

**Existe efeito do distanciamento da borda na estrutura populacional de espécies arbóreas de cerrado denso em Itirapina, SP?**

LAURA RIBA<sup>1\*</sup>, TIAGO GLORIA<sup>2</sup>, EVERTON MACIEL<sup>2</sup>, VINICIUS LONDE<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Programa de Pós-graduação em Ecologia, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, R. Monteiro Lobato, 255, 13083-862, Cidade Universitária Zeferino Vaz. Campinas-SP, Brasil. CEP: 13083-862.

<sup>2</sup> Programa de Pós-graduação em Biologia Vegetal, Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, R. Monteiro Lobato, 255, 13083-862, Cidade Universitária Zeferino Vaz. Campinas-SP, Brasil. CEP: 13083-862.

\*Autor para correspondência: Laura Riba, e-mail: laribahe@yahoo.com

**RESUMO** (Existe efeito do distanciamento da borda na estrutura populacional de espécies arbóreas de cerrado denso em Itirapina, SP?). Neste trabalho, estudamos as populações de três espécies arbóreas verificando se existe relação entre a abundância de plantas pequenas ( $DAS < 3,18$ ) com a distância da borda, bem como variações na arquitetura aérea das plantas grandes ( $DAS \geq 3,18$ ) a fim de entender como a distância da borda interfere na estrutura da vegetação. Amostramos todos os indivíduos das espécies *Dalbergia miscolobium*, *Roupala montana*, e *Vochysia tucanorum* em uma parcela permanente de 0,16 ha, dividida em 64 subparcelas, tomando as medidas de diâmetro, altura total, e altura do fuste. Para plantas pequenas usamos a abundância e para plantas grandes o diâmetro, e a razão altura do fuste/altura total dos adultos para correlacionar com a distância da borda. Essas variáveis além de serem facilmente amostradas refletem bem a viração dos indivíduos em resposta a variações ambientais. Encontramos relações significativas entre a abundância de plantas pequenas de *R. montana* e a distância da borda. Para as plantas grandes não encontramos relações entre a distância da borda e os parâmetros analisados. Nossos resultados apontam que a abundância de plantas pequenas de *R. montana* pode ser influenciada pelo distanciamento da borda, e estudos mais abrangentes e em maiores escalas podem confirmar essa hipótese. Por outro lado, a distância não parece ser um fator modulador da arquitetura aérea dos indivíduos grandes das três espécies estudadas.

Palavras chave: Efeito de borda, estrutura de populações, *Roupala montana*.

## Introdução

A influência da borda sobre a biodiversidade é um dos tópicos que tem chamado mais a atenção dos pesquisadores quando ecossistemas fragmentados são estudados. De um modo geral, o efeito de borda pode ser definido como o conjunto de diferenças na estrutura, composição e função entre a borda de um tipo de fitofisionomia e o interior da mesma (Harper *et al.* 2005), ou como o conjunto de alterações nas partes externas dos fragmentos que causam impacto sobre os organismos que habitam esses ambientes (Murcia 1995).

O efeito de borda varia entre ecossistemas e tipos de floresta (Delgado *et al.* 2007) e também pode variar dentro de um mesmo ecossistema. Isto pode estar relacionado ao tipo de uso da terra das áreas adjacentes (Wright *et al.* 2012), ao tamanho do fragmento (Didham & Lawton 1999), a orientação da borda (Honnay *et al.* 2002), a idade da borda (Chabrierie *et al.* 2013), e a estrutura da vegetação (Didham & Lawton 1999).

Uma característica importante da borda é o contraste, o qual pode ser avaliado a partir da diferença na estrutura da vegetação, na função ou na composição entre a vegetação presente na borda e a vegetação presente no interior (Cadenasso *et al.* 2003). Alguns estudos analisam esse contraste a partir da altura da vegetação e a densidade (Ferreira *et al.* 2005, Reino *et al.* 2009), nos quais, de forma geral, percebe-se uma mudança florístico-estrutural entre a borda e o interior. Isto foi observado por Lima-Ribeiro (2008) em um estudo realizado em três fragmentos de Cerradão situados no município de Caiapônia, sudoeste de Goiás, onde foi encontrado um padrão geral para a circunferência do caule e a altura das plantas, em que para todos os fragmentos esses parâmetros foram maiores no interior do que na borda.

O efeito de borda tem sido extensivamente estudado em florestas (Delgado *et al.* 2007), mas as savanas e fisionomias campestres têm recebido pouca atenção. Estas fisionomias são muito fragmentadas e ao mesmo tempo se encontram dentro dos ecossistemas mais ameaçados e possuem uma grande quantidade de bordas (Riitters *et al.* 2012). O estudo do efeito de borda no cerrado está sendo cada vez mais estudado (por ex., Lima-Ribeiro 2008, Dodonov *et al.* 2013, Mendonça *et al.*

2015). A análise deste efeito sobre diferentes variáveis da estrutura das espécies arbóreas do cerrado pode ajudar a entender o estado das populações em áreas fragmentadas e como estas reagem a determinadas perturbações geradas pela borda.

Com os argumentos expostos anteriormente, neste estudo partimos da seguinte questão: o efeito da borda afeta a estrutura populacional de espécies arbóreas de Cerrado. Especificamente, procuramos responder: i) existe relação entre a abundância de plantas pequenas e a distância da borda? Assim, testamos a hipótese de que o efeito de borda influencia a abundância de plantas pequenas. Esperamos que a abundância de plantas apresente variação no número de indivíduos com o afastamento da borda. Em seguida, procuramos responder: ii) existe relação entre a arquitetura das plantas e a distância da borda? Nesse segundo caso, testamos a hipótese de que o efeito de borda influencia a arquitetura das espécies arbóreas com  $PAS \geq 10$  cm. Esperamos uma variação na razão do fuste/altura quando diferentes distâncias da borda forem consideradas, bem como no diâmetro do caule dos indivíduos.

## **Material e métodos**

### **Área de estudo**

Nosso estudo foi desenvolvido na Estação Ecológica e Experimental de Itirapina, Itirapina, SP. Localizada no Domínio Atlântico (Ab'Saber 2003), essa região está próxima da área de transição entre os domínios dos Cerrados e Mares de Morro e a vegetação varia de fitofisionomias campestres a florestais. Nosso estudo foi desenvolvido numa área de Cerrado denso que totaliza aproximadamente 139 ha, onde predominam espécies arbóreas de fitofisionomias savânicas e florestais de altura média de 8 m, estrato graminóide ausente e espessa camada de serapilheira (Miranda-Melo *et al.* 2007).

Os indivíduos amostrados estão em uma parcela permanente de 0,16 ha, dividida em 64 (8 x 8) subparcelas de 5 m x 5 m. Assim, consideramos cada coluna que se iniciava da borda como uma coluna independente para efeito das análises. Amostramos todos os indivíduos das seguintes espécies: *Anadenanthera peregrina* (L.) Speg., *Bauhinia rufa* (Bong.) Steud., *Dalbergia*

*miscolobium* Beth, *Miconia albicans* (Sw.) Triana, *Roupala montana* Aubl., *Vochysia tucanorum* Mart., *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart.

### **Seleção de espécies**

Das espécies amostradas, selecionamos três que apresentavam maior abundância ao longo do gradiente de distância da borda e cujo crescimento apresentava ramificação: *D. miscolobium*, *R. montana* e *V. tucanorum*. *D. miscolobium* possui tronco e ramos tortuosos, casca espessa, irregular sulcada, e ocorre em fisionomias campestres de cerrado, em cerrado típico e em cerradão; *R. montana* pode ser observada como arbusto e árvore, possui casca espessa, fendilhada, ramos jovens glabros ou com pilosidade ferrugínea, ocorre em fisionomias campestres de cerrado, em cerrado típico e em cerradão, muito comum em remanescentes de cerrado; *V. tucanorum* é árvore grande, casca espessa, fendilhada, com cristas irregulares, tronco e ramos tortuosos, ramos novos glabros, ocorre em cerrado típico, sendo mais comum em cerradão (Durigan *et al.* 2004).

### **Análise de dados**

Inicialmente, dividimos os indivíduos em pequenos (com diâmetro a altura do solo (DAS)  $< 3,18$  cm) e grandes (DAS  $\geq 3,18$  cm). Em seguida, calculamos a abundância absoluta dos indivíduos pequenos em cada parcela amostral e calculamos o diâmetro e altura médios, bem como a razão altura do fuste/altura total para os indivíduos grandes.

Para testar a hipótese de que a distância da borda influencia o número de plantas pequenas, agrupamos esses indivíduos em duas classes de altura, uma com plantas de até 0,5 m (C1), e outra com plantas de altura entre 0,50 m e 2 m (C2), pois dependendo do porte, o impacto sofrido por diferentes indivíduos pode variar em resposta a perturbações. Após isto, realizamos regressões lineares simples por coluna amostral (cada coluna, numeradas de X1 a X8, continha oito parcelas) para cada classe de cada espécie. A normalidade dos dados foi testada através de testes de Anderson-Darling e aqueles sem distribuição tiveram seus valores transformados em log. Consideramos como variável fator a distância da borda e como variável resposta o número de indivíduos pequenos.

Para testar a hipótese de que a distância da borda influencia a arquitetura aérea das plantas grandes, realizamos regressões lineares simples para cada espécie por coluna. Usamos como variáveis resposta a razão altura/fuste, pois ela reflete a altura onde o indivíduo passa a investir mais no crescimento horizontal (espalhamento de ramos da copa) e menos em altura do eixo principal, e o diâmetro do tronco.

## Resultados

Encontramos um total de 1214 plantas pequenas na classe C1. Registramos 37 indivíduos de *Dalbergia miscolobium* e 81% deles encontravam-se nas primeiras parcelas da coluna X1. Indivíduos de *Roupala montana* totalizaram 1169 e distribuíram-se ao longo de todas as parcelas. Encontramos apenas oito indivíduos pequenos de *Vochysia tucanorum*. Não encontramos relação significativa entre a abundância de plantas nesta classe de tamanho com a distância da borda em nenhuma das espécies.

Na classe C2 de plantas pequenas, foram registrados seis indivíduos de *D. miscolobium* (distribuídos irregularmente entre as parcelas), 93 indivíduos de *R. montana* (presentes em todas as colunas analisadas), e apenas cinco de *V. tucanorum* (esparcos entre as parcelas). Encontramos uma relação significativa negativa entre a abundância de indivíduos de *R. montana* o distanciamento da borda na coluna X7 ( $F_{6,7} = 7,36$ ;  $P = 0,03$ ), e uma relação marginalmente significativa e negativa na coluna X2 ( $F_{6,7} = 5,76$ ;  $P = 0,05$ ) (Fig.1).

Em relação às plantas maiores ( $DAS \geq 3,18$  cm), registramos 38 indivíduos de *D. miscolobium* com altura e diâmetro médios de 7,4 m e 15 cm, respectivamente. Notamos que as plantas foram mais abundantes nas parcelas finais das colunas (Fig.2a), e, portanto, não encontramos relações significativas entre o diâmetro e a razão altura do fuste/altura total com a distância da borda para esta espécie. Encontramos um total de 68 indivíduos maiores de *R. montana* distribuídos ao longo do gradiente, mas em menor abundância nas últimas parcelas (Fig.2b). A altura média dessas plantas foi de 2,4 m e o diâmetro de 5,4 cm. Não encontramos relação significativa entre o diâmetro e a razão altura do fuste/altura total com a distância da borda. Para *V.*

*tucanorum* registrados 28 indivíduos com altura média de 6 m e diâmetro de 14,5 cm. Como os indivíduos estavam concentrados principalmente nas parcelas iniciais (Fig.2c), não encontramos relação significativa entre o diâmetro e a razão fuste/altura total com a distância da nesta espécie.

### **Discussão**

Em nosso trabalho, registramos uma alta abundância de plantas pequenas da espécie *R. montana*. Um padrão similar também foi encontrado em estudo realizado em um fragmento de cerrado *sensu stricto* no interior de Minas Gerais (Júnior *et al.* 2010), onde os autores amostraram 719 indivíduos com diâmetros de até 10,8 cm. A alta abundância da espécie deve estar relacionada à sua forma de reprodução, pois estas plantas podem reproduzir-se sexuadamente e/ou por propagação vegetativa (produção de raízes gemíferas e rebrota) (Hoffmann 1998, Hoffmann & Solbrig 2003).

Contudo, mesmo em alta abundância, não encontramos relação significativa entre a abundância de indivíduos de *R. montana* com a distância da borda, à exceção de duas colunas de parcelas amostrais. Um padrão geral pode não ter sido observado porque essa espécie pode apresentar diferenças em sua distribuição mesmo em escalas pequenas, podendo variar mais dentro de um mesmo fragmento do que entre fragmentos diferentes (Miranda-Mello *et al.* 2007).

Em nosso estudo, não evidenciamos um efeito da distância da borda sobre a arquitetura dos indivíduos grandes. Para as populações de *D. miscolobium* e *V. tucanorum* isso deve ter ocorrido, em parte, devido a sua distribuição mais concentrada no interior e na borda, respectivamente, impossibilitando verificar efeitos da distância na arquitetura dos indivíduos. *Vochysia tucanorum* é mais comum em áreas abertas (Durigan *et al.* 2004), talvez menos sensível às perturbações da borda e por isso pode ter sua distribuição concentrada nas parcelas mais próximas da borda. Por outro lado, *D. miscolobium* se concentrou nas parcelas mais distantes da borda, podendo ser um indicativo de que esta espécie tem requerimentos de habitat mais restritos ao interior de fragmentos. Em estudo desenvolvido com esta espécie em duas fitofisionomias de cerrado, Braz *et al.* (2000) evidenciaram que seu desenvolvimento pode ser limitado pela disponibilidade de água e herbivoria na estação seca e pelo sombreamento e ataque de patógenos na estação chuvosa. Assim, é possível

que alguns desses (e outros) fatores estejam atuando na distribuição dos indivíduos de *D. miscolobium* na área estudada.

Os nossos resultados corroboram com o estudo de Mendonça *et al.* (2015), no qual a distância da borda não teve um efeito significativo sobre a estrutura da comunidade arbórea em área de cerrado. Por outro lado, ao analisar o componente campestre os mesmos autores encontraram uma variação na estrutura das gramíneas nativas e exóticas da borda para o interior do fragmento. Tais resultados sugerem que diferentes componentes da vegetação podem responder de modo distinto ao distanciamento da borda.

### **Referências bibliográficas**

BRAZ VS, KANEGAE MF, FRANCO AC. 2000. Estabelecimento e desenvolvimento de *Dalbergia miscolobium* Benth. em duas fitofisionomias típicas dos cerrados do Brasil Central. Acta Botânica Brasilica 14:27-35.

CADENASSO, M.L., PICKETT, S.T.A., WEATHERS KC. & JONES, C.G. 2003. A Framework for a Theory of Ecological Boundaries. BioScience 53:750-758.

CHABRERIE, O., JAMONEAU, A., GALLET-MORON, E. & DECOCP, G. 2013. Maturation of forest edges is constrained by neighbouring agricultural land management. Journal of Vegetation Science 24:58-69.

DELGADO, J.N., ARROYO, N.L., AREVALO, J.R. & FERNANDEZ-PALACIOS, J.M. 2007. Edge effects of roads on temperature, light, canopy closure, and canopy height in laurel and pine forests (Tenerife, Canary Islands). Landscape Urban Planning 81:328-340.

DIDHAM, R.K. & LAWTON, J.H. 1999. Edge structure determines the magnitude of changes in microclimate and vegetation structure in tropical forest fragments. Biotropica 31:17-30.

DODONOV, P., HARPER, K.A. & SILVA-MATOS, D.M. 2013. The role of edge contrast and forest structure in edge influence: vegetation and microclimate at edges in the Brazilian cerrado. *Plant Ecology* 214:1345-1359.

DURIGAN, J., BAITELLO, J.B., FRANCO, D.C. & SIQUEIRA, M.F. 2004. *Plantas do Cerrado Paulista: imagem de uma paisagem ameaçada*. São Paulo.

FERREIRA, T.S., MARCON, A.K., SALAMI, B., CHINI-RECH, C.C., MENDES, A.R., CARVALHO, A.F., MISSIO, F.F., PSCHIEDT, F., GUIDINI, A.L., DORNELLES, R.S., SILVA, A.C. & HIGUCHI, P. 2016. Composição florístico-estrutural ao longo de um gradiente de borda em fragmento de floresta ombrófila mista alto-montana em Santa Catarina. *Ciência Florestal* 26:123-134.

HARPER, K.A., MACDONALD, S.E., BURTON, P.K., CHEN, J.Q., BROSOFSKE, K.D., SAUNDERS, S.C., EUSKIRCHEN, E.S., ROBERTS, D., JAITEH, M.S. & ESSEEN, P.A. 2005. Edge influence on forest structure and composition in fragmented landscape. *Conservation Biology* 19:768-782.

HOFFMAN, W.A. & SOLBRIG, O.T. 2003 The role of topkill in the differential response of savanna woody species to fire. *Forest Ecology and Management* 180:273-286.

HOFFMAN, W.A. 1998. Post-burn reproduction of woody plants in a neotropical savana: the relative importance of sexual and vegetative reproduction. *Journal of Applied Ecology* 35:422-433.

HONNAY, O., VERHEYEN, K. & HERMY, M. 2002. Permeability of ancient forest edges for weedy plant species invasion. *Forest Ecology and Management* 161:109-122.

JUNIOR, W.R.A., ALEXANDRE, L.P.B. & JUNIOR, F.J.S. 2010. Análise da distribuição diamétrica de *Roupala montana* Aubl. (Proteaceae) em um trecho de cerrado stricto sensu no Município de Ingaí, Minas Gerais. *Gaia Scientia* 4:35-42.

- LIMA-RIBEIRO, M.S. 2008. Efeitos de borda sobre a vegetação e estruturação populacional em fragmentos de Cerradão no Sudoeste Goiano, Brasi. *Acta Botanica Brasilica* 22:535-545.
- MENDONÇA, A.H., RUSSO, C., MELO, A.C.G. & DURIGAN, G. 2015. Edge effects in savanna fragments: a case study in the cerrado, *Plant Ecology & Diversity* 8:493-503.
- MIRANDA-MELLO, A.A., MARTINS, F.R. & SANTOS, F.A.M. 2007. Estrutura populacional de *Xylopia aromatica* (Lam.) Mart. e de *Roupala montana* Aubl. em fragmentos de cerrados no estado de São Paulo. *Revista Brasileira de Botânica* 30:501-507.
- MURCIA C. 1995. Edge effects in fragmented forest: implications for conservation. *Trends in Ecology & Evolution*, 10:58-62.
- REINO, L., BEJA, P., OSBORNE, P.E., MORGADO, R., FABIÃO, A. & ROTENBERRY, J.T. 2009. Distance to edges, edge contrast and landscape fragmentation: interactions affecting farmland birds around forest plantations. *Biological Conservation* 142:824-838.
- RIITEERS, K.H., WICKHAM, J.D., WADE, T.G. & VOGT, P. (2012) Global survey of anthropogenic neighborhood threats to conservation of grass-shrub and forest vegetation. *Journal of Environment Management* 97:116-121.
- WRIGHT, T.E., TAUSZ, M., KASEL, S., VOLKOVA, L., MERCHANT, A., BENNETT, L.T. 2012. Edge type affects leaf-level water relations and estimated transpiration of *Eucalyptus arenacea*. *Tree Physiology* 32:280-293.

Figura 1

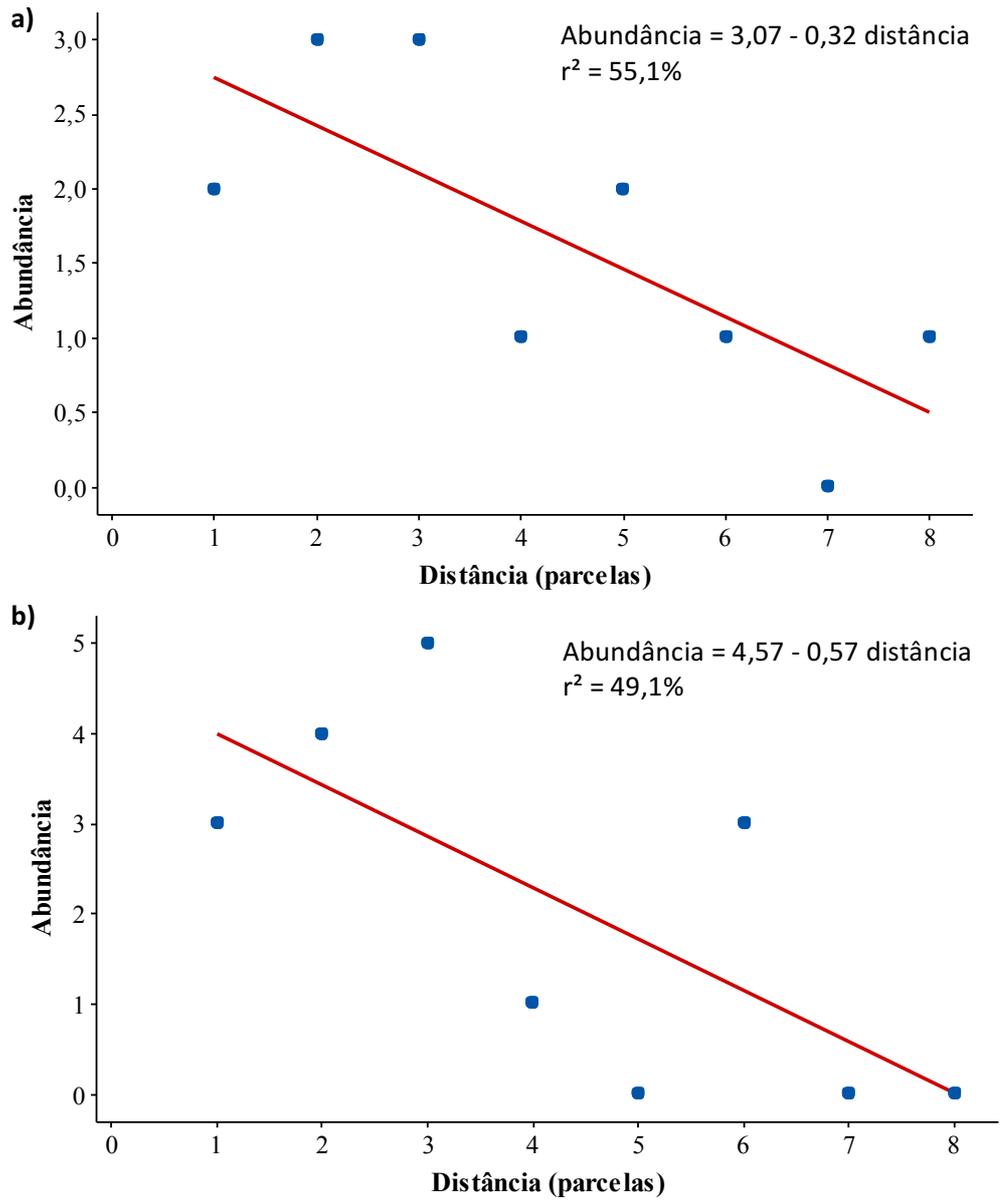
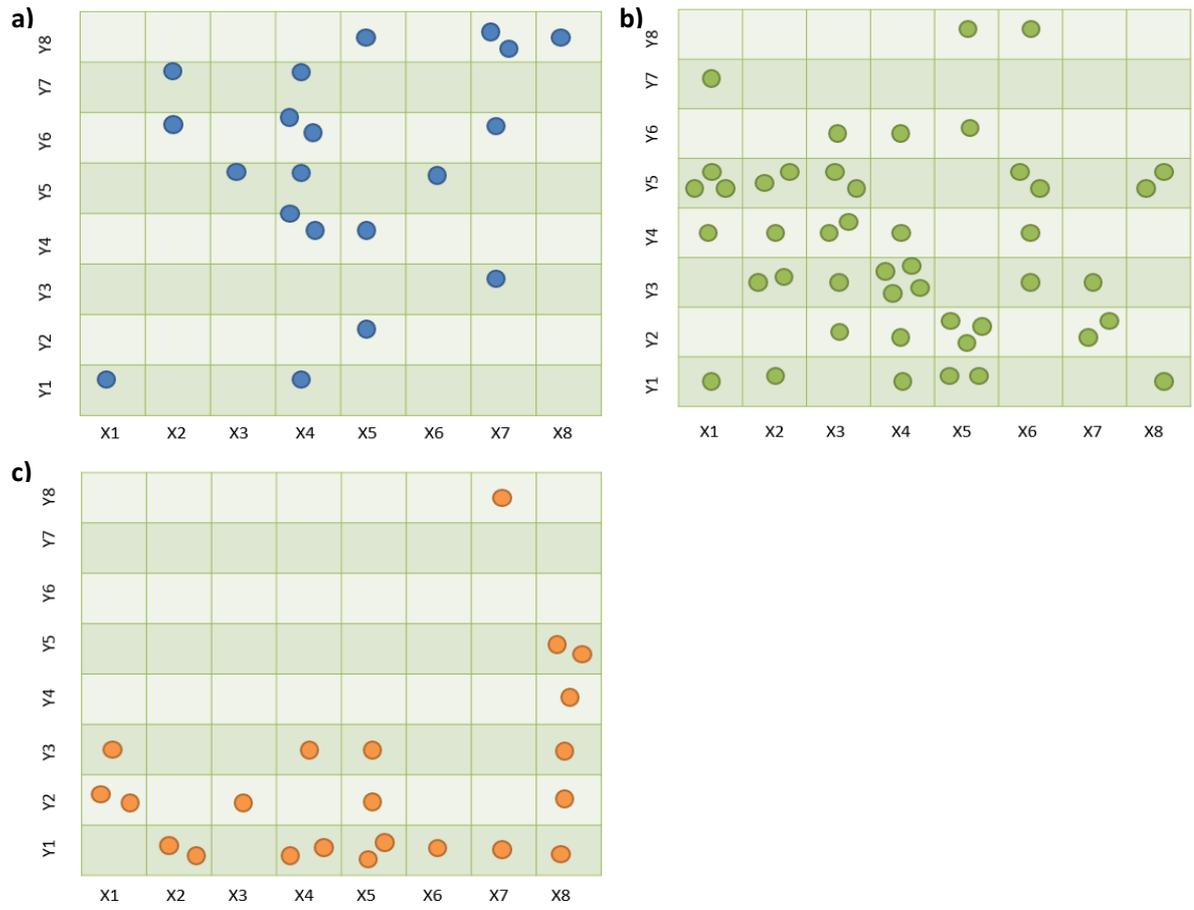


Figura 2



### Legenda das figuras

**Figura 1.** Abundância de plantas da espécie *Roupala montana* com tamanho entre 0,50 m e 2 m de altura em relação a distância da borda, contabilizada como parcelas amostrais de 5 x 5 m. (a) Coluna X7 e (b) coluna X2. Dados obtidos em fragmento de cerrado denso na Estação Ecológica e Experimental de Itirapina, Itirapina-SP.

**Figura 2.** Distribuição dos indivíduos amostrados de *Dalbergia miscolobium* (a), *Roupala montana* (b), e *Vochysia tucanorum* (c), em 64 parcelas de 5 x 5 m em um fragmento de cerrado denso (Valério) na Estação Ecológica e Experimental de Itirapina, Itirapina-SP.