

Fogo, biomassa e estrutura de altura em cinco fragmentos de cerrado em Itirapina, estado de São Paulo

EDSON JÚNIOR FERREIRA STEFANI^{1,3}

FERNANDA RIBEIRO DA SILVA¹

GABRIELA ATIQUE¹

JOSÉ NASCIMENTO JUNIOR¹

SERGIANNE FRISON²

Efeito do fogo em fragmentos cerrado

¹ Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal , Instituto de Biologia, Caixa postal 6109, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-970 Campinas, SP.

² Programa de Pós-Graduação em Ciência Florestal, – Depto de Ciências Florestais, Campos de Botucatu- Rua dos Lavradores, Campos Lageado, Botucatu SP, Universidade Estadual Paulista Julio de Mesquita Filho – Faculdade de Ciências Agrônômicas - ³ Autor para correspondência: juniorferreirastefani@yahoo.com.br

Resumo (Fogo, biomassa e altura em cinco fragmentos de cerrado em Itirapina, estado de São Paulo) O fogo no cerrado pode causar elevadas taxas de mortalidade de plantas e, como consequência, ocorrem mudanças na riqueza, diversidade e estrutura das comunidades. Neste estudo analisamos a influência das diferentes frequências de incêndios sobre a biomassa e a altura de cinco fragmentos de cerrado. Fizemos 10 transectos por fragmento, com distância de 10 metros entre eles, e a cada 10 metros no transecto instalamos um ponto. Cada ponto foi dividido em quatro quadrantes e os indivíduos mais próximos do ponto em cada quadrante e com PNS \geq 10 cm foram amostrados. A biomassa foi inferida por meio do volume cilíndrico em pé, e utilizamos o teste de Kruskal-Wallis para analisar a variação da biomassa, diâmetro e altura dos indivíduos entre os fragmentos, pois os dados não apresentaram normalidade. Esperávamos que fragmentos sujeitos a maior frequência de incêndios apresentassem menores valores de biomassa e maior número de plantas com menor diâmetro de caule e altura. Não encontramos diferenças quanto à biomassa e o diâmetro entre os indivíduos sob diferentes regimes de perturbação por fogo. Porém, encontramos relação na altura: os fragmentos queimados com maior frequência tinham plantas menores do que aqueles protegidos do fogo por longos períodos de tempo.

Palavras-chave: Altura, Incêndio, Diâmetro, Volume cilíndrico

Introdução

A Província dos Cerrados é formada por um mosaico de fitofisionomias mais abertas ou fechadas que podem variar desde campos limpos com pouca vegetação lenhosa a outras com alta densidade arbórea. Suas plantas apresentam um conjunto de adaptações para a vida em solos oligotróficos (por vezes tóxicos), estresse hídrico e incêndios recorrentes, os quais são registrados há pelo menos 32.000 anos (Ferraz-Vicentini 1993, *apud* Miranda & Sato 2005).

Embora as espécies de plantas dos cerrados apresentem várias adaptações aos incêndios, como presença de xilopódio, ritidoma espesso, proteção às gemas e alta capacidade de rebrota, o fogo causa danos, sendo um dos principais agentes modificadores da estrutura e composição de espécies (Medeiros & Miranda 2005). Entre os efeitos do fogo estão relatadas mudanças nas taxas de crescimento e sucesso reprodutivo (Hoffmann & Moreira 2002; Schmidt *et al.* 2005), diminuição do estabelecimento de plântulas e a morte da parte aérea (*topkill*) ou até mesmo a morte de toda a planta (Miranda & Sato 2005).

As queimadas naturais nos cerrados ocorrem com mais frequência na estação chuvosa (Miranda & Sato 2005). No entanto, as intensas atividades agrícolas no Brasil central têm provocado um aumento do número de incêndios na estação seca, o que favorece a vegetação rasteira e cria fitofisionomias mais abertas. Incêndios recorrentes podem interferir na capacidade de sobrevivência das rebrotas, e queimadas em intervalos de um a quatro anos causam elevada taxa de mortalidade de plantas lenhosas (Miranda & Sato 2005). Assim, ocorre diminuição na diversidade vegetal devido à eliminação de espécies pouco resistentes (Hoffmann & Moreira 2002).

A interação entre outros fatores, como fertilidade dos solos, precipitação e histórico de perturbações, também podem interferir na riqueza, diversidade e estrutura de comunidades do cerrado (F. Martins, *com.pess.*). No entanto, em escala curta de tempo (anos ou décadas) o fogo

talvez seja o fator que mais varia e influencia na composição florística e na estrutura da vegetação (Coutinho 1982, 1990; Hoffman & Moreira 2002).

Neste estudo testamos a influência da frequência de incêndios sobre a biomassa e a altura em cinco fragmentos de cerrado no município de Itirapina, estado de São Paulo. Assumimos como premissa que queimadas atuam destruindo as partes aéreas das plantas, interferindo na estrutura da comunidade (Hoffmann & Moreira 1999, Medeiros & Miranda 2005). Esperamos que fragmentos sujeitos a uma maior frequência de incêndios apresentem menores valores de biomassa e maior número de plantas nas classes iniciais de diâmetro e de altura.

Material e métodos

Áreas de estudo

Realizamos as amostragens em cinco fragmentos de Cerrado submetidos a diferentes frequências de incêndios, localizados no município de Itirapina, estado de São Paulo (Tabela 1). Nos fragmentos Graúna e Estrela (queimados pelo menos a cada dois anos) a fisionomia é de Cerrado sentido restrito, onde ocorrem árvores baixas esparsas, inclinadas, tortuosas, com ramificações irregulares e retorcidas (Ribeiro & Walter 1998). A fisionomia dos fragmentos Valério e Conquista é de Cerrado Denso e caracteriza-se por possuir uma cobertura vegetal predominantemente arbórea, com altura média entre 5 e 8 m (Ribeiro & Walter 1998). O fragmento Pedregulho apresenta fisionomia de Cerradão com dossel predominantemente contínuo e estrato arbóreo variando de 8 a 15 metros. Todos os fragmentos possuem solo tipo Neossolo Quartzarênico, exceto Pedregulho, com Latossolo Vermelho-Escuro (Tabela 1). O clima da região é do tipo temperado macrotérmico com inverno seco não rigoroso, sendo a temperatura média do mês mais frio inferior a 18°C e a do mês mais quente superior a 22 °C.

Coleta e análise de dados

Utilizamos o método de ponto-quadrante (Mueller-Dombois & Ellenberg 1974) para a obtenção dos dados. Em cada fragmento estabelecemos 10 transecções em linha reta, onde cada uma foi distanciada da adjacente cerca de 10 metros, e a cada 10 metros na transecção instalamos um ponto, em cada ponto foram amostrados quatro indivíduos. Incluímos na amostragem apenas indivíduos que possuíam CAB (Circunferência no nível do solo) ≥ 10 cm e para cada indivíduo tomamos as medidas de altura, CAB e distância ao ponto.

Para o cálculo do volume (m^3) dos indivíduos por fragmento de Cerrado avaliado, utilizamos a distância corrigida individual (DC_i):

$$DC_i = D + \frac{(CAB)}{2\pi}$$

onde,

D= distância do ponto ao indivíduo,

CAB= Circunferência no nível do solo

Diâmetro no no nível do solo (DAB):

$$DAB = \frac{CAB}{\pi}$$

Distância média (Dm):

$$Dm = \frac{\sum Di}{N}$$

onde: $\sum Di$ = Somatório das distâncias dos pontos aos indivíduos,

N= Número de Indivíduos.

Área média (Am):

$$Am = Dm^2$$

Área total (At):

$$At = Am \cdot N$$

Área basal individual (Ai):

$$Ai = \frac{(DAP)^2 \cdot \pi}{4}$$

Volume médio individual (VMi),

$$VMi = \frac{Ai}{h},$$

onde:

Vmi = Volume médio individual,

$A \cdot h$

$$Ve = \frac{VM \cdot 10000}{\text{Área M}} = m^3/ha$$

O volume cilíndrico em pé foi a medida escolhida para representar a biomassa. Para testar as diferenças de biomassa entre os fragmentos dividimos os transectos em 10 blocos, de maneira a obter 10 pontos em cada bloco. Para cada transecção obtemos um valor médio de volume por área e utilizamos esses valores para testar diferenças das biomassas entre fragmentos. Assim, utilizamos esses valores médios de biomassa para cada transecto e submetemos ao teste de Kruskal-Wallis, por não apresentarem homocedasticidade de variâncias. As palmeiras sem caule aéreo foram retiradas das amostras para o cálculo do volume.

Para testar as diferenças individuais na altura e diâmetro para cada indivíduo por fragmento de Cerrado, utilizamos o teste de Kruskal-Wallis.

Resultados

Biomassa

Não encontramos diferença na biomassa entre os fragmentos (Figuras 1 e 2).

O fragmento de cerrado no qual registramos a maior biomassa foi Valério, opondo-se a Estrela com o menor valor. Estrela se diferenciou das áreas que sofrem menor frequência de fogo (Conquista e Valério), porém não se distinguiu de Pedregulho que apresenta solo diferente dos demais fragmentos.

Distribuição de diâmetros e altura

Embora os fragmentos apresentem diferentes frequências de incêndios, não encontramos diferenças significativas no diâmetro dos caules ($H=12.86$, $p>0.005$). Em relação à altura, encontramos diferenças entre os fragmentos sujeitos a diferentes frequências de incêndios.

Encontramos diferenças quanto à altura das espécies lenhosas entre os fragmentos ($H=377.2$, $p<0.001$) (Figura 4). Graúna e Estrela, locais com maior frequência de incêndios, possuem altura bastante semelhante: 48% e 42% dos indivíduos, respectivamente, com até 2 m de altura (Figura 3 B).

Nos fragmentos menos frequentemente queimados, Conquista e Valério, encontramos semelhanças quanto à altura, apresentando a maior parte dos indivíduos com dois a quatro metros. Pedregulho, que também sofre poucas queimadas, mostra distribuição de classes de altura diferente dos demais fragmentos. A maior parte dos indivíduos (38%) possui alturas entre quatro e seis metros.

Discussão

Biomassa

Nossos resultados não nos permitiram afirmar se o fogo atua aumentando ou diminuindo a biomassa de fisionomias de cerrado. Cardoso *et al.* (2003) encontraram resultado similar para a biomassa aérea de gramíneas, sem diferenças entre áreas com e sem queima. Entretanto, Silva *et al.* (2005) encontraram que incêndios florestais atuam na diminuição da biomassa de espécies arbóreas e arbustos. Miranda & Sato (2005) inferem ainda que os incêndios ocasionam efeitos negativos diretos nas taxas de crescimento das plantas e na sobrevivência das sementes. Estes diferentes resultados encontrados pelos autores nos levam a supor que os efeitos isolados do fogo são de difícil predição, pois provavelmente o fogo atua em conjunto com outros fatores na determinação da biomassa.

O fragmento de Cerrado no qual registramos a maior biomassa foi o Valério, opondo-se a Estrela com o menor valor. Estrela se diferenciou das áreas que sofrem menor frequência de fogo, Conquista e Valério, porém não se distinguiu de Pedregulho que apresenta solo diferente dos demais fragmentos. Esses resultados sugerem que nem o fogo, nem o solo determinam a biomassa nos fragmentos de cerrados avaliados, ou que estes dois fatores em conjunto determinam a biomassa.

Silva & Batalha (2008) sugeriram que comunidades protegidas contra o fogo talvez sejam limitadas pela perda de nutrientes do solo em relação àquelas queimadas anualmente, onde os nutrientes são absorvidos pela argila e gradativamente transferidos ao solo, ocasionando um efeito positivo indireto da ação do fogo (Hoffmann 1996, 1998, 2002). Por outro lado, queimadas muito frequentes podem diminuir as reservas de carboidratos necessários ao crescimento pós-fogo e causar a perda líquida de nutrientes do ecossistema (Miyanishi & Kellman 1986).

Distribuição de diâmetros e alturas

Diferentes frequências de incêndios não causaram variações entre os diâmetros das plantas nos cinco fragmentos estudados. A constância de diâmetros entre os fragmentos pode estar ligada a disponibilidade de nutrientes ou a características intrínsecas das espécies.

Diferentemente dos diâmetros, as alturas das plantas nos diferentes fragmentos parecem apontar a existência de relação com o fogo. Graúna e Estrela (os fragmentos mais intensamente queimados), possuem quase metade de suas plantas lenhosas com até 2 m de altura, fato que provavelmente ocorre devido a passagem de incêndios recorrentes nessas áreas. Estes incêndios frequentes atuam destruindo a parte aérea das plantas, e o pequeno intervalo entre as queimadas não permite que as plantas recuperem as alturas, resultando numa fisionomia de baixo porte.

Os fragmentos que sofrem menor frequência de incêndios puderam ser divididos em dois grupos em relação a suas alturas: Conquista-Valério e Pedregulho. A diferença entre Pedregulho e o grupo Conquista-Valério pode estar ligada ao tipo de solo dos fragmentos: Conquista e Valério possuem solo do tipo Neossolo quartzarênico, que retém pouca água, enquanto Pedregulho possui Latossolo vermelho escuro, que retém até três vezes mais água que o Neossolo quartzarênico (Reatto *et al.* 1998).

Não encontramos relação entre o diâmetro das plantas e os incêndios, mas mostramos que as queimadas regulares afetam a altura das plantas nos fragmentos: os mais frequentemente queimados possuem plantas menores do que aqueles protegidos do fogo por longos períodos de tempo. Contudo, como os solos possuem características distintas, não podemos inferir sobre apenas um fator determinante para a altura da vegetação.

Como não encontramos diferenças de biomassa entre áreas sujeitas à frequência de fogo diferente, sugerimos que o fogo não é um fator que está determinando isoladamente a diminuição ou aumento da biomassa de plantas lenhosas nesses fragmentos. O solo também parece não gerar

essas diferenças, pois Pedregulho não se diferenciou dos demais fragmentos. Outros fatores relacionados à perturbações e/ou estratégias de sobrevivência, bem como outros efeitos bióticos e abióticos podem estar associados às diferenças entre as biomassas nos fragmentos estudados. Fatores como o pastejo, retirada seletiva de espécies, competição intra e interespecífica, investimento em crescimento subterrâneo das raízes, disponibilidade hídrica, fertilidade do solo, histórico de perturbação e mesmo o fogo, podem estar atuando em conjunto.

Referências bibliográficas

- CARDOSO, E.L., CRISPIM, S.M.A., RODRIGUES, C.A.G. & BARIONI JÚNIOR, E.W. 2003. Efeitos da queima na dinâmica da biomassa aérea de um campo nativo no Pantanal. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 38: 747-752.
- COUTINHO, L.M. 1990. Fire in the ecology of the Brazilian cerrado. *In: Fire in the tropical biota* (Goldammer J. G.,ed). Springer, Berlin, p 81-103.
- COUTINHO, L. M. 1982. Ecological Effects of fire in Brazilian cerrado. *In: Ecology of tropical savannas* (B. J. Huntley & B. H. Walker, eds.). Springer-Verlag, Berlin.
- GOTTSBERGER, G. & SILBERBAUER-GOTTSBERGER, I. 2006. Life in the cerrado: a South American tropical seasonal vegetation, Vol 1: Origin, structure, dynamics and plant use. Reta, Ulm.
- HOFFMAN, W.A. 1996. The effects of fire and cover on seedling establishment in a neotropical savanna. *Journal of Ecology* 84:383-393.
- HOFFMAN, W.A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savanna: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal Applied Ecology* 35:422-433.
- HOFFMANN, W. A. & MOREIRA, A. G. 1999. Fire and population dynamics of woody plants in a neotropical savanna: matrix model projections. *Ecology* 80: 1354-1369.
- HOFFMANN, W.A. & MOREIRA, A.G. 2002. The role of fire in population dynamics of woody plants. *In: The Cerrado of Brazil. Ecology and natural history of a neotropical savanna* (P.S. Oliveira & R.J. Marquis, eds.). Columbia University Press, Nova York, p. 159-177.

- HOFFMAN, W.A. 2002. Direct and indirect effects of fire on radial growth of cerrado savanna trees. *Journal of Tropical Ecology* 18:137-1.
- MEDEIROS, M.B. & MIRANDA, H.S. 2005. Mortalidade pós-fogo em espécies lenhosas de campo-sujo submetido a três queimadas prescritas anuais. *Acta Botanica Brasilica* 19:493-500.
- MIRANDA, H. S. & SATO, M. N. 2005. Efeitos do fogo na vegetação lenhosa do Cerrado. *In: Cerrado: Ecologia, Biodiversidade e Conservação* (A. Scariot; J. C. Sousa-Silva; J. M. Felfili, orgs.). Brasília: Ministério do Meio Ambiente.
- MOREIRA, A. G. 2000. Effects of fire protection on savanna structure in Central Brazil. *Journal of Biogeography*. 27:1021–1029.
- MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. 1974. Aims and methods of vegetation ecology. John Willey & Sons, New York.
- 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. Almeida, eds.).
- RIBEIRO, J.F. & WALTER, B. M. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In Cerrado: ambiente e flora* (S. M. Sano & S. P. Almeida, eds.). EMBRAPA-CPAC, Planaltina.
- SILVA, V. F., OLIVEIRA-FILHO, A.T., VENTURIN, N., CARVALHO, W.A.C. & GOMES, J.B.V. 2005. Impacto do fogo no componente arbóreo de uma floresta estacional semidecídua no município de Ibituruna, MG, Brasil. *Acta Botanica Brasílica* 19: 701-716.

SILVA, D.M. & BATALHA, M.A. 2008. Soil–vegetation relationships in cerrados under different fire frequencies. *Plant soil*.

MIYANISHI, K. & KELLMAN, M. 1986. The role of root nutrient reserves in regrowth of two savanna shrubs. *Canadian Journal of Botany* 64:1244-1248.

SCHMIDT, I. B., SAMPAIO, A. B. & BORGHETTI, F. 2005. Efeitos da época de queima sobre a reprodução sexuada e estrutura populacional de *Heteropterys pteropetala* (Adr. Juss.), Malpighiaceae, em áreas de Cerrado sensu stricto submetidas a queimas bienais. *Acta Botânica Brasilica* 19(4): 927-934.

Tabela 1. Informações sobre os fragmentos de Cerrado estudados e suas características quanto à frequência de incêndios e tipo de solo, em Itirapina, estado de São Paulo (F. Martins, com. Pess.).

Fragmento	Incêndios	Tipo de solo
Graúna	Aproximadamente a cada dois anos	Neossolo quartzarênico
Estrela	Aproximadamente a cada dois anos	Neossolo quartzarênico
Conquista	Último incêndio em 1991	Neossolo quartzarênico
Valério	Último incêndio em 1964	Neossolo quartzarênico
Pedregulho	Último incêndio em 1964	Latossolo vermelho escuro

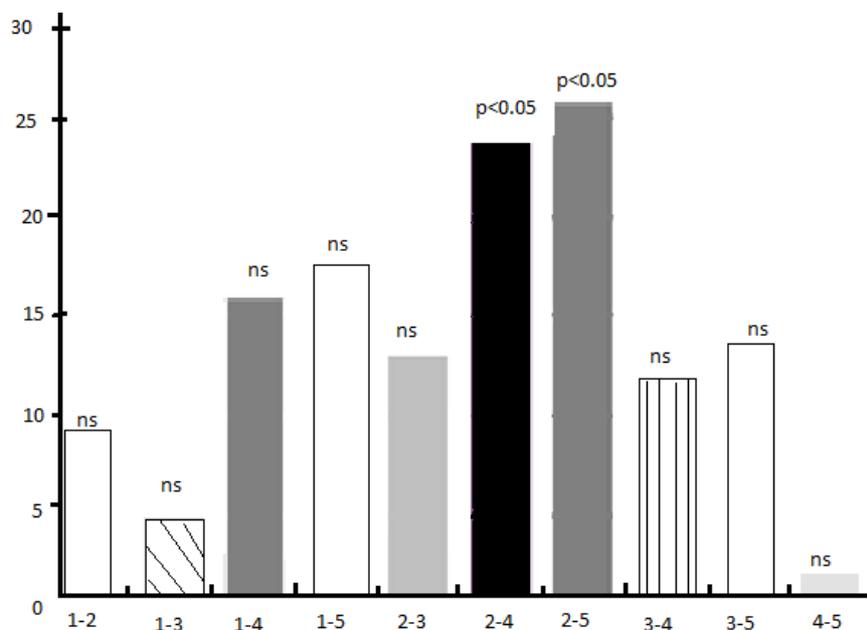


Figura 1. Resultado do teste Kruskal-Wallis de comparação de volume entre os cinco fragmentos de Cerrado avaliados. 1-Graúna, 2-Estrela, 3-Pedregulho, 4-Conquista, 5-Valério ($H= 22.04$, $p=0.002$, ns= não significativo, p =significância) no Município de Itirapina, São Paulo.

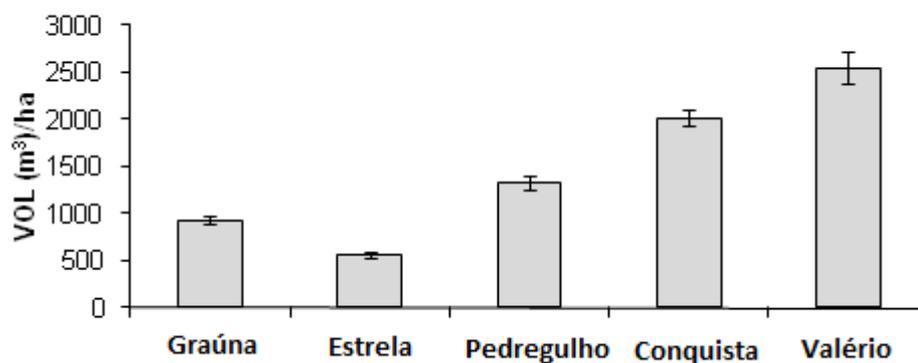


Figura 2. Estimativa de volume (m^3) por hectare e desvio padrão de cinco fragmentos de Cerrado, no município de Itirapina, São Paulo.

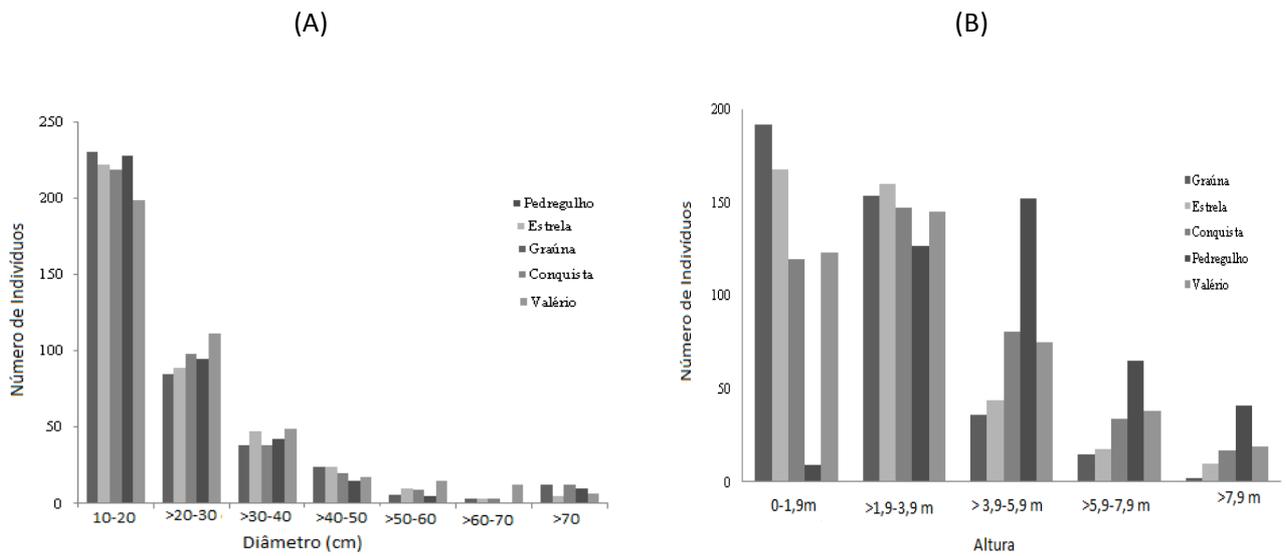


Figura 3. Classes de diâmetro (A) e altura (B) das espécies vegetais estudadas nos cinco fragmentos de cerrado, no Município de Itirapina, São Paulo.

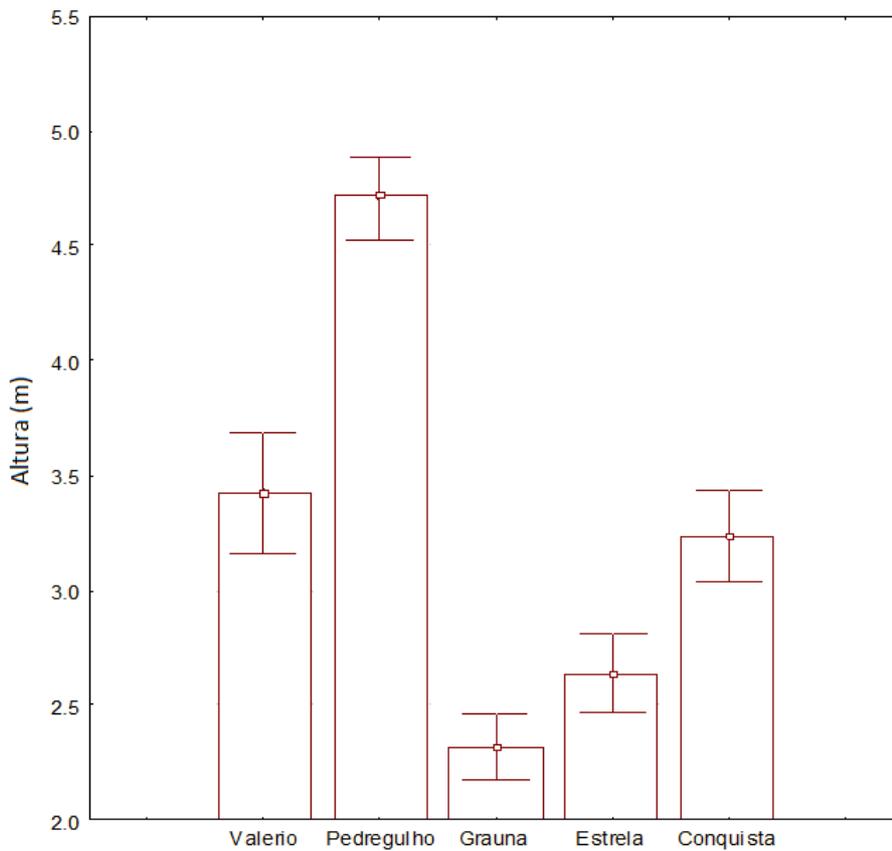


Figura 4. Resultado do teste de Kruskal-Wallis da diferença entre altura de indivíduos, em fragmentos de Cerrado, no Município de Itirapina, São Paulo (Barras representam o erro padrão).