO, P, A. *Estratégias adaptativas em plantas ao longo de um gradiente ambiental*, Ecologia do Pantanal: curso de campo, Campo Grande, MS: editora Oeste, 236p, 2001
- PLIGLIUCCI, M.; WHITTON, J. J. & SCHLICHTING, C. D. Reaction norms of arabidopsis - Plasticity of characters and correlations across water, nutrient and light gradients. *Journal of Evolutionary Biology* 8: 421-438, 1995.
- PONS, T. L.; JORDI, W. & KUIPER, D. Acclimation of plants to light gradients in leaf canopies: evidence for a possible role for cytokinins transported in the transpiration stream. *Journal of Experimental Botany* 2(360): 1563-1579, 2001.
- RATTER, J. M. & OLIVEIRA-FILHO, A. T. Vegetation physiologies and woody flora of Cerrado biome. p 91-120. In: P. S. OLIVEIRA & R. J. MARQUIS (eds). *The Cerrados of Brazil: ecology and natural history of a neotropical savanna*. Columbia University Press, New York, 2002.
- REIS, N. S. *Variações fenotípicas em espécies lenhosas do Cerrado em três áreas no Triângulo Mineiro*. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 91p., 2003.
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. *Fitofisionomias do Bioma Cerrado*. In: S. M. SANO & S. P. ALMEIDA (eds). *Cerrado: ambiente e flora*. EMBRAPA – CPAC, Planaltina, p 89-166, 1998.
- SCHMIDT, G. & ZOTZ, G. Ecophysiological consequences of differences in plant size: in situ carbon gain and water relations of the epiphytic bromeliad, *Vriesea sanguinolenta*. *Plant Cell Environment* 24(1): 101-111, 2001.
- SUTCLIFFE, J. *Plants and Water*. St. Martin's Press, New York, 1968.
- WILSEY, B. J. & SALONIEMI, I. *Leaf fluctuating asymmetry in tree-line mountain birches, Betula pubescens ssp. tortuosa: genetic or environmental influenced?* *Oikos* 87(2): 341-345, 1999.
- ZAR, J.H. *Biostatistical Analysis*. Prentice Hall, New Jersey, 1984.