

# **A variação da frequência dos caracteres morfológicos em fragmentos de cerrado em Itirapina, SP.**

Antônio L. P. da Silveira<sup>1</sup>, Lígia P. Sims<sup>2</sup>, Henrique C. P. Silveira<sup>2</sup>, Tiago E. Barreto<sup>1</sup>

- 1- Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal – Universidade Estadual de Campinas
- 2- Programa de Pós-Graduação em Ecologia – Universidade Estadual de Campinas

## **Resumo**

O fogo é um dos principais determinantes da vegetação do cerrado. É possível esperar que a pressão seletiva exercida pelo fogo favoreça indivíduos com caracteres de resistência a esta perturbação. Neste trabalho investigamos se áreas de cerrado sob diferentes regimes de fogo apresentam diferentes frequências de caracteres morfológicos, esperando que áreas sob regimes semelhantes de fogo apresentem frequências semelhantes de caracteres. Foram estudados 5 fragmentos de cerrado, localizados no município de Itirapina, SP. Foram amostrados 200 indivíduos em cada fragmento pelo método de quadrantes. Para cada indivíduo foram coletadas informações de 5 descritores morfológicos relacionados à perturbação pelo fogo, divididos em dezoito estados. Foi realizada uma análise de componentes principais (PCA) e foi construído um dendrograma utilizando o método UPGMA. Os fragmentos com regimes de fogo freqüente se associaram por possuírem freqüência similar de caracteres de resistência ao fogo e os dois outros fragmentos, sem incidência de fogo a 20 a 40 anos não se associaram. O fogo é um importante agente de seleção no cerrado, influenciando o aumento da freqüência de caracteres morfológicos resistentes a queimadas em áreas sob regime de fogo mais freqüente.

Palavras chaves: Caracteres morfológicos; Cerrado; fogo; PCA e UPGMA.

## Introdução

O Cerrado é um complexo vegetacional que se estende desde o Piauí até São Paulo e longitudinalmente de Minas Gerais a Rondônia, dominando a paisagem do Brasil Central, além de áreas isoladas no Amazonas, Amapá, Roraima e Pará (Ribeiro & Walter, 1998). De maneira geral, as plantas do cerrado caracterizam-se pelo aspecto escleromorfo, resultado do oligotrofismo edáfico, o qual leva ao excesso de produção de carboidratos que são utilizados na produção de pêlos, cutículas espessas e súber entre outros caracteres (Ferri 1977). De acordo com Ribeiro & Walter (1998), o Cerrado possui diversas fisionomias, que podem ser classificadas em três grupos principais de formações: as florestais (Mata Ciliar, Mata de Galeria, Mata Seca e Cerradão), as savânicas (Cerrado *sensu stricto*, Parque de Cerrado, Palmeiral e Vereda) e as campestres (Campo sujo, Campo rupestre, e Campo Limpo). Além do clima fortemente estacional, das variações de fertilidade e drenagem do solo e das flutuações climáticas do Quaternário, o fogo é um dos principais determinantes da vegetação do cerrado (Oliveira-Filho & Ratter 2002).

O fogo pode ter origem natural ou antropogênica. Registros de sua ocorrência datam de 32.000 AP (Salgado-Laboriau & Ferraz-Vicentini 1994 *apud* Coutinho 2002), indicando que plantas do Cerrado têm se desenvolvido sob alguma influência do fogo (Hoffmann 1999) mesmo antes da chegada de hominídeos ao Brasil Central. O fogo de ocorrência natural concentra-se no fim da estação seca e sua frequência é baixa quando comparada à do fogo de origem antropogênica, acidental ou intencional, que ocorre durante todo o ano (Miranda *et al.* 2002) e que visa à renovação de pastagens e à limpeza de áreas (Fiedeler *et al.* 2004).

A ação do fogo em uma comunidade vegetal altera diretamente a composição da vegetação, o tamanho dos indivíduos e as estratégias reprodutivas (Hoffmann 1999) bem como, provoca maior perda nutricional do solo (Coutinho 1990). Portanto, é possível esperar que a pressão seletiva exercida pelo fogo favoreça indivíduos com caracteres de resistência a esta perturbação.

Os fragmentos de cerrado de Itirapina apresentam diferenças quanto à incidência de fogo, variando desde áreas sem registro de fogo há 20 e há 40 anos, fragmento Estação Ecológica e fragmento Valério respectivamente, áreas com fogo com periodicidade em torno de cinco anos, fragmentos Graúna, Presídio II e Estrela, sendo este último com registro de fogo há apenas um ano.

Neste trabalho, investigamos se áreas de cerrado sob diferentes regimes de fogo apresentam diferentes frequências de caracteres morfológicos, esperando que áreas sob regimes semelhantes de fogo apresentem frequências semelhantes de caracteres.

### **Material e Métodos**

Os fragmentos estudados são classificados em 3 fisionomias: cerrado denso (Valério), campo sujo (Estação Ecológica) e cerrado *sensu stricto* (Graúna, Presídio II e Estrela). As 5 áreas pertencem ao município de Itirapina-SP (22°00'-22°15'S e 47°45'-48°00'W), cujo relevo está localizado no reverso das Cuestas Basálticas apresentando dois conjuntos morfológicos distintos: um relevo de degradação formado por Colinas Amplas, sustentados por arenitos das formações Botucatu e Pirambóia e basaltos e, um relevo de agradação, constituídos por Planícies Aluviais, com altitudes que variam de 700m a 827m. (Delgado *et.al.* 2004). O clima é Cwa de Köppen, mesotérmico de

inverno seco (Giannotti & Filho 1992), com precipitação média anual de 1.425mm, concentrada nos meses de outubro a março, e temperatura média anual de 22,5°C (Delgado *et.al.* 2004). O solo dos cinco fragmentos estudados é o Neossolo Quartzarênico caracterizado pela textura arenosa ou franco-arenosa, com um máximo de 15% de argila, muito poroso, com horizonte A-C e baixa disponibilidade de nutrientes para as plantas (Prado 2003, Reatto *et al.* 1998).

Para fins deste estudo os fragmentos foram classificados, segundo o regime de fogo, em três categorias: a) queimados freqüentemente (pelo menos uma vez a cada 5 anos), Estrela, Graúna e Presídio II; b) sem incidência de fogo há 20 anos, Estação Ecológica e; c) sem incidência de fogo há 40 anos, Valério.

As áreas foram amostradas pelo método dos quadrantes (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974). Em cada fragmento foram amostrados duzentos indivíduos com PAS (perímetro na altura do solo)  $\geq 9,5$  cm. Para cada indivíduo foram coletadas informações de 5 descritores morfológicos relacionados à perturbação pelo fogo (Ferri 1977, Hoffman 1996, 1999, Moreira 2000, Hoffman & Moreira 2002), divididos em dezoito estados (Tabela 01).

Tabela 01. Lista dos descritores morfológicos relacionados à perturbação pelo fogo em cinco fragmentos de cerrado em Itirapina, SP.

<b>Descritores</b>	<b>Estados</b>	<b>Abreviações</b>
Altura	0,0 - 3,25 metros	Alt1
	3,26 - 6,50 metros	Alt2
	6,51 - 9,75 metros	Alt3
	9,76 - 13,00 metros	Alt4
Hábito	Arbóreo	Hab1
	Arbustivo	Hab2
	Palmeira	Hab3
Espessura do Córtex	Menor que 2 mm	Ctx1
	Entre 2 mm e 10 mm	Ctx2
	Maior que 10mm	Ctx3
Pilosidade do limbo	Superfície adaxial glabra ou com poucos tricômas	Pil1
	Superfície adaxial com muitos tricômas	Pil2
	Superfície abaxial glabra ou com poucos tricômas	Pil3
	Superfície abaxial com muitos tricômas	Pil4
Textura do limbo	Membranácea	Tex1
	Cartácea	Tex2
	Coriácea	Tex3
	Rígido	Tex4

Duas técnicas de análise multivariada foram usadas para analisar os dados: A primeira, uma análise de componentes principais (PCA) relacionando os caracteres morfológicos escolhidos (atributos) aos fragmentos (objetos). A segunda, para verificar o agrupamento dos fragmentos, relacionado-os com os caracteres morfológicos, foi construído um dendograma utilizando o método UPGMA (Uweighted pair-grouping method by mathematical average - Método de agrupamento por médias aritméticas não ponderadas) usando o índice de distância Euclidiana como medida de dissimilaridade. Para a análise utilizamos o programa MVSP 3.12d 2001 (Multi-variate statistical package).

## Resultados

A figura 1 mostra a ordenação dos cinco fragmentos por PCA nos eixos 1 e 2, que explicam 88,9% da variância total. Do total de 18 estados dos descritores morfológicos, 7 foram os que melhor explicaram o posicionamento dos fragmentos no eixo cartesiano: as classes de altura 2 (3.26 - 6.50 metros), 3 (6.51 - 9.75 metros) e 4 (9.76 – 13.00 metros), os hábitos arbustivo e palmeira, textura do limbo rígido e tipo de córtex suberoso.

Os três grupos de regime de fogo foram separados na PCA, ao longo do primeiro eixo, situando no escore negativo, os fragmentos Graúna, Presídio II e Estrela,

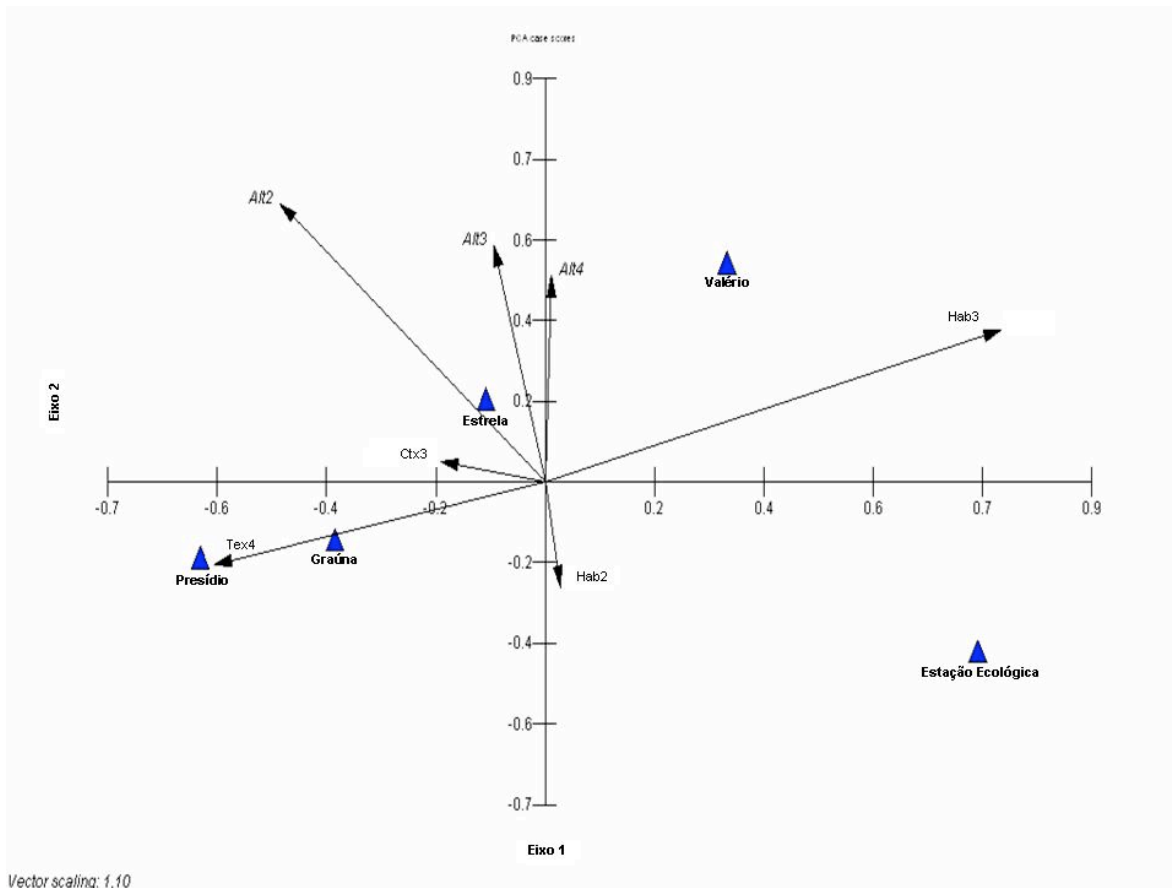


Figura 1. Análise dos componentes principais (PCA) para ordenação dos fragmentos de cerrado a partir de descritores morfológicos. (Alt 2) 3,26 – 6,50m. (Alt 3) 6,51 – 9,75m (Alt 4) 9,76 – 13,00m. (Hab3) Arbusto. (Ctx) Córtex suberoso. (Text4) Limbo rígido. (Hab2) Palmeiras

correspondentes ao grupo de regime de fogo mais freqüente. No escore positivo do primeiro eixo, as áreas Valério e Estação Ecológica, com regime de fogo de 40 e 20 anos respectivamente. Coincidentemente os três grupos correspondem a três diferentes fisionomias. Os fragmentos Valério e Estação Ecológica estão associados ao vetor hab3, correspondente ao hábito palmeiras. As classes de altura 3 e 4, estão associadas ao fragmento Valério enquanto o hábito arbusto associou-se à Estação Ecológica. Esses caracteres separaram, ao longo do segundo eixo, o grupo protegido há 40 anos daquele protegido há 20 anos.

O grupo formado pelos fragmentos, Graúna, Estrela e Presídio II, com periodicidade de fogo de pelo menos uma vez a cada 5 anos, está associado ao vetor limbo rígido. O fragmento Estrela associa-se às classes de altura 2 e 3 e ao tipo de córtex suberoso, com escore positivo no eixo 2.

O dendrograma de similaridade, baseado na distância euclidiana, apresenta três grupos correspondentes aos três regimes de fogo. Entretanto, os grupos podem estar relacionados com suas fisionomias.

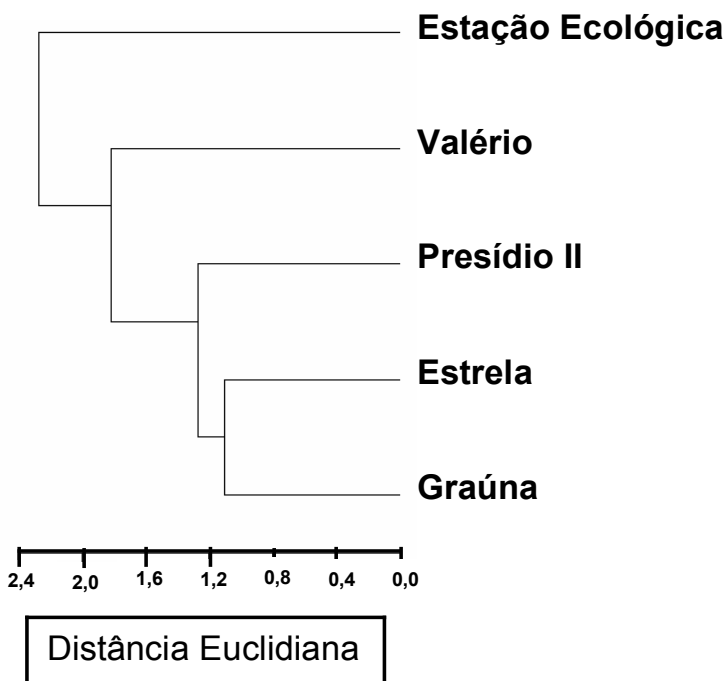


Figura 2. Dendrograma agrupando os fragmentos de cerrado com base nos caracteres morfológicos. Foi utilizado o índice de similaridade de distância euclidiana e o método de agrupamento UPGMA.

## Discussão

Caracteres morfológicos podem ser encontrados em frequências distintas nas áreas sob diferentes regimes de fogo, portanto esperamos um aumento do número de indivíduos com caracteres resistentes ao fogo sendo selecionados em ambientes queimados mais frequentemente. Assim, Estrela, Graúna e Presídio II, deveriam apresentar maior frequência de caracteres resistentes ao fogo em relação à Estação Ecológica e, ainda maior em relação ao fragmento Valério.

Os caracteres córtex suberoso e limbo rígido influenciaram na disposição de três fragmentos: Graúna, Estrela, e Presídio II. Estas características morfológicas são encontradas em áreas sujeitas ao fogo. Diversas espécies do cerrado apresentam o córtex espesso, o que permite o isolamento térmico dos tecidos internos vivos e proporciona a sobrevivência dos indivíduos a altas temperaturas (Coutinho 1990, Hoffmann, 1999).

A condição escleromorfa das plantas do cerrado, entre elas o limbo rígido, está relacionada ao oligotrofismo do solo (Ferri 1977). Por sua vez o fogo provoca uma diminuição significativa de carbono, nitrogênio e enxofre, como também uma redução intermediária dos níveis de fósforo disponíveis em solos do cerrado (Kauffman *et al.* 1994), o que pode acentuar as condições oligotróficas do solo que por sua vez pode acentuar a condição escleromorfa das plantas de áreas sujeitas ao fogo.

O fragmento Valério, posicionado na fração positiva do segundo eixo está associado com o descritor altura, mais especificamente com o estado de plantas altas (maiores que 3m) e é o fragmento que apresenta a menor frequência de fogo. Moreira (2000), estudando áreas de cerrado sob diferentes níveis de proteção do fogo, observou que plantas maiores estavam presentes em maior número em áreas protegidas. A



diminuição do investimento em órgãos aéreos pode reduzir o impacto de fogo nos indivíduos (Hoffman 1999) o que explica um maior número de indivíduos de menor porte em áreas com maior frequência de fogo .

O hábito palmeira influenciou tanto na ordenação do fragmento Valério quanto Estação Ecológica na fração positiva do primeiro eixo sendo o carácter que mais contribuiu, na PCA, para a separação destes dois fragmentos em relação aos restantes. Nos fragmentos Valério e Estação Ecológica as espécies de palmeiras *Syagrus petraea* e *Attalea geraensis* são bastante freqüentes. Segundo Lorenzi *et al.* (1996) *S. petraea* é bastante comum em toda região central do país, em áreas de cerrado aberto, onde resiste às queimadas freqüentes. Portanto, a presença abundante de *S. petraea* no fragmento Estação Ecológica que não sofre ação do fogo há pelo menos 20 não corrobora com os dados da literatura.

No dendrograma, as áreas que estão sujeitas a um regime freqüente de fogo, Estrela, Graúna, Presídio II, formam um grupo coeso. Tal grupamento pode estar relacionado com a pressão de seleção exercida pelo fogo, ou simplesmente expressa a influência da semelhança fisionômica.

Podemos concluir com base nos resultados deste trabalho que o fogo é um importante agente de seleção no cerrado, influenciando o aumento da frequência de caracteres morfológicos resistentes a queimadas em áreas sob regime de fogo mais freqüente.

### Bibliografia citada

- BOND, W.J. & KEELEY, J.E. 2005. Fire as a global 'herbivore': the ecology and evolution of flammable ecosystem. *Trends in Ecology and Evolution*, 20: 387-394.
- COUTINHO, L.M. 1990. Fire in the Ecology of the Brazilian Cerrado. In: *Fire in the Tropical Biota* (J.G. Goldammer). Springer-Verlag, Berlim, p.82-105.
- COUTINHO, L.M, MIRANDA, H.S. & MORAIS, H.C. 2002. O Bioma do Cerrado e o Fogo: I – Caracterização. *Série Ciências Ambientais*, nº20.
- DELGADO, J.M., BARBOSA, A.F., da SILVA, C.E.F., ZANCHETTA, D., da SILVA, D.A., GIANNOTTI, E., PINHEIRO, G.S., LUTGENS, H.D., FACHIN, H.C., da MOTA, I.S., LOBO, M.T., de NEGREIROS, O.C. & de ANDRADE, W.J. 2004. Plano de Manejo Integrado das Unidades de Itirapina – SP. IF Série Registros. São Paulo. n. 27. p.1-153.
- FIELDLER, N.C., de AZEVEDO, I.N.C., REZENDE, A.V., de MEDEIROS, M.B. & VENTUROILI, F. 2004 Efeitos de incêndios florestais na estrutura e composição florística de uma área de cerrado *sensu stricto* na fazenda Água Limpa – DF. *Revista Árvore*, 28:129-138.
- FERRI, M.G. 1977. Ecologia do Cerrado. In: *IV Simpósio sobre o Cerrado: bases para a utilização agropecuária*. FERRI, M.G. Ed. Itatiaia. Belo Horizonte, p. 15-36.
- GIANOTTI, E. & LEITÃO FILHO, H.F. 1992. Composição florística do cerrado da estação experimental de Itirapina (SP). *Anais do 8 Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo*, p.21-25.

- HOFFMANN, W.A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *Journal of Ecology*, 84: 383-393.
- HOFFMANN, W.A. 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a Neotropical Savanna: matrix model projections. *Ecology*, 80(4): 1354-1369.
- HOFFMANN, W.A. 2002. Direct and indirect effects of fire on radial growth of cerrado savanna trees. *Journal of Tropical Ecology*, 18: 137-142.
- HOFFMANN, W.A. & MOREIRA, A.G. 2002. The role of fire in populations dynamics of woods plants. In: *The Cerrados of Brazil* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis). Columbia University Press, New York. p.159-177.
- KAUFFMAN, J.B, CUMMINGS, D.L & WARD, D,E. 1994. Relationships of fire, biomass and nutrient dynamics along a vegetation gradient in the Brazilian cerrado. *Journal of Ecology*, 82: 519-531.
- LORENZI, H., SOUZA, H. M., MEDEIROS-COSTA, J. T. , SERQUEIRA, L.S.C. & BEHR, N.V. 1996. *Palmeiras no Brasil: Exóticas e Nativas*. Ed. Plantarum, Nova Odessa, SP. 320 p.
- McCUNE, B. & GRACE, J.B. 2002. *Analysis of Ecological Communities*. MjM Software Design, Oregon, 300 p.
- MIRANDA, H.S, BUSTAMANTE, M.M.C. & MIRANDA, A.C. 2002. The fire factor. In: *The Cerrados of Brazil* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis). Columbia University Press, New York. p.51-68.
- MOREIRA, A.G. 2000. Effects of fire protection on savanna structure in central Brazil. *Journal Biogeography*, 27:1021-1029.

- MULLER-DOMBOIS, D. & ELLEMBERG, H. 1974 Aims and methods of vegetation ecology. Wiley International Ed., New York, 547p.
- OLIVEIRA-FILHO, A.T. & RATTER, J.A. 2002. Vegetation physiognomies and woody flora of the Cerrado Biome. In: The Cerrados of Brazil. (P.S. Oliveira & R.J. Marquis). Columbia University Press, New York, p. 91-120.
- PIVELLO, P.V.R. & COUTINHO, L.M. 1992. Transfer of macro-nutrients to the atmosphere during experimental burnings in an open Cerrado (Brazilian savanna). *Journal of Tropical Ecology*, 8:487-497.
- PRADO, H. 2003. Solos do Brasil: Gênese, Morfologia, Classificação, Levantamento, Manejo. 3<sup>a</sup> Ed. Piracicaba. 275 p.
- REATTO, A., CORREIA, J. R. & SPERA, S. T. 1998. Solos do Bioma Cerrado: Aspectos Pedológicos. In: Cerrado: ambiente e flora (S. M. Sano & S.P. de Almeida eds.). Embrapa-CPAC. Planaltina, p.47-88.
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B.M.T. 1998. Fitofisionomias do Bioma Cerrado. In: Cerrado: ambiente e flora (S. M. Sano & S.P. de Almeida, eds.). Embrapa-CPAC. Planaltina, p.89-152.