

**Atributos funcionais em fisionomias do cerrado de Itirapina, São Paulo, Brasil**

AIRTON DE DEUS C. CAVALCANTI<sup>1</sup>, CAMILA VIDOTTO<sup>2</sup>, CARLOS B. DE ARAÚJO<sup>3</sup>, CAROLINE A. POLIDO<sup>1</sup>, FELIPE SEGALA FERREIRA<sup>1</sup>, MARINA NEVES DELGADO<sup>4</sup>, NATÁLIA GUERIN<sup>5</sup>, OSMAR JOSÉ LUIZ Jr.<sup>3</sup>, PEDRO VASCONCELLOS EISENLOHR<sup>1</sup>, TATIANE BEDUSCHI<sup>6</sup>, VINÍCIUS DE LIMA DANTAS<sup>7</sup> e VINÍCIUS M. COTARELLI<sup>8</sup>

**RESUMO** – (Atributos funcionais em fisionomias do cerrado de Itirapina, São Paulo, Brasil). Atributos funcionais influenciam significativamente a aptidão de um indivíduo e sua variação está altamente relacionada com convergência evolutiva. Este trabalho testou a existência de variação em atributos de folha, casca e madeira associado a variações fitofisionômicas do Cerrado. Realizamos o estudo em fragmentos de Cerrado no município de Itirapina, São Paulo, sendo um de cerradão (Pedregulho), um de cerrado *sensu stricto* (Graúna) e um de campo sujo (Estação Ecológica de Itirapina). A análise de componentes principais formou dois grupos: área florestal (Pedregulho) e áreas abertas (Graúna e Estação Ecológica). Densidade foliar e massa foliar específica foram importantes para se formar o grupo de Estação Ecológica e Graúna enquanto densidade da casca e da madeira foram os atributos que formaram o grupo da área florestal. Nós corroboramos com a nossa hipótese de que áreas mais abertas apresentariam atributos funcionais relacionados à conservação de carbono, proteção das estruturas e resistência à dessecação, enquanto que em áreas mais fechadas os mesmos estariam relacionados ao heliotropismo.

Palavras-chave - áreas abertas e fechadas, atributos foliares, atributos do caule.

---

<sup>1</sup> Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Mato Grosso do Sul (UFMS) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação.

<sup>3</sup> Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia.

<sup>4</sup> Universidade de Brasília (UnB) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia.

<sup>5</sup> Universidade de São Paulo (USP) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

<sup>6</sup> Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) – Programa de Pós-Graduação em Ecologia.

<sup>7</sup> Universidade Federal de São Carlos (UFSCAR) - Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Recursos Naturais.

<sup>8</sup> Universidade Estadual de Londrina (UEL) – Programa de Pós-Graduação em Ciências Biológicas.

### Introdução

Atributos funcionais são aqueles que podem influenciar significativamente no estabelecimento, sobrevivência e aptidão de um indivíduo. A variação nos atributos funcionais pode ser um indicativo da existência de forças seletivas contrastantes associadas com adaptação a diferentes meios abióticos. Atributos correlacionados à interceptação, ganho, uso, trocas e manutenção de recursos formam esse espectro de variação. Numa extremidade do espectro encontramos espécies que apresentam alto potencial para capturar recursos e, conseqüentemente, crescimento rápido. Na outra extremidade encontram-se espécies com dificuldade de captação de recursos e, portanto, de crescimento lento, necessitando de atributos funcionais que aumentem a conservação dos recursos (Reich *et al.* 2003). O eixo de variação de estratégias de uso de recursos representa o *trade-off* existente entre investimento em crescimento e aquisição de recursos em um extremo e estoque e defesa no outro extremo.

Dentre os atributos morfológicos, massa foliar é uma importante característica diretamente relacionada à funcionalidade da planta (Mattos *et al.* 2004). Folhas com baixa massa foliar específica (MFE) representam menor custo para a planta, curta duração, maiores concentrações de nitrogênio e fósforo e maior atividade metabólica quando comparadas com as folhas de alta MFE. Embora representem alto custo para a planta, folhas com alta MFE apresentam grande longevidade, baixa taxa metabólica, menor concentração de nutrientes e são mais resistentes à herbivoria (Vendramini *et al.* 2002, Westoby & Wright 2006). Altos valores de MFE também se relacionam a baixa fertilidade do solo (Cornelissen *et al.* 2003), pois as plantas que possuem folhas com alto MFE estão tipicamente distribuídas em áreas com solos distróficos. Além disso, a concentração de nutrientes é forte e positivamente correlacionada com a área foliar específica (SLA) que é o inverso da MFE (Reich *et al.* 1997 *apud* Hoffman *et al.* 2005).

A densidade da madeira e a espessura da casca são outros tipos de atributos funcionais. Maiores densidades de madeira favorecem ganho de força

mecânica, o que permite maior crescimento em altura e expansão lateral dos galhos, aumentando a captação de luz. Além disso, madeiras mais densas são mais eficientes na condução de seiva (Westoby & Wright 2006, Swenson & Enquist 2007). A espessura da casca no tronco ou nos ramos de uma planta é um atributo que se acredita estar relacionado com a incidência de fogo (Coutinho 1990).

Hoffman e colaboradores (2005) defendem a existência de uma relação entre variações desses atributos foliares com diferentes fisionomias, assim como deve ocorrer com atributos do caule. Por exemplo, áreas florestais apresentam folhas com menor MFE, menor espessura de casca, maior densidade de casca e de madeira. Por outro lado, áreas abertas possuem folhas com maior MFE, maior espessura de casca, menor densidade de casca e de madeira.

Por apresentar um gradiente de fisionomias mais abertas para fisionomias mais fechadas (Oliveira-Filho & Ratter 2002), o Cerrado se torna um bioma interessante para o estudo de variações nesses atributos funcionais comparando-se a comunidade de plantas de cada fitofisionomia. Isso se deve, porque o Cerrado é formado por um complexo de savanas sazonais. As principais fisionomias encontradas no Cerrado compreendem o campo limpo formado apenas pelo estrato graminoso, o campo sujo formado por uma savana aberta com algumas árvores e arbustos espaçados, o cerrado *sensu stricto* formado por uma savana mais fechada que possui árvores e arbustos sempre verdes e decíduos e um tapete herbáceo e o cerradão formado por árvores e arbustos que determinam um dossel fechado ou quase fechado (Eiten 1972).

O objetivo deste trabalho foi testar a existência de variação em atributos de folha, casca e madeira associados a variações fitofisionômicas do Cerrado. Para tanto, testamos a hipótese de que áreas mais abertas apresentariam atributos funcionais relacionados à conservação de carbono, proteção das estruturas e resistência à dessecação, enquanto que em áreas mais fechadas os mesmos estariam relacionados à captação de luz. Assim, esperávamos que atributos como MFE e espessura da casca fossem maiores em áreas abertas. Por outro

lado, as densidades da madeira e da casca seriam maiores em ambientes fechados. Dessa forma, filtros ambientais estariam selecionando os indivíduos que apresentam atributos funcionais importantes para cada uma das fisionomias.

### Material e métodos

Área de Estudo – Realizamos o estudo em três fragmentos de Cerrado no município de Itirapina, São Paulo (22°15'S e 47°48'W, altitude média de 760 m), sendo um de cerradão (Pedregulho), um de cerrado *sensu stricto* (Graúna) e um de campo sujo (Estação Ecológica). O cerradão apresenta dossel mais fechado devido à presença de árvores e arbustos densos e altos; o cerrado *sensu stricto* é formado por árvores e arbustos esparsos e um estrato herbáceo; já o campo sujo possui poucos arbustos e um estrato herbáceo bem desenvolvido. Nas três áreas o clima é do tipo Cwa de Köppen, com inverno seco e verão quente e chuvoso (Costa 2006). Os solos da região são do tipo Latossolo Vermelho no Pedregulho e Neossolo Quartzarênico no Graúna e na Estação Ecológica, segundo o sistema da EMBRAPA (1999). A região encontra-se situada geomorfologicamente na “Província de Cuestas Basálticas” e sua topografia é relativamente plana, com poucas depressões de pequena magnitude, onde o lençol freático aflora principalmente durante a estação chuvosa (Tannus & Assis 2004). Coleta de dados - Instalamos sensores de temperatura e umidade (Hobo) em cada um dos fragmentos, nos quais permaneceram por três dias. As medições foram feitas a cada 30 minutos. Para o cálculo do déficit de pressão de vapor (DPV) utilizamos somente os dados de um dia para compreender as três áreas conjuntamente e comparamos os valores de cada área por meio de uma análise de variância e teste de Tukey ( $\alpha=0,05$ ).

Determinamos as espécies por meio da amostragem dos indivíduos arbóreos e arbustivos com perímetro do caule à altura do solo (PAS) maior ou igual a 10 cm, utilizando o método de pontos-quadrantes (Martins 1991). Em cada fragmento, empregamos 100 pontos em 10 transectos separados entre si por cerca de 10 m. Em cada transecto amostramos 10 pontos separados aproximadamente 10 m entre si.

Identificamos os indivíduos com base em caracteres vegetativos e quantificamos a abundância de cada espécie. Em seguida selecionamos as espécies contidas no primeiro quartil do ranking de abundância de cada área, a fim de abranger as espécies mais representativas da comunidade. No total, amostramos 16 espécies do Pedregulho, 16 do Graúna e oito da Estação Ecológica, uma vez que a mesma apresenta um menor número de espécies contidas no primeiro quartil (Tabela 1).

Definidas as espécies, voltamos ao campo e amostramos cinco indivíduos de cada espécie do Graúna e do Pedregulho e 10 da Estação Ecológica. Coletamos um maior número de indivíduos nesta última para ter o mesmo número de indivíduos amostrados por área. Para cada indivíduo utilizamos um ramo maduro, sadio, com perímetro superior a 3 cm e com, no mínimo, cinco folhas expandidas e não herbivoradas.

Mensuramos os seguintes atributos foliares de cada indivíduo: conteúdo de água na folha, espessura foliar, massa foliar específica (MFE) e densidade da folha. Quanto aos atributos do caule medimos: densidade da madeira, densidade da casca, conteúdo de água na madeira, conteúdo de água na casca, percentual de espessura da madeira e percentual de espessura da casca.

Para calcular o conteúdo de água na folha mergulhamos a base dos ramos em uma bacia com água, seccionando a parte inferior dos ramos imersos. Os ramos, cobertos por um saco plástico preto, permaneceram na bacia com sua base mergulhada na água até atingir o máximo de turgor das folhas. Para mensurar a espessura foliar por indivíduo, utilizamos a média de 10 valores de espessuras do limbo, utilizando-se um paquímetro digital, com medida em milímetros, posteriormente transformada em centímetros.

Para obter a massa foliar específica (MFE), que é a razão entre massa seca (g) e área foliar (cm<sup>2</sup>), confeccionamos os discos foliares com auxílio de um amostrador circular com área fixa de 0,981 cm<sup>2</sup>. A região da nervura mediana foi evitada para reduzir a variação na amostragem. Colocamos os 10 discos foliares na estufa a 60°C para posterior mensuração da massa seca em uma balança de precisão. A densidade da

folha de cada indivíduo foi obtida pela razão da MEF ( $\text{g}/\text{cm}^2$ ) e espessura foliar (cm).

Para medir os atributos relativos à casca e à madeira, seccionamos uma amostra da base dos ramos com perímetro superior a 3 cm e comprimento com cerca de 2 cm. Identificamos devidamente os pedaços de ramos, que ficaram imersos até atingir a saturação máxima. Separamos a casca e a madeira após retirar os ramos do recipiente com água.

Para calcular o conteúdo de água da casca e da madeira (diferença entre o peso fresco (g) e peso seco (g) dividido pelo peso fresco (g)) pesamos a casca e a madeira saturados de água e posteriormente, após ficar na estufa à  $60^\circ\text{C}$ , mensuramos o peso seco da casca e da madeira. Obtivemos o volume ( $\text{cm}^3$ ) da casca e da madeira calculando o empuxo através de uma balança. Determinamos a densidade da casca e da madeira por meio da razão entre peso seco (g) e volume ( $\text{cm}^3$ ).

Calculamos a espessura da casca em relação à madeira (% de casca) através da razão entre a média de duas medidas de espessura (mm) da casca e a espessura do maior diâmetro (mm) da madeira da mesma amostra de ramos. Mensuramos as espessuras da casca e da madeira com um paquímetro digital.

Análise dos dados - Para testar a existência de correlação entre os atributos funcionais utilizamos o coeficiente de correlação de Pearson (Zar 1999). Analisamos os dados referentes aos parâmetros medidos-os par a par. Para definir o nível de significância utilizamos o ajuste de Bonferroni ( $\alpha = 0,05/9$ ;  $\alpha = 0,006$ ). Em seguida, para averiguar a diferença nos valores médios de tais atributos entre as áreas realizamos uma análise de variância (ANOVA). Efetuamos uma análise de componentes principais (PCA) com todos os atributos funcionais no sentido de verificar a existência de agrupamentos dos indivíduos de cada área.

### Resultados

As áreas abertas diferiram da área fechada quanto ao DPV (Figura 1). O Pedregulho apresentou menor DPV do que Graúna e Estação Ecológica, significando que a área florestal possuía atmosfera mais úmida, como o esperado.

Algumas correlações entre os atributos funcionais das espécies estudadas

em cada área, Pedregulho (Tabela 2), Graúna (Tabela 3) e Estação Ecológica (Tabela 4), foram significativas, demonstrando a existência de sinergismo e *trade-offs* entre diferentes atributos. Nas duas áreas abertas, Graúna e Estação Ecológica, observamos folhas compactas, uma vez que a espessura foliar foi negativamente correlacionada com a densidade foliar. Por outro lado, no Pedregulho, que é área florestal, a MFE foi positivamente relacionada com espessura e densidade foliar, o que não aconteceu na Estação Ecológica. Isso significa que as folhas coletadas nas áreas com maior abundância de árvores (Pedregulho e Graúna) foram mais espessas que as folhas coletadas no campo sujo (Estação Ecológica). No Pedregulho e no Graúna, o conteúdo de água na folha correlacionou-se negativamente com a densidade da folha e com a MFE. Em tais áreas a densidade da folha não foi relacionada com a suculência, o que significa que, neste caso, a folha não pode ser considerada um órgão armazenador de água.

Em todas as áreas estudadas, notamos a existência de um *trade-off* entre conteúdo de água na madeira e densidade da madeira, significando que madeira pouco densa apresentou alta capacitância. A alta capacitância da madeira correlacionou-se positivamente com espessura da casca, uma vez que na Estação Ecológica e no Graúna identificamos caules armazenadores de água, que apresentam percentual de casca espessa. Por outro lado, na área florestal, atributos da casca não foram significativamente correlacionados com atributos da madeira.

A área florestal, Pedregulho, diferiu drasticamente das áreas abertas pela comparação das médias dos atributos funcionais (Tabela 5 e 6). Por exemplo, as espécies presentes no Pedregulho diferiram significativamente em todos os atributos foliares (Tabela 5) quando comparadas com as espécies de Graúna e/ou Estação Ecológica. Por outro lado, Graúna diferiu da Estação Ecológica apenas para espessura e densidade foliar (Tabela 5). Sobre os atributos do caule, as espécies ocorrentes no Pedregulho foram diferentes das espécies de Graúna e/ou Estação Ecológica para conteúdo de água na madeira,

densidade da casca, densidade da madeira e percentual de casca (Tabela 6).

O resultado da análise de componentes principais foi de acordo com os resultados das outras análises. Por meio da PCA (Figura 2) observamos a formação de dois grupos: área florestal, Pedregulho, e áreas abertas, Graúna e Estação Ecológica. Os atributos responsáveis em separar funcionalmente a área florestal das áreas abertas foram tanto os foliares quanto os caulinares (Figura 3). No Pedregulho encontramos maior densidade da madeira, da casca e da folha e menor quantidade de água na casca do que observamos nas áreas abertas. Em Graúna e Estação Ecológica obtivemos maior MFE, espessura foliar e percentual da casca e menor quantidade de água na madeira do que na área florestal. Tais resultados demonstram que em áreas florestais há maior investimento na densidade da madeira do que em áreas abertas, pois no Pedregulho as árvores são altas e necessitam investir em sustentação. Além disso, nessa mesma área a água não é um fator limitante, justificando o não armazenamento de água na folha e na casca. Analisando os resultados da PCA para as áreas abertas, observamos características escleromórficas, como alta MFE, espessura foliar e percentual de casca.

### Discussão

A hipótese inicial, de que áreas abertas apresentariam atributos funcionais relacionados à conservação de carbono, proteção das estruturas e resistência à dessecação enquanto área florestal apresentaria atributos relacionados ao heliotropismo, foi confirmada. Assim, esperávamos que atributos como MFE e espessura da casca fossem maiores em áreas abertas. Por outro lado, a densidade da madeira e da casca seriam maiores em ambientes fechados. Dessa forma, filtros ambientais estariam selecionando os indivíduos que apresentam atributos funcionais mais eficientes para cada uma das fisionomias.

Com relação à MFE encontramos os maiores valores para áreas abertas. Isso indica que em áreas mais abertas os indivíduos investem em estruturas mais duradouras, o que sugere que são ambientes com menor disponibilidade de

recursos, como nutrientes no solo e água, como encontrado por Vendramini *et al.* (2002). O alto valor da MFE demonstra a presença de folhas caras, de grande dureza, que diminuem a herbivoria e perda de água, além de indicar investimentos a longo prazo (Poorter & Bongers 2006). De acordo com Wright *et al.* (2005) em locais mais quentes, secos e com maior radiação solar, a MFE é maior. Por outro lado, ambientes ricos em recursos tendem a ter uma menor MFE (Cornelissen *et al.* 2003), sendo que a menor MFE foi encontrada no Pedregulho. Não podemos esquecer que o Pedregulho, por ser uma área florestal apresenta maior quantidade de serrapilheira disponível para ciclagem de nutrientes. Por isso, podemos inferir que seja uma área mais rica em nutrientes disponíveis comparada com as outras duas áreas.

A menor luminosidade no subosque do Pedregulho também é um fator que influencia nos atributos foliares. Segundo Dickison (2000), folhas de sombra, como as encontradas no Pedregulho, são bastante espessas. Porém, o mesmo afirmou que folhas de sombra também são menos densas, o que foi refutado pelos nossos resultados. Mesmo assim, as folhas do Pedregulho podem ser consideradas mais baratas, pois houve pouco investimento de carbono para sua formação.

As áreas abertas se destacaram quanto à maior espessura da casca. Esse resultado pode ser devido à maior frequência de fogo na área do Graúna. É de conhecimento que espécies típicas de savana são tolerantes ao fogo por apresentarem um súber espesso, que funcionam como um isolante térmico (Coutinho 1990). Em formações florestais, como a do Pedregulho, espera-se que o fogo não influencie na característica da casca, uma vez que essas formações não são susceptíveis a esse fator (Prior *et al.* 2003), pois o fogo não consegue se alastrar rapidamente em áreas mais úmidas. Pedregulho apresentou os maiores valores de densidade de madeira e casca. As plantas dessas áreas investem em crescimento vertical, já que o fator limitante é a luz, e por isso precisam investir em sustentação, resultando em alta densidade da madeira.

Encontramos a formação de dois grupos distintos correspondentes a cada

uma das áreas. Nossos resultados mostraram que diferentes ambientes selecionam formas distintas de atributos funcionais. Tais atributos podem estar relacionados com o desempenho dos indivíduos em cada área, pois são atributos adaptativos às condições ambientais. É importante lembrar que a sobrevivência das plantas de áreas abertas está associada a uma gama de características que foram selecionadas em conjunto em função da alta radiação, baixa disponibilidade de nutrientes no solo e sazonalidade da água. Enquanto que a sobrevivência das plantas de áreas fechadas está associada a ambientes nos quais o principal recurso limitante é a luz.

Portanto, podemos concluir que existe uma diferença funcional entre as espécies de áreas abertas e as espécies de área florestal. Provavelmente, a diferença na disponibilidade de água, no microclima, na quantidade de nutrientes e a existência ou ausência de fogo são preponderantes para a seleção de diferentes atributos funcionais entre as espécies presentes em cada área.

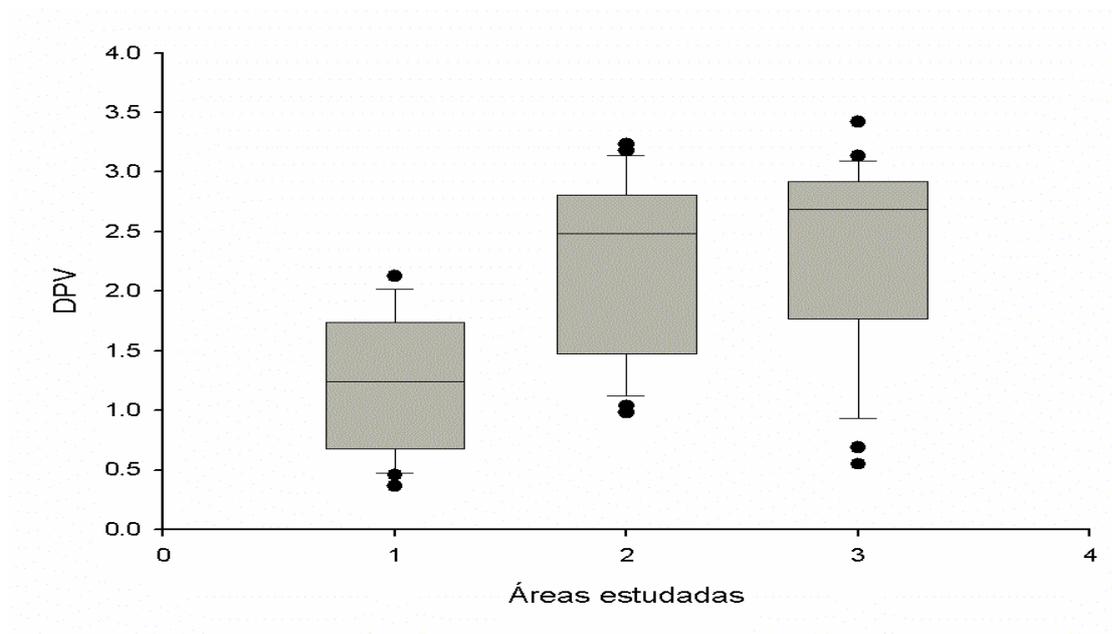
#### Referências Bibliográficas

- CORNELISSEN, J.H.C., LAVOREL, S., GARNIER, E., DIÁZ, S., PUCHMANN, N., GURVICH, D.E., REICH, P.B., TERSTEEGE, H., MORGAN, H.D., VANDERHEIJDEN, M.G.A., PAUSAS, J.G. & POORTER, H. 2003. A handbook of protocols for standardised and each measurement of plant functional traits world wide. *Australian Journal of Botany* 51: 335-380.
- COSTA, R.C. 2006. Distribuição espacial e relações alométricas de espécies de Vochysiaceae em fragmentos de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. Tese de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas/SP.
- COUTINHO, L.M. 1990. O cerrado e a ecologia do fogo. *Ciência Hoje* 12: 22-30.
- DICKISON, W.C. 2000. Integrative plant anatomy. New York, Harcourt Academic Press.
- EITEN, G. 1972. The cerrado vegetation of central Brazil. *Botanical Review* 38: 201-341.
- EMBRAPA. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. EMBRAPA, Brasília, DF.
- HOFFMANN, W.A., FRANCO, A.C., MOREIRA, M.Z. & HARIDASAN, M. 2005. Specific leaf area explains differences in leaf traits between cogenetic savanna and forest trees. *Functional Ecology* 19: 932-940.
- MARTINS, F.R. 1991. Estrutura de uma floresta mesófila. Editora da Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MATTOS, E.A., BRAZ, M.I.G., CAVALIN, P.O., ROSADO, B.H.P., GOMES, J.M., MARTINS, L.S.T. & ARRUDA, R.C.O. 2004. Variação espacial e temporal em parâmetros fisiocológicos de plantas. *In: ROCHA, C.F.D, ESTEVES, F.A. & SOARES, F.R. Pesquisa de Longa Duração na Restinga de Jurubatiba: Ecologia, Historia e Conservação.* Rima Editora, São Carlos.
- OLIVEIRA-FILHO, P.S. & RATTER, J.A. Vegetation Physiognomies and Woody Flora of the Cerrado Biome. 2002. *In The cerrados of Brazil: ecology and natural history of neotropical savanna* (OLIVEIRA, P.S. & MARQUIS, R.J. eds.), Columbia University Press, New York, p. 91-120.
- POORTER, L. & BONGERS, F. 2006. Leaf traits are good predictors of plant performance across 53 rain forest species. *Ecology* 87(7): 1733-1743.
- PRIOR, L.D., EAMUS, D. & BOWMAN, D.M.J.S. 2003. Leaf attributes in the seasonally dry tropics: a comparison of four habitats in northern Australia. *Functional Ecology*: 504-515.
- REICH, P.B., WRIGHT, I.J., BARES-CAVENDER, J., CRAINE, J.M., OLEKSYN, J., RODERICK, M.L., BERRY, S.L., NOBLE, I.R. & FAQUHAR, G.D. 1999. A theoretical approach to linking the composition and morphology with the function of leaves. *Functional Ecology* 13: 683-695.
- SWENSON, N. G. & ENQUIST, B.J. 2007. Ecological and evolutionary determinants of a key plant functional trait: wood density and its community-wide variation across latitude and elevation. *American Journal of Botany* 94: 451-459.
- TANNUS, J.L.S. & ASSIS, M.A. 2004. Composição de espécies de campo sujo e campo úmido em áreas de cerrado, Itirapina, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Botânica* 27: 489-506.
- VENDRAMINI, F., DIÁZ, S., GURVICH, D.E., WILSON, P.J., THOMPSON, K. & HODGSON, J.G. 2002. Leaf traits as

- indicators of resource-use strategy in flora with succulent species. *New Phytologist* 154: 147–157.
- WESTOBY, M. & WRIGHT, I.J. 2006. Land-plant ecology on the basis of functional traits. *Trends in Ecology and Evolution* 21: 261-268.
- WRIGHT, I.J., REICH, P.B., COMELISSEN, J.H.C., FALSTER, D.S., GROOM, P.K., HIKOSAKA, K., LEE, W., LUSK, C.H., NIINEMETS, U., OLEKSYN, J., OSADA, N., POORTER, H., WARTON, D.I. & WESTOBY, M. 2005. Modulation of leaf economic traits and trait relationships by climate. *Global Ecology and Biogeography* 14: 411-421.
- ZAR, J.H. 1999. *Bioestatistical Analyses*. Prentice-Hall, New Jersey.

**Tabela 1** - Lista das espécies amostradas em três áreas de cerrado no município de Itirapina, São Paulo. EEcl: Estação Ecológica de Itirapina (campo sujo); Graúna (cerrado *sensu stricto*) e Pedregulho (cerradão).

Família	Espécies	EEcl	Graúna	Pedregulho
Annonaceae	<i>Xylopia aromatica</i> (Lam.) Mart.		X	X
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart.		X	
Arecaceae	<i>Attalea geraensis</i> Barb. Rodr.	X		
Arecaceae	<i>Syagrus petraea</i> (Mart.) Becc.	X	X	
Asteraceae	<i>Baccharis dracunculifolia</i> DC.	X		
Asteraceae	<i>Gochnatia pulchra</i> Cabrera	X		
Asteraceae	<i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker	X	X	
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl	X	X	
Clusiaceae	<i>Kielmeyera variabilis</i> Mart.	X		
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosum</i> A.St.-Hil.		X	
Euphorbiaceae	<i>Pera glabrata</i> (Schott) Poepp. ex Baill			X
Fabaceae	<i>Dalbergia miscolobium</i> (Mart.) Coville		X	
Lacistemataceae	<i>Lacistema hasslerianum</i> Chodat			X
Lauraceae	<i>Ocotea pulchella</i> Kunth			X
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> Benth.	X	X	
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw.) Steud.		X	
Melastomataceae	<i>Miconia chartacea</i> Triana			X
Melastomataceae	<i>Miconia pepericarpa</i> DC.			X
	<i>Stryphnodendron obovatum</i> (Mart.) Becc.		X	
Mimosaceae			X	
Monimiaceae	<i>Siparuna guianensis</i> Aubl.			X
Myrsinaceae	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.		X	
Myrsinaceae	<i>Rapanea umbellata</i> Mez			X
Myrtaceae	<i>Myrcia lingua</i> (O. Berg) Mattos		X	X
Myrtaceae	<i>Myrcia pallens</i> DC.			X
Ochnaceae	<i>Ouratea spectabilis</i> Aubl.		X	
Rubiaceae	<i>Alibertia sessilis</i> (Vell.) K.Schum.			X
Rubiaceae	<i>Amaioua guianensis</i> Aubl.			X
Rubiaceae	<i>Psychotria sessilis</i> Vell.			X
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.		X	
Sapotaceae	<i>Pouteria torta</i> (Mart.) Radlk.		X	
	<i>Daphnopsis fasciculata</i> (Meisn.)			
Thymelaeaceae	Nevling			X
Tiliaceae	<i>Luehea speciosa</i> Mart.			X
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.		X	
Vochysiaceae	<i>Vochysia tucanorum</i> (Spreng.) Mart.			X



**Figura 1** - Índices de déficit de pressão de vapor (DPV) em três áreas de Cerrado no município de Itirapina. 1= Pedregulho, 2= Graúna, 3= Estação Ecológica. (1 e 2,  $q= 7,199$  e  $p< 0,01$ ; 1 e 3,  $q= 7,608$  e  $p< 0,01$ ; 2 e 3,  $q= 0,4079$  e  $p> 0,05$ ).

**Tabela 2** - Correlações de Pearson e os coeficientes de correlação e significância estatística para todas as correlações do Pedregulho. H<sub>2</sub>O\_folha: quantidade de água na folha; E\_folha: espessura da folha; Den\_folha: densidade da folha; MFE: massa foliar específica; H<sub>2</sub>O\_casca: quantidade de água na casca; H<sub>2</sub>O\_mad: quantidade de água no madeira; Den\_casca: densidade da casca; Dens\_mad: densidade do madeira; %C: percentagem da casca em relação ao diâmetro total do ramo. Em negrito, as correlações significativas (p < 0,006).

	H <sub>2</sub> O_folha	E_folha	Den_folha	MFE	H <sub>2</sub> O_casca	H <sub>2</sub> O_mad	Den_casca	Den_mad	%C
H <sub>2</sub> O_folha	1,0000								
	p= ---								
E_folha	,1113	1,0000							
	p= ,423	p= ---							
Den_folha	-,7496	-,2436	1,0000						
	<b>p &lt; 0,001</b>	p= ,076	p= ---						
MFE	-,5407	,5923	,6227	1,0000					
	<b>p &lt; 0,006</b>	<b>p &lt; 0,001</b>	<b>p &lt; 0,006</b>	p= ---					
H <sub>2</sub> O_casca	,2754	-,1390	-,2755	-,3516	1,0000				
	p= ,044	p= ,316	p= ,044	p= ,009	p= ---				
H <sub>2</sub> O_mad	,4521	,2011	-,5367	-,2997	,3475	1,0000			
	<b>p= 0,001</b>	p= ,145	<b>p &lt; 0,006</b>	p= ,028	p= ,010	p= ---			
Den_casca	-,1760	,1526	-,1085	,0707	-,4665	-,1882	1,0000		
	p= ,203	p= ,271	p= ,435	p= ,611	<b>p &lt; 0,001</b>	p= ,173	p= ---		
Den_mad	-,2245	-,0546	,2435	,1453	-,1779	-,5798	,1692	1,0000	
	p= ,103	p= ,695	0,076	p= ,295	p= ,198	<b>p &lt; 0,006</b>	p= ,221	p= ---	
%C	-,0003	,3533	-,1107	,1886	-,1486	,1732	,0436	-,1573	1,0000
	p= ,998	p= ,009	p= ,425	p= ,172	p= ,283	p= ,210	p= ,754	p= ,256	p= ---

**Tabela 3** - Correlações de Pearson e os coeficientes de correlação e significância estatística para todas as correlações do Graúna. H<sub>2</sub>O\_folha: quantidade de água na folha; E\_folha: espessura da folha; Den\_folha: densidade da folha; MFE: massa foliar específica; H<sub>2</sub>O\_casca: quantidade de água na casca; H<sub>2</sub>O\_mad: quantidade de água no madeira; Den\_casca: densidade da casca; Dens\_mad: densidade do madeira; %C: percentagem da casca em relação ao diâmetro total do ramo. Em negrito estão as correlações significativas ( $p < 0,006$ ).

	H <sub>2</sub> O_folha	E_folha	Den_folha	MFE	H <sub>2</sub> O_casca	H <sub>2</sub> O_mad	Den_casca	Den_mad	%C
H <sub>2</sub> O_folha	1,0000								
	p= ---								
E_folha	-,0758	1,0000							
	p= ,565	p= ---							
Den_folha	-,4052	-,6527	1,0000						
		<b>p&lt; 0,001</b>							
MFE	-,5663	,6039	,1409	1,0000					
		<b>p&lt; 0,006</b>							
H <sub>2</sub> O_casca	,0009	-,0627	-,0143	-,1056	1,0000				
				p= ,422					
H <sub>2</sub> O_mad	,1693	,2278	-,1717	,0889	-,0438	1,0000			
				p= ,499					
Den_casca	-,1180	,0328	,0103	,0606	-,0187	-,1948	1,0000		
				p= ,646					
Den_mad	-,0826	,0858	-,0659	,0766	-,0010	-,4511	,6054	1,0000	
				p= ,561					
%C	,1956	-,0324	-,0077	-,0575	-,0554	,5418	-,6467	-,3319	1,0000
				p= ,663					
	p= ,134	p= ,806	p= ,954	,663	p= ,674	<b>p&lt; 0,006</b>	<b>p&lt; 0,006</b>	p= ,010	p= ---

**Tabela 4** - Correlações de Pearson e os coeficientes de correlação e significância estatística para todas as correlações da Estação Ecológica de Itirapina. H<sub>2</sub>O\_folha: quantidade de água na folha; E\_folha: espessura da folha; Den\_folha: densidade da folha; MFE: massa foliar específica; H<sub>2</sub>O\_casca: quantidade de água na casca; H<sub>2</sub>O\_mad: quantidade de água no madeira; Den\_casca: densidade da casca; Dens\_mad: densidade do madeira; %C: percentagem da casca em relação ao diâmetro total do ramo. Em negrito estão as correlações significativas (p < 0,006).

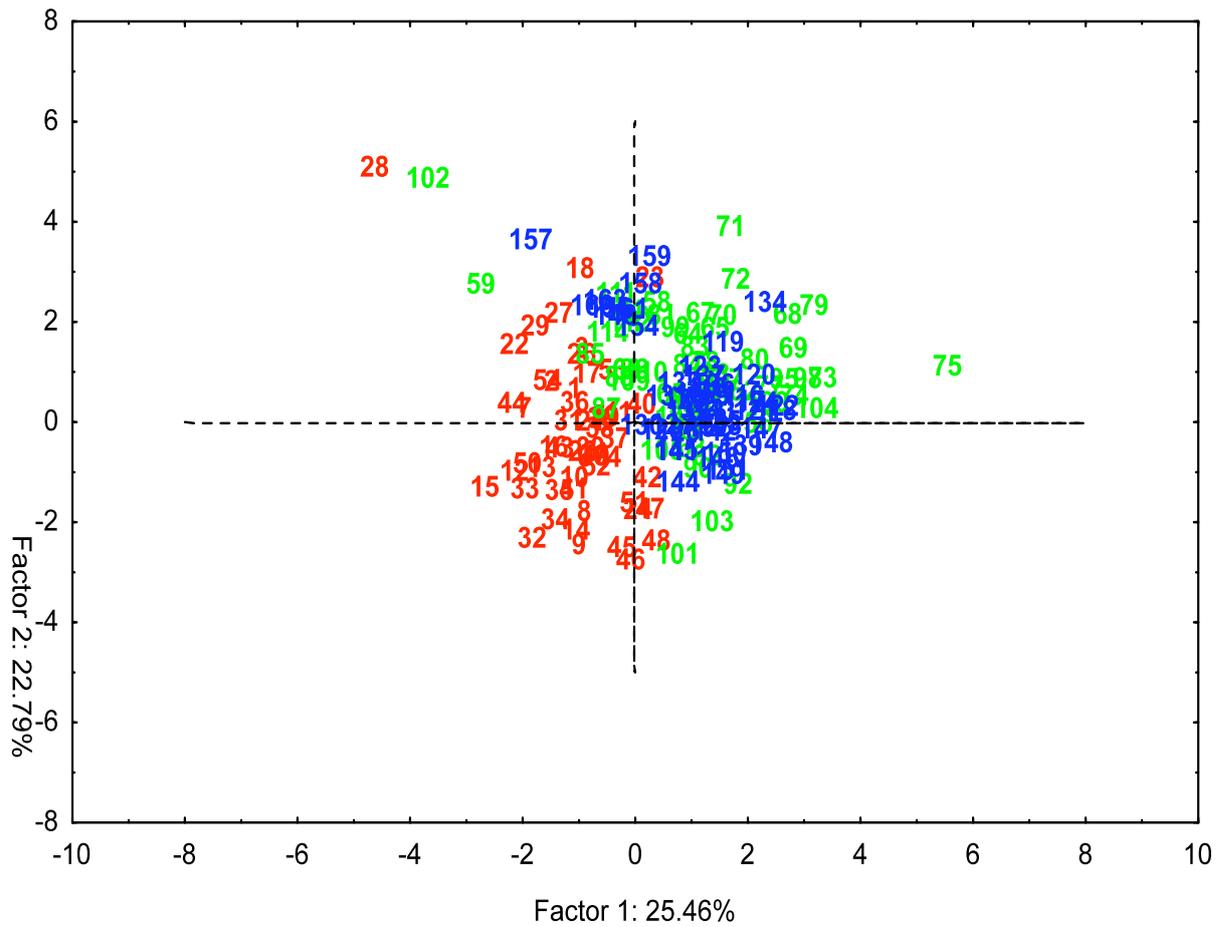
	H <sub>2</sub> O_folha	E_folha	Den_folha	MFE	H <sub>2</sub> O_casca	H <sub>2</sub> O_mad	Den_casca	Den_mad	%C
H <sub>2</sub> O_folha	1,0000								
	p= ---								
E_folha	,2102	1,0000							
	p= ,147	p= ---							
Den_folha	-,1820	-,8894	1,0000						
	p= ,211	<b>p &lt; 0,001</b>	p= ---						
MFE	,1667	,3096	,1203	1,0000					
	p= ,252	p= ,030	p= ,410	p= ---					
H <sub>2</sub> O_casca	,3295	-,2217	,2734	,0066	1,0000				
	p= ,021	p= ,126	p= ,057	p= ,964	p= ---				
H <sub>2</sub> O_mad	,3598	-,0759	,1398	,1286	,3562	1,0000			
	p= ,011	p= ,604	p= ,338	p= ,378	p= ,012	p= ---			
Den_casca	-,4389	-,2998	,2373	-,2000	-,4378	-,4975	1,0000		
	<b>p= 0,002</b>	p= ,036	p= ,101	p= ,168	<b>p= ,002</b>	<b>p &lt; 0,001</b>	p= ---		
Den_mad	-,3200	,0621	-,0820	-,0572	-,2400	-,8829	,4467	1,0000	
	p= ,025	p= ,672	p= ,575	p= ,696	p= ,097	<b>p &lt; 0,006</b>	<b>p= 0,001</b>	p= ---	
%C	,5148	,5056	-,4162	,2751	,2129	,4677	-,5709	-,4241	1,0000
	<b>p &lt; 0,001</b>	0,00021117	<b>p= 0,003</b>	p= ,056	p= ,142	<b>p= 0,001</b>	<b>p &lt; 0,006</b>	<b>p= 0,002</b>	p= ---

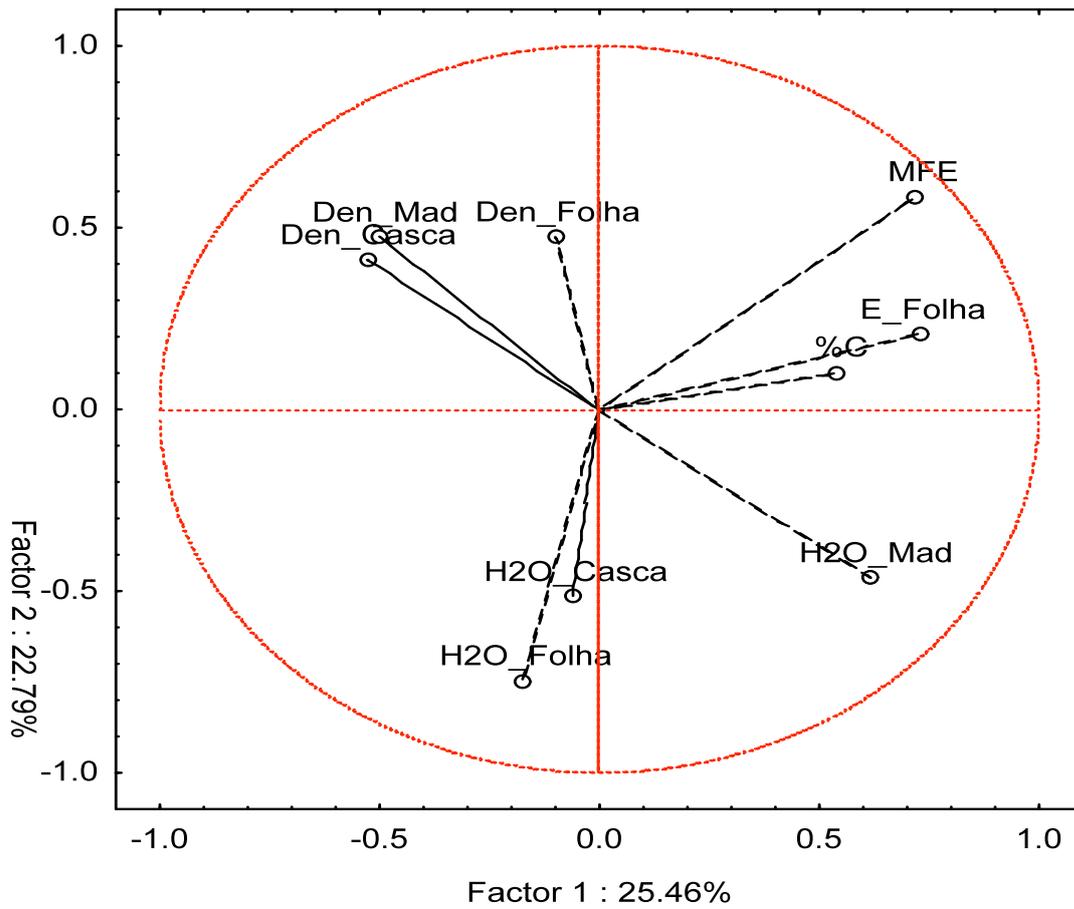
**Tabela 5.** ANOVA dos atributos foliares comparando as diferentes áreas. H<sub>2</sub>O\_folha: quantidade de água na folha; E\_Folha: espessura da folha; Den\_folha: densidade da folha; MFE: massa foliar específica. GRA: Graúna; EEcl: Estação Ecológica; PED: Pedregulho. Resultados significativos ( $p < 0,05$ ). Em negrito estão os resultados significativos.

Áreas	H <sub>2</sub> O_folha		E_folha		Den_folha		MFE	
	PED	GRA	PED	GRA	PED	GRA	PED	GRA
GRA	<b>0,002</b>		<b>p &lt; 0,001</b>		<b>0,031</b>		<b>p &lt; 0,001</b>	
EEcl	<b>p &lt; 0,001</b>	0,128878	<b>p &lt; 0,001</b>	<b>0,003</b>	0,791	<b>0,005</b>	<b>p &lt; 0,001</b>	0,867

**Tabela 6.** ANOVA dos atributos caulinares comparando as diferentes áreas. H<sub>2</sub>O\_casca: quantidade de água na casca; H<sub>2</sub>O\_mad: quantidade de água na madeira; Den\_casca: densidade da casca; Den\_mad: densidade da madeira; %C: percentagem da casca em relação ao diâmetro total do ramo. GRA: Graúna; EEcl: Estação Ecológica; PED: Pedregulho. Resultados significativos ( $p < 0,05$ ). Em negrito estão os resultados significativos.

Áreas	H <sub>2</sub> O_casca		H <sub>2</sub> O_mad		Den_casca		Den_mad		%C	
	PED	GRA	PED	GRA	PED	GRA	PED	GRA	PED	GRA
GRA	0,062		<b>0,037</b>		0,546		0,817		<b>p &lt; 0,001</b>	
EEcl	0,999	0,078	0,103	0,951	<b>0,003</b>	<b>0,047</b>	<b>0,049</b>	0,162	0,618	<b>p &lt; 0,001</b>





**Figura 3:** Projeção dos atributos foliares e caulinares dos indivíduos presentes nas áreas de cerrado (Pedregulho), cerrado *sensu stricto* (Graúna) e campo sujo (Estação Ecológica) em Itirapina, SP.