

**Área basal e densidade estão relacionadas a variações na precipitação em uma comunidade arbustivo-arbórea de cerrado?**

ANGÉLICA ROBATINO<sup>1</sup>, GABRIEL DE CASTRO VASCONCELLOS SAENZ<sup>2</sup>, GRAZIELLE SALES TEODORO<sup>2</sup>, ZILDAMARA DOS REIS HOLSBACK<sup>2</sup> e ZULQARNIAN<sup>2</sup>

(Relações entre área basal, densidade e precipitação no cerrado)

---

<sup>1</sup> Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Caixa Postal 6109, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-970 Campinas, SP, Brasil.

<sup>2</sup> Programa de Pós-Graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Caixa Postal 6109, Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, 13083-970 Campinas, SP, Brasil.

Autores para correspondência: Grazielle S. Teodoro [gsales.bio@gmail.com](mailto:gsales.bio@gmail.com)

**RESUMO:** (Área basal e densidade estão relacionadas a variações na precipitação em uma comunidade arbustivo-arbórea de cerrado?) A precipitação é um fator limitante na maioria dos ecossistemas méxicos, como os cerrados. Nesses ambientes ocorre baixa disponibilidade de água para o recrutamento, crescimento, reprodução, ciclagem de nutrientes e produtividade líquida do ecossistema. Nosso objetivo foi responder se existe relação entre variações anuais de precipitação, área basal e densidade da comunidade arbustivo-arbórea em um fragmento de cerrado denso. Realizamos o estudo em Itirapina – SP, onde coletamos os dados em uma parcela permanente de 40m x40 m. Os procedimentos de coleta foram padronizados e realizados entre 2002 e 2011. Para alcançar nosso objetivo, utilizamos dados de área basal e densidade de indivíduos para a comunidade arbustivo-arbórea. Não encontramos correlação entre a área basal, densidade para comunidade e pluviosidade anual. Apesar do longo período de tempo analisado nesse trabalho, verificamos que a diminuição da pluviosidade em alguns anos não foi um fator limitante para o incremento em área basal e densidade de indivíduos no fragmento estudado, o que pode estar relacionado ao sistema subterrâneo profundo apresentado pelas espécies de Cerrado.

Palavras-chave: cerrado denso, pluviosidade, seca

## Introdução

A precipitação é um fator limitante na maioria dos ecossistemas mésicos (Weltzin *et al.* 2003), essas regiões são altamente dependentes da disponibilidade de água para o recrutamento, crescimento, reprodução, ciclagem de nutrientes e produtividade líquida do ecossistema (Smith *et al.* 2000, Weltzin *et al.* 2003). Modelos climáticos mostram que emissões antrópicas de gases do efeito estufa podem causar um aumento da temperatura superficial global média entre 1,4°C e 5,8°C durante este século e secas severas poderão tornar-se mais frequentes (Easterling *et al.* 2000, IPCC 2007). Tal aquecimento pode alterar padrões globais de circulação de massas de ar e ciclo hidrológico, o que pode acarretar mudanças nos regimes de precipitação global e regional, e diminuição da disponibilidade hídrica para plantas em muitos ecossistemas (Easterling *et al.* 2000).

A savana neotropical é um ecossistema mésico que configura a segunda maior formação vegetal na América do Sul, sendo que o Cerrado brasileiro compreende a maior formação das Américas, com cobertura de aproximadamente dois milhões de quilômetros quadrados (Goodland 1971). Os principais fatores que influenciam a estrutura da vegetação nos Cerrados incluem pronunciada sazonalidade de precipitação, frequência de fogo, baixa fertilidade dos solos (Haridasan 2000), altas temperaturas e baixa umidade (Scholz *et al.* 2010). A baixa umidade relativa no Cerrado impõe alta demanda evaporativa durante a prolongada estação seca (Scholz *et al.* 2010).

Os modelos para explicar o funcionamento de savanas neotropicais consideram as variações sazonais na disponibilidade de água como o principal fator limitante da produtividade vegetal (Medina & Silva 1990). No Cerrado a sazonalidade é dada pela presença de uma estação seca de quatro a seis meses de duração, que reduz a disponibilidade de água principalmente nas camadas superficiais do solo durante esta estação (Nardoto *et al.* 1998, Jackson *et al.* 1999). Diante disso, nosso objetivo foi responder se existe relação entre variações anuais de precipitação, área basal e densidade da comunidade arbustivo-arbórea em um fragmento de cerrado denso? Desta forma, nossa hipótese é de

que em anos com precipitação mais elevada haveria um maior incremento em área basal e aumento da densidade da comunidade arbustivo-arbórea.

### **Material e Métodos**

Área de Estudo – Realizamos o estudo em um fragmento localizado na Estação Experimental de Itirapina (E.E.I.), no município de Itirapina – SP (22°15'51"S 47°51'10"W), denominado Valério. Esse fragmento está a uma altitude média de 760m e apresenta fisionomia de cerrado denso (F. Martins *comm. pess.*). O clima da região é caracterizado como Cwa - temperado macrotérmico com inverno seco não rigoroso, com precipitação anual média de 1.425mm (Delgado 1994) e o solo é classificado como Neossolo Quartzarênico (Oliveira & Prado 1984).

Coleta e Análise de Dados – Coletamos os dados em uma parcela permanente de 40m x 40m composta por 64 sub-parcelas de 5m x5m, totalizando uma área de 0,16ha. O critério de inclusão adotado para os indivíduos foi diâmetro a altura do solo (DAS)  $\geq$  3cm). Utilizamos um banco de dados coletados de maneira padronizada desde 2002 ao qual acrescentamos os dados de 2011.

Calculamos os valores de área basal a partir do diâmetro à altura do solo (DAS) com a seguinte fórmula:  $AB=(DAS/2)^2 \cdot \pi$ , onde AB= área basal. Utilizamos os dados de precipitação anual do período entre 2001 e 2010, disponibilizados no site do CIIAGRO ([www.ciiagro.sp.gov.br](http://www.ciiagro.sp.gov.br)). Calculamos a taxa de crescimento em relação a área basal e densidade de indivíduos na comunidade para avaliar as diferenças entre os anos, utilizando a fórmula:

$$\lambda = \sqrt[t]{\frac{N_t}{N_0}}$$

Onde:  $\lambda$  é a taxa de crescimento;  $N_0$  é valor de área basal/densidade inicial e  $N_t$  é o valor de área basal/densidade no tempo t.

Para análise dos dados, como a distribuição dos dados de área basal, densidade e pluviosidade não foi normal mesmo após transformação em logaritmos, utilizamos correlação de Spearman com tempo de atraso (*time lag*) de um e dois anos com o programa R Development Core Team (2010).

## **Resultados**

A amplitude de variação da área basal na comunidade foi de 41,47 m<sup>2</sup>/ha em 2003 a 49,14 m<sup>2</sup>/ha em 2004 e para pluviosidade anual essa amplitude foi de 1081,2mm em 2008 a 1913,2mm em 2009 (Figura 1). A densidade de indivíduos da comunidade variou de 4725 ind/ha em 2009 a 6293,74 ind/ha em 2004 (Figura 2).

Não houve correlação a área basal, densidade de indivíduos da comunidade e pluviosidade total (Tabela 1). Com relação ao tempo de atraso, também não houve correlação para um ano (Tabela 1) nem para dois anos anteriores em relação à amostragem da área basal e densidade da comunidade (Tabela 1).

## **Discussão**

O resultado obtido não corroborou nossa hipótese. No entanto, para muitos ecossistemas, como as florestas tropicais, existe uma relação positiva entre aumento da pluviosidade e incremento em área basal da comunidade (Brienen & Zuidema 2005). Segundo Worbes (1999), para essas florestas uma estação seca com menos de 50 mm de chuva, resulta na redução do crescimento em diâmetro devido diminuição da atividade cambial para muitas espécies, resultando em diminuição do incremento em área basal da comunidade.

O fato de não encontrarmos correlação entre pluviosidade, área basal e densidade de indivíduos para a comunidade possivelmente é devido ao sistema radicular profundo das espécies de Cerrado (Sarmiento *et al.* 1985, Oliveira *et al.* 2005). Nessa província muitas espécies possuem sistema

radicular com cerca de 10 metros de profundidade com mais de 50% da sua biomassa alocada para baixo do solo (Sarmiento *et al.* 1985). Dessa forma, as plantas são capazes de acessar a água estocada profundamente no solo durante períodos de baixa disponibilidade de água e alta demanda evaporativa, o que permite que as espécies mantenham as taxas de transpiração e fixação de carbono (Jackson *et al.* 1999, Meinzer *et al.* 1999). De acordo com Oliveira *et al.* (2005) o uso de águas profundas é importante para o balanço de água das comunidades de Cerrado durante a estação seca, o acesso a água contida na profundidade do solo pode contribuir com 83% do total de água utilizado pelas espécies arbóreas dos Cerrados. O déficit hídrico sazonal pode exercer um efeito em plântulas e indivíduos jovens que ainda não possuem um sistema radicular profundo, nessa situação as raízes ficariam mais expostas à escassez de água nas camadas superficiais do solo (Kanegae *et al.* 2000).

Considerando a planta como um todo, estudos mostraram que a perda diária de água e taxas fotossintéticas apresentada pelas espécies do Cerrado foram semelhantes entre as estações seca e úmida (Bucci *et al.* 2005, 2008). Esses dados mostram que as plantas possuem acesso a água na estação seca, dessa forma, em anos mais secos avaliados, o déficit hídrico não foi o fator limitante para diminuição da área basal e densidade da comunidade.

Concluimos que apesar do longo período de tempo desse trabalho (nove anos), a ausência de correlação entre as variáveis testadas, demonstra que a diminuição da pluviosidade entre os anos estudados não foi um fator limitante para o incremento em área basal e densidade no fragmento, o que pode estar relacionado ao sistema subterrâneo profundo apresentado pelas espécies de Cerrado.

### **Referências Bibliográficas**

BRIENEN, R. J. & ZUIDEMA, P. A. 2005. Relating tree growth to rainfall in Bolivian rain forests: a test for six species using tree ring analysis. *Oecologia* 146: 1–12.

- BUCCI, S.J., GOLDSTEIN, G., MEINZER, F.C., FRANCO, A.C., CAMPANELLO, P. & SCHOLZ, F.C. 2005. Mechanisms contributing to seasonal homeostasis of minimum leaf water potential and predawn disequilibrium between soil and plants in Neotropical savanna trees. *Trees* 19: 296–304.
- BUCCI, S. J., SCHOLZ, F.G., GOLDSTEIN, G., MEINZER, F. C., FRANCO, A.C., ZHANG, Y. & HAO, G. Y. 2008. Water relations and hydraulic architecture in Cerrado trees: adjustments to seasonal changes in water availability and evaporative demand. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 20(3): 233-245.
- CENTRO INTEGRADO DE INFORMALÇÕES AGROMETEREOLÓGICAS [www.ciiagro.sp.gov.br](http://www.ciiagro.sp.gov.br)  
<acesso em 02 de fevereiro de 2010>
- DELGADO, J.M. (coord.) 1994. Plano de manejo integrado das unidades de Itirapina-SP. Instituto Florestal de São Paulo, São Paulo.
- EASTERLING, D. R., MEEHL, G.A., PARMESAN, C., CHANGNON, S.A., KARL, T.R. & MEARNS, L. O. 2000. Climate extremes: Observations, modeling, and impacts. *Science* 289: 2068–2074.
- GOODLAND, R. 1971. A physiognomic analysis the Cerrado vegetation of Central Brazil. *Journal of Ecology* 59: 411–419.
- HARIDASAN, M. 2000. Nutrição mineral das plantas nativas do Cerrado. *Brazilian Journal of Plant Physiology* 12: 54–64
- IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change). 2007. *Climate change 2007: impacts, adaptation and vulnerability. Contribution of Working Group II to the fourth assessment report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.* New York, NY: Cambridge University Press.

- JACKSON, P.C., MEINZER, F.C., BUSTAMENTE, M., GOLDSTEIN, G., FRANCO, A., RUNDEL, P. W., CALDAS, L., IGLER, E. & CAUSIN, F. 1999. Partitioning of soil water among tree species in a Brazilian Cerrado ecosystem. *Tree Physiology* 19: 717-724.
- KANEGAE, M. F., BRAZ, V. S. & FRANCO, A. C. 2000. Efeitos da seca sazonal e disponibilidade de luz na sobrevivência e crescimento *Bowdichia virgilioides* em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. *Revista Brasileira de Botânica* 23: 459-468.
- MEDINA, E. & SILVA, J.F. 1990. Savannas of northern South America: a steady-state regulated by water-fire interactions on a background of low nutrient availability. *Journal of Biogeography* 17:403-413.
- MEINZER, F.C., GOLDSTEIN, G., FRANCO, A. C., BUSTAMANTE, M., IGLER, E., JACKSON, P., CALDAS, L. & RUNDEL, P. W. 1999. Atmospheric and hydraulic limitations on transpiration in Brazilian Cerrado woody species. *Functional Ecology* 13: 273-282.
- NARDOTO, G.B., SOUZA, M.P. & FRANCO, A.C. 1998. Estabelecimento e padrões sazonais de produtividade de *Kielmeyera coriacea* (Spr) Mart. nos cerrados do Planalto Central: efeitos do estresse hídrico e sombreamento. *Revista Brasileira de Botânica* 21:313-319.
- OLIVEIRA, R. S., BEZERRA, L., DAVIDSON, E. A., PINTO, KLINK, C. A., NEPSTAD, D. C. & MOREIRA, A. 2005. Deep root function in soil water dynamics in cerrado savannas of central Brazil. *Functional Ecology* 19: 574-581.
- OLIVEIRA, J.B. e PRADO, H. 1984. Levantamento pedológico semidetalhado do Estado de São Paulo: quadrícula de São Carlos II. *Boletim Técnico do Instituto Agrônomo de Campinas*, v.98.
- PHILLIPS, O. L., VAN DER HEIJDEN, G., LEWIS, S. L. *et al.* 2010. Drought-mortality relationships for tropical forest. *New Phytologist* 187: 631-646.

- PHILLIPS, O.L., ARAGÃO, L. E. O. C., LEWIS, S.L., FISHER, J.B., LLOYD, J., LOPEZ-GONZALEZ, G., MALHI, Y., MONTEAGUDO, A., PEACOCK, J. *et al.* 2009. Drought sensitivity of the Amazon rainforest. *Science* 323: 1344–1347.
- R DEVELOPMENT CORE TEAM. 2010. R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.
- SARMIENTO, G., GOLDSTEIN, G. & MEINZER, R. 1985. Adaptive strategies of woody species in neotropical savannas. *Biological Reviews* 60: 315–355.
- SCHOLZ, F. G., BUCCI, S. J., HOFFMANN, W. A., MEINZER, F. C. & GOLDSTEIN, G. 2010. Hydraulic lift in a Neotropical savanna: Experimental manipulation and model simulations. *Agricultural and Forest Meteorology* 150: 629-639.
- SMITH, S.D., HUXMAN, T. E., ZITZER, S. F., CHARLET, T. N., HOUSMAN, D.C., COLEMAN, J.S., FENSTERMAKER, L. K., SEEMANN, J. R. & NOWAK, R. S. 2000. Elevated CO<sub>2</sub> increases productivity and invasive species success in an arid ecosystem. *Nature* 208:79–82.
- WELTZIN, J. F., BELOTE, R. T. & SANDERS, N.J. 2003. Biological invaders in a greenhouse world: Will elevated [CO<sub>2</sub>] enhance the spread and impact of plant invaders? *Frontiers in Ecology and the Environment* 1: 146–153.
- WORBES, M. 1999. Annual growth rings, rainfall-dependent growth and long-term growth patterns of tropical trees from the Caparo Forest Reserve in Venezuela. *Journal of Ecology* 87: 391–403.

Tabela 1. Correlação de Spearman com tempo de atraso de um ano e dois anos entre as variáveis: Área Basal e densidades da comunidade e pluviosidade anual para o fragmento Valério, Itirapina – SP. (AB= Área Basal; Dens.=Densidade)

	<b>Pluviosidade anual (Um ano de atraso)</b>	<b>Pluviosidade anual (Dois anos de atraso)</b>
<b>AB Comunidade</b>	rho=0,29; p=0,40	rho=-0,30; p=0,38
<b>Dens. Comunidade</b>	rho=0,18; p=0,60	rho=-0,12; p=0,73

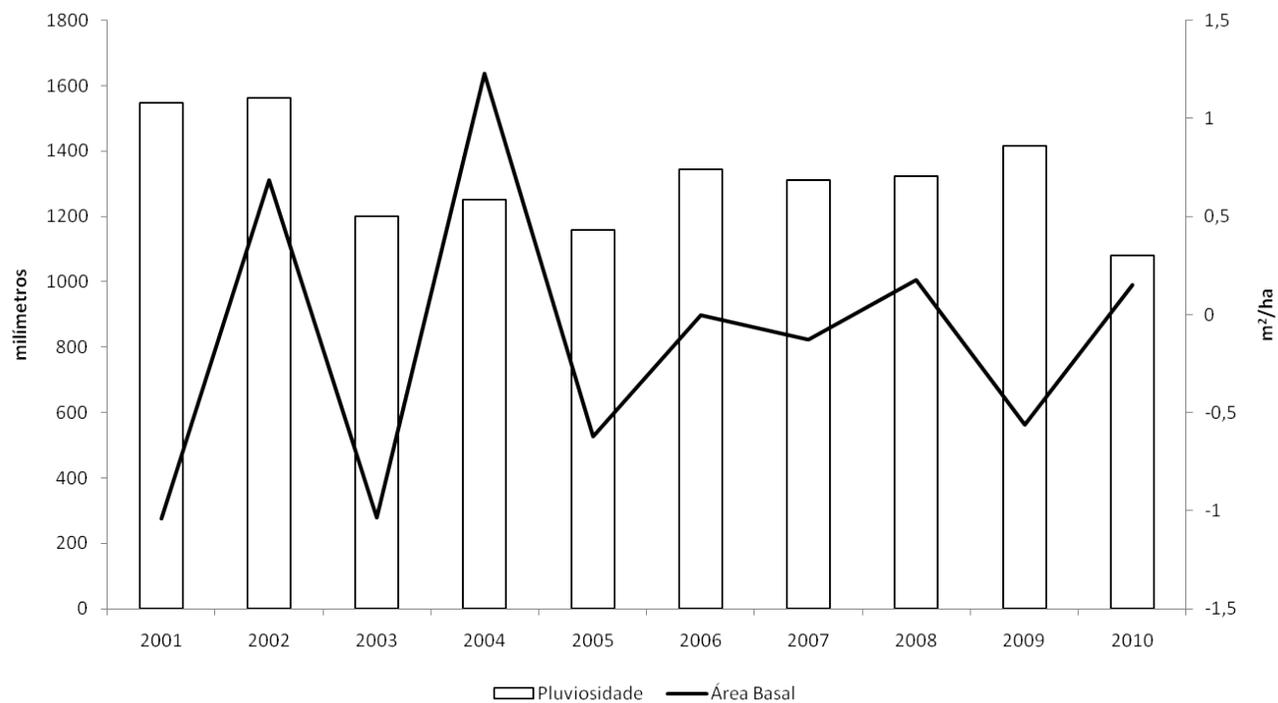


Figura 1. Variação temporal na área basal e precipitação anual para o fragmento de Cerrado Valério, localizado em Itirapina SP.

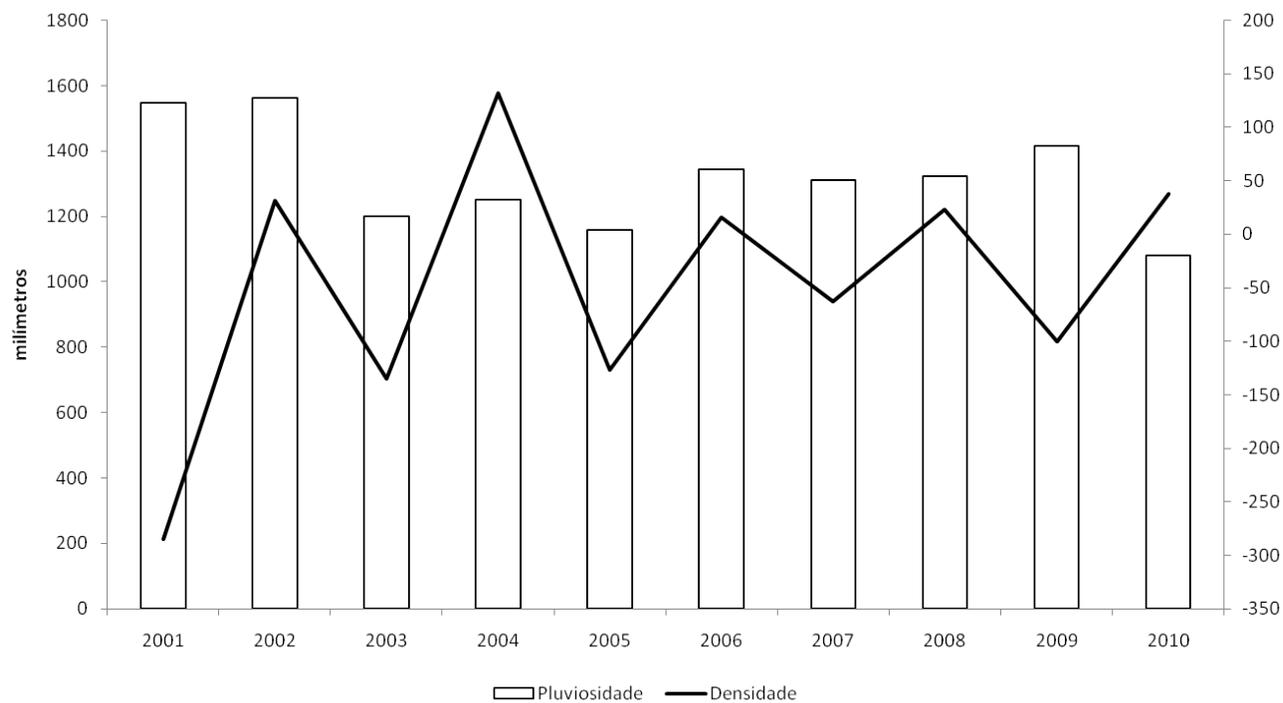


Figura 2. Variação temporal na densidade de indivíduos e precipitação anual para o fragmento de Cerrado Valério, localizado em Itirapina, SP.