



# ILHAS DE VEGETAÇÃO EM AFLORAMENTOS ROCHOSOS FERRUGINOSOS EM CORUMBÁ, MS

Adriana Takahasi<sup>1,2</sup>

Sergio Tadeu Meirelles<sup>1</sup>; Sonia Maria Ribas<sup>3</sup>

1 - Universidade de São Paulo, Instituto de Biociências, Departamento de Ecologia, São Paulo SP, Brasil.

2 - Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, *campus* Pantanal, Departamento Ciências do Ambiente, Av. Rio Branco, n. 1270, 79304 - 020, Corumbá, MS, [adriana.takahasi@terra.com.br](mailto:adriana.takahasi@terra.com.br)

3 - Bióloga

## INTRODUÇÃO

O caráter insular da vegetação sobre afloramentos rochosos - geralmente localizados nos topos de morros, montanhas ou cadeia de montanhas, além de vertentes ou paredões - é reforçado pela forte diferença florística entre a vegetação que ocorre nos afloramentos rochosos e aquela que os circundam (Hambler, 1964; Porembski *et al.*, 1994; Porembski *et al.*, 1998) bem como pelo elevado grau de endemismo destes ambientes (Porembski, 2007) e pela forma de ocupação da vegetação dos afloramentos rochosos em ilhas de solo (Hambler, 1964; Burbanck & Platt, 1964; Ibsch *et al.*, 1995; Meirelles *et al.*, 1999).

As ilhas de solo que ocorrem nos afloramentos rochosos podem ser consideradas ecossistemas terrestres ideais para os estudos teóricos sobre o efeito da insularização em comunidades bióticas, contribuindo para estudos empíricos de modelos de biogeografia de ilhas.

A relação entre a riqueza biótica de dado local e a sua área é uma das questões básicas em ecologia mas ainda é sujeita a muito debate (Lomolino & Weiser, 2001; Triantis *et al.*, 2003; Ulrich, 2005; Lawson & Jensen, 2006; Báldi, 2008; Hannus & Numers, 2008). A relação espécie - área é um dos métodos mais frequentes para se estimar o número de espécies em diferentes escalas espaciais (Connor & McCoy, 1979; Houle, 1990; Lomolino, 2000; Michelangeli, 2000; Lawson & Jensen, 2006) e tem sido utilizada para o planejamento ambiental ao prever a perda de espécies em função da perda de habitats (Ulrich & Buszko, 2004; Ulrich, 2005).

No Brasil, poucos trabalhos descrevem a vegetação em afloramentos rochosos que ocorre agrupada em ilhas de solo, destacando - se os estudos na Serra do Mar (Meirelles *et al.*, 1999) e no Planalto Itatitaia (Ribeiro *et al.*, 2007), ambos no Rio de Janeiro, além da Chapada Diamantina, na Bahia (Conceição *et al.*, 2007a, b).

## OBJETIVOS

Os objetivos do presente trabalho foram: avaliar o efeito do tamanho insular na composição florística e abundância de espécies vasculares presentes em ilhas de solo assim como verificar o efeito de insularização na escala dos afloramentos rochosos ferríferos na região de Corumbá, Mato Grosso do Sul, e avaliar o efeito do tamanho insular na riqueza de espécies através de modelos baseados nas funções, linear, logarítmica, exponencial e potência

## MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1-Coleta de dados

O presente estudo foi conduzido em três afloramentos rochosos ferruginosos, conhecidos localmente como "bancadas lateríticas", nas Fazendas Banda Alta (19°08'S, 57°34'W, 85 m) e São Sebastião do Carandá (19°06'S, 57°31'W, 90 m), localizadas no município de Ladário, e da Fazenda Monjolinho (19°16'S, 57°31'W, 65 - 150 m), localizada no município de Corumbá, Mato Grosso do Sul.

No presente trabalho considerou - se as ilhas de solo como unidades naturais (Meirelles *et al.*, 1999; Conceição & Pirani, 2005) e o termo "ilha de vegetação" foi empregado para o agrupamento de plantas vasculares delimitado pela superfície rochosa. Em campo, todas as ilhas de vegetação foram marcadas e tiveram sua área calculada. Posteriormente foram enquadradas em classes de tamanho e procede - se ao sorteio de 10 ilhas (unidades amostrais) por classe para a avaliação quantitativa.

Foram estudadas 171 ilhas de vegetação, sendo 75 na Fazenda Banda Alta, 26 na Fazenda São Sebastião do Carandá e 70 na Fazenda Monjolinho durante o período de outubro de 2005 a julho de 2008. As ilhas de solo estudadas totalizaram 5434 m<sup>2</sup> de área amostrada, variando de 0,05 m<sup>2</sup> até 519,7 m<sup>2</sup>. Em cada ilha de vegetação foram

registradas as espécies vasculares presentes e estimou - se a cobertura vegetal de cada uma através da projeção vertical das partes aéreas da planta expressa em porcentagem do total da unidade amostral. A circunscrição de famílias baseou - se em APG II (APG, 2003). O material testemunho foi depositado no Herbário COR (UFMS, campus do Pantanal, Corumbá, MS).

## 2.2 - Análise de dados

A matriz contendo valores de abundância de espécies por ilha de solo foi inicialmente reduzida considerando - se apenas aquelas espécies com pelo menos cinco ocorrências. Em seguida, a matriz foi padronizada pelo valor máximo no espaço das variáveis. Foi aplicada uma técnica de análise de coordenadas principais (PCO) empregando - se a distância de Gower com o objetivo de explorar as relações entre as "bancadas lateríticas" estudadas e os padrões da vegetação na escala das unidades insulares. As análises foram feitas com auxílio do programa MVSP versão 3.1. (Kovach Computer Services).

Os valores dos escores obtidos nos primeiros eixos resultantes dos procedimentos de ordenação foram utilizados para verificar o efeito insular na composição e proporção das espécies vasculares presentes nas ilhas de solo dos três afloramentos rochosos estudados através de uma análise de variância e o teste de comparações múltiplas de Dunnett (Zar, 1999).

Para explorar como a composição de espécies e cobertura afetavam o gradiente de vegetação em ilhas de solo nas "bancadas lateríticas" foram conduzidas correlações de Pearson entre os dados de cobertura das espécies e os escores dos dois primeiros eixos resultantes da PCO.

As relações entre os valores de riqueza e área insular foram exploradas por modelos empíricos baseados em funções: linear, logarítmica, exponencial e potência. Todos os procedimentos envolvendo testes de hipótese e estatística uni e bivariada foram aplicados através do programa SPSS 13.0 for Windows (SPSS, Chicago, Illinois, EUA).

## RESULTADOS

Foram amostradas 94 espécies de plantas vasculares pertencentes a 40 famílias botânicas nas "bancadas lateríticas" na região de Corumbá, MS. As famílias mais ricas em espécies foram: Fabaceae (13), Poaceae (12), Malvaceae (6) e Cactaceae (5), tendo sido encontradas cinco espécies de pteridófitas pertencentes a três famílias.

A análise de coordenadas principais aplicada para avaliar a relação entre a composição e a cobertura das espécies vasculares das "bancadas lateríticas" e as unidades insulares mostrou uma pequena proporção do conteúdo total de informação da matriz, onde o primeiro eixo respondeu por 15% da variação dos dados e o segundo eixo por 9,5%.

Os resultados das análises de variância aplicadas aos escores dos três primeiros eixos da PCO mostraram diferenças significativas em nível menor do que 5% entre os sítios analisados evidenciando a segregação entre as áreas de estudo quanto à composição e cobertura das espécies vasculares nas ilhas de solo (eixo1:  $F=80,4$ ;  $p < 0,01$ / eixo2:  $F=42,9$ ;  $p < 0,01$ / eixo3:  $F=8,626$ ;  $p < 0,01$ ) e confirmado através da análise de comparações múltiplas do teste de Dunnett

( $p < 0,05$ ). A segregação entre os sítios analisados sugere uma grande variabilidade nas "bancadas lateríticas" dentro de uma distância pequena, o que, diante da aparente homogeneidade poderia representar um efeito de isolamento, ou de fontes de interferência distintas em uma pequena escala. Esta diferença na composição florística entre afloramentos próximos também foi observada por Meirelles *et al.*, (1999) para afloramentos graníticos no Rio de Janeiro.

A análise de correlação de Pearson entre os escores do primeiro eixo da PCO e a composição e cobertura de espécies nas ilhas de solo mostrou a polarização entre as ilhas de solo com *Deuterocohnia meziana* (coeficiente de correlação= - 0,97) e, de outro lado, ilhas com presença de *Bromelia balansae* (coeficiente de correlação=0,62). Aparentemente, as ilhas de solo com *D.meziana* predominam em locais mais sujeitos à ação da água onde a superfície da rocha não apresenta muitas rugosidades enquanto as ilhas de *B.balansae* apresentam - se em locais mais planos ou onde permite maior acúmulo de substrato. As ilhas maiores apresentam componentes lenhosos da flora decidual do entorno, como por exemplo, *Bauhinia pentandra*, *Combretum duarteanum* e *Pseudobombax marginatum*.

As análises de regressão entre os dados de área insular e riqueza em número de espécies, considerando os modelos propostos, mostraram uma redução significativa da variância estimada por todos os modelos. Entre estes, o modelo potência foi considerado mais adequado pelo coeficiente de determinação ( $R^2= 0,614$ ;  $F=265,3$ ,  $p < 0,001$ ) e pela tendência apresentada na amplitude dos dados de área. A relação espécie - área observada para os três sítios analisados parece confirmar o padrão observado em várias comunidades insulares (Lomolino, 2000). A função potência, inferida pela regressão linear entre a riqueza e a área insular elevada a um expoente positivo menor do que um, foi considerada a melhor aproximação aos dados empíricos na relação entre área insular e riqueza. O ajuste aos modelos propostos é compatível com o esperado sob o efeito de dinâmicas de colonização e extinção e de heterogeneidade de habitats entre outras causas prováveis da relação entre riqueza e área (Simberloff, 1974). Análises mais detalhadas são necessárias para verificar o efeito de simples interceptação amostral (o aumento da área aumenta a chance de interceptação de espécies) combinado aos outros efeitos prováveis.

## CONCLUSÃO

Conclui - se que os efeitos de insularidade na escala da paisagem e do afloramento rochoso afetaram a composição e abundância de espécies nas ilhas de solo nas "bancadas lateríticas", o que constitui um material interessante para a exploração futura no nível de modelos de ecologia de comunidades.

Os autores agradecem aos proprietários das fazendas que permitiram o acesso à área de estudo: Sami Lofti, Mestre Altair e José Carlos; à UFMS por parte do financiamento da pesquisa, apoio e logística; à CAPES pela bolsa do primeiro autor durante parte do período de estudo; aos especialistas que identificaram o material botânico, em especial: Adriana Guglieri, Gerleni Lopes, Maria Candida Mamede, Rafael

Trevisan, Rosângela Simão Bianchini e Rosilene Silva; e aos colegas que auxiliaram na coleta de dados em campo.

## REFERÊNCIAS

- APG. 2003.** An update of the Angiosperm Phylogeny Group classification for the orders and families of flowering plants: APG II. *Botanical Journal of the Linnean Society* 141:39 - 436.
- Báldi, A. 2008.** Habitat heterogeneity overrides the species - area relationship. *Journal of Biogeography* 35:675 - 681.
- Burbanck, M.P. & Platt, R.B. 1964.** Granite outcrop communities of the piedmont plateau in Georgia. *Ecology* 45(2):292 - 306.
- Conceição, A.A. & Pirani, J.R. 2005.** Delimitação de habitats em campos rupestres na Chapada Diamantina, Bahia: substratos, composição florística e aspectos estruturais. *Boletim de Botânica da Universidade de São Paulo* 23(1):85 - 111.
- Conceição, A.A., Giuletta, A.M. & Meirelles, S.T. 2007a.** Ilhas de vegetação em afloramentos de quartzito - arenito no Morro do Pai Inácio, Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. *Acta botânica brasílica* 21(2):335 - 347.
- Conceição, A.A., Pirani, J.R. & Meirelles, S.T. 2007b.** Floristics, structure and soil of insular vegetation in four quartzite - sandstone outcrops of "Chapada Diamantina", northeast Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30(4):641 - 656.
- Connor, E.F. & McCoy, E.D. 1979.** The statistics and biology of the species - area relationship. *The American Naturalist* 113(6):791 - 833.
- Hambler, D.J. 1964.** The vegetation of granitic outcrops in western Nigeria. *Journal of Ecology* 52:573 - 594.
- Hannus, J.J. & von Numers, M. 2008.** Vascular plant species richness in relation to habitat diversity and island area in the Finnish Archipelago. *Journal of Biogeography* 35:1077 - 1086.
- Houle, G. 1990.** Species - area relationship during primary succession in granite outcrop plant communities. *American Journal of Botany* 77(11):1433 - 1439.
- Ibisch, P.L., Rauer, G., Rudolph, D. & Barthlott, W. 1995.** Floristic, biogeographical, and vegetational aspects of Pre - Cambrian rock outcrops (inselbergs) in eastern Bolivia. *Flora* 190:299 - 314.
- Lawson, D. & Jensen, H.J. 2006.** The species - area relationship and evolution. *Journal of Theoretical Biology* 241:590 - 600.
- Lomolino, M.V. & Weiser, M.D. 2001.** Towards a more general species - area relationship: diversity on all islands, great and small. *Journal of Biogeography* 28:431 - 445.
- Lomolino, M.V. 2000.** Ecology's most general, yet protean pattern: the species - area relationship. *Journal of Biogeography* 27:17 - 26.
- Meirelles, S.T., Pivello, V.R. & Joly, C.A. 1999.** The vegetation of granite rock outcrops in Rio de Janeiro, Brazil, an the need for its protection. *Environmental Conservation* 26(1):10 - 20.
- Michelangeli, F.A. 2000.** Species composition and species - area relationships in vegetation isolates on the summit of a sandstone mountain in southern Venezuela. *Journal of Tropical Ecology* 16:69 - 82.
- Porembski, S. 2007.** Tropical inselbergs: habitat types, adaptative strategies and diversity patterns. *Revista Brasileira de Botânica* 30(4):579 - 586.
- Porembski, S., Barthlott, W., Dörrstock, S. & Biedinger, N. 1994.** Vegetation of rock outcrops in Guinea: granite inselbergs, sandstone table mountains and ferricretes-remarks on species number and endemism. *Flora* 189:315 - 326.
- Porembski, S., Martinelli, G., Ohlemüller, R. & Barthlott, W. 1998.** Diversity and ecology of saxicolous vegetation mats on inselbergs in the Brazilian Atlantic rain-forest. *Diversity and Distributions* 4:107 - 119.
- Ribeiro, K.T., Medina, B.M.O. & Scarano, F.R. 2007.** Species composition and biogeographic relations of the rock outcrop flora on the high plateau of Itatiaia, SE - Brazil. *Revista Brasileira de Botânica* 30(4):623 - 639.
- Simberloff, D.S. 1974.** Equilibrium theory of island biogeography and ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics* 5:161 - 182.
- Triantis, K.A., Mylonas, M., Lika, K. & Vardinoyannis, K. 2003.** A model for the species - area - habitat relationship. *Journal of Biogeography* 30:19 - 27.
- Ulrich, W. & Buszko, J. 2004.** Habitat reduction and patterns of species loss. *Basic and Applied Ecology* 5:231 - 240.
- Ulrich, W. 2005.** Predicting species number using species - area and endemics - area relations. *Biodiversity and Conservation* 14:3351 - 3362.
- Zar, J.H. 1999.** *Biostatistical analysis*. Prentice Hall, New Jersey, 4.ed.