

## Avaliação do efeito borda na distribuição da avifauna em fragmentos florestais de Cerrado

Bruno Senna Corrêa

*Centro Federal de Educação Tecnológica de Minas Gerais, campus 9 Nepomuceno, bruno.senna@gmail.com*

Marcelo Passamani

*Universidade Federal de Lavras, mpassamani@dbi.ufla.br*

Aloysio Souza de Moura

*Centro Universitário de Lavras, thraupidaelo@yahoo.com.br*

### Resumo

A perda da diversidade de fauna nos ecossistemas está associada a diversos fatores. A fragmentação florestal é considerada um fator relevante nesta redução da fauna, tendo em vista suas conseqüências diretas e indiretas. A real dimensão desta perda é um parâmetro pouco conhecido pela população em geral. Os aspectos relacionados à fragmentação são amplamente discutidos, ao longo de 20 anos de estudo na Amazônia, por Laurance e colaboradores. Apesar de estudos na literatura estejam relacionados a ambientes contínuos de floresta, poucos estudos levantam estas questões par fragmentos florestais do Bioma Cerrado. Pela concepção teórica ambientes reduzidos são considerados todos influenciados por borda, ou na verdade uma grande borda. Ainda faltam parâmetros ecológicos específicos para avaliar precisamente a dimensão de uma borda e a área mínima de fragmentos florestais que já apresentam borda e interior.

**Palavras-chave:** Fragmentação; Taxocenose; Diversidade faunística; Interação animal-planta.

### Evaluation of edge effect over bird distribution along Cerrado's forest fragment

#### Abstract

The loss of the diversity of fauna in ecosystems is associated with diverse factors. The forest spalling is considered an excellent factor in this reduction of the fauna, in view of its direct and indirect consequences. The real dimension of this loss is a parameter little known by the population in general. The aspects related to the spalling, widely are argued, throughout 20 years of study in the Amazônia, for Laurance and collaborators. Although studies in literature are related continuous environments of forest, few studies raise these forest fragments questions pair of the Cerrado Biome. By the theoretical conception surrounding reduced all influenced by edge, or in the truth are considered a great edge. Still they lack specific ecological parameters to necessarily evaluate the dimension of an edge and the minimum area of forest fragments that already present edge and interior.

**Keywords:** Fragmentation; Taxocenosis; Animal diversity; Animal plant interaction.

#### Introdução

A fragmentação florestal ocorre quando uma área de floresta nativa é transformada em uma série de remanescentes menores isolados, através da intervenção da matriz aos organismos da floresta (Burguess e Shape 1981; Harris, 1984). O processo de fragmentação apresenta aspectos importantes: perda do hábitat original, redução do tamanho do remanescente, aumento de isolamento de remanescentes (Andrén, 1994) e exposição do fragmento florestal a efeito borda como resultado da transição abrupta entre floresta e matriz (Murcia 1995). Com a fragmentação florestal é inevitável a criação de bordas artificiais que podem implementar transformações aos sistemas biológicos ocasionadas em grande parte por efeitos de borda (Rodrigues e Nascimento, 2006)

A fragmentação reduz a heterogeneidade horizontal e vertical do interior das florestas. Dessa forma, a influência de fatores abióticos externos como vento, radiação solar, disponibilidade de água, temperatura e umidade, irão influenciar a

ocorrência de processos biológicos. Essas alterações, provocadas pelo efeito borda, pode influenciar parcialmente fragmentos maiores (100 ha ou maiores) ou influenciar a dinâmica de todo o fragmento, no caso de fragmentos menores que 20 ha; a idéia é quanto menor o fragmento, maior o efeito borda, estando essa relação ligada diretamente à disponibilidade de recursos no solo (água, minerais, microbiota), vento, radiação solar incidente, temperatura. Assim espera-se que a dinâmica de fragmentos menores esteja diretamente influenciada pelos fatores abióticos presentes nos limites externos a eles. A distribuição da flora nas bordas, irá indicar as condições que podem ser bastante particulares nos fragmentos, atuando na distribuição e densidade de comunidades terrestres. Em relação à composição e dinâmica das comunidades terrestres em ilhas oceânicas, a Teoria da Biogeografia de Ilhas proposta por MacArthur e Wilson (1967) possibilitou informações preciosas no entendimento da estrutura de paisagens fragmentadas. Segundo os autores acima citados, a riqueza de espécies em ambientes fragmentados parece estar relacionada com o tamanho e o grau de isolamento da área, sugerindo uma redução no número de espécies em ilhas menores e mais isoladas (Terborg 1976). Um fator relacionado com a distribuição e a densidade populacional das espécies no fragmento, é a estrutura da matriz. A matriz pode ser considerada como uma área entre os fragmentos (campos, savanas, áreas agricultáveis, etc), que representa uma barreira para o fluxo migratório entre um e outro fragmento (Tocher 1997). A permeabilidade da matrix irá condicionar o fluxo das espécies por meio de um sistema de metapopulações. (Harrison 1991; Hanski, 1991).

A questão de como a fragmentação provoca um aumento de áreas de borda nos fragmentos, como as espécies da avifauna respondem a este efeito borda aumentado e quais seriam as estratégias específicas que deveriam ser aplicadas nas suas áreas de estudo, que apresentam intenso efeito borda será aqui discutida.

## Referencial teórico

O efeito borda resulta de alterações em ecossistemas florestais que geram ambientes fragmentados. Em áreas de floresta, o processo de fragmentação tem produzido paisagens na qual as bordas apresentam características dominantes. Os efeitos de borda são bastante extensivos nos fragmentos remanescentes (Chen, Franklin e Spies 1993 a,b). Segundo Franklin e Forman, 1987, em alguns modelos teóricos de manejo florestal (clear-cutting), o interior de florestas não afetadas pelo efeito borda é

inferior a 50% do remanescente, sendo este índice dependente do padrão de manejo e do tamanho do remanescente.

Recentes estudos relacionados com efeito borda em remanescentes florestais (Murcia 1995) delimitaram três tipos de efeitos: abiótico, biológico direto e biológico indireto.

O efeito abiótico envolve mudanças nas condições físicas do ambiente, resultantes da proximidade para uma matriz estruturalmente dissimilar. Os efeitos biológicos diretos envolvem mudanças na distribuição e abundância das espécies causadas por condições físicas alteradas próximas às bordas. Os efeitos biológicos indiretos resultam das mudanças nas interações das espécies nas bordas ou próximo a elas (Murcia 1995). Os remanescentes florestais limitados por cultivos agrícolas são expostos a diferentes radiações solares, vento, disponibilidade de água e disponibilidade de nutrientes que regiões de floresta contínua (Saunders, Hobbs e Arnold 1993; Hobbs 1993). Fatores como a radiação solar, temperatura e umidade dirigem processos biológicos como fotossíntese, desenvolvimento da vegetação, decomposição e ciclagem de nutrientes (Chen 1993b). A dinâmica espacial e temporal do microclima para bordas são de grande importância para entender as respostas biológicas e a distribuição e abundância de organismos em remanescentes florestais (Turton and Freiburguer in Laurance e Bierregaard 1997). Segundo Murcia (1995), a distância pela qual o efeito borda penetra dentro de fragmentos florestais é uma medida geralmente usada para indicar a intensidade da modificação do hábitat. Estudos realizados por Matlack 1993; Kapos et al. 1993; Young e Mitchell 1994 e Camargo e Kapos 1995), envolvendo medição do ar, temperatura do solo e déficit de vapor de pressão levaram a conclusão de que o efeito borda penetra somente cerca de 50 m dentro da floresta, sendo que em alguns casos não foi detectada alterações nos gradientes microclimáticos em relação a este efeito (Murcia 1995). A intensidade do efeito borda é altamente influenciada pela orientação da borda e a fitofisionomia da floresta. A quantidade de radiação solar recebida determina a extensão de vários efeitos físicos da borda, sendo essencialmente dependente em cima da orientação da borda. A fitofisionomia florestal é importante, no aspecto de afetar a quantidade de radiação solar incidente recebida no sub-bosque da floresta (Turton and Freiburguer in Laurance e Bierregaard 1997).

Variáveis ambientais como radiação fotossinteticamente ativa, temperatura, déficit de pressão de vapor, velocidade do vento e fluxo de calor do solo, medidas

dentro dos dosséis da floresta, dependem da distribuição vertical dos estratos e da abertura do dossel (Fritschen 1985).

O tamanho, a forma e a idade dos remanescentes irão interagir para determinar a importância dos efeitos de borda (Kapos 1989). Fatores climáticos externos podem promover maiores efeitos em remanescentes menores ou irregulares (Turton and Freiburguer in Laurance e Bierregaard 1997). Os remanescentes maiores e circulares tendem a apresentar uma área central (núcleo) maior, que parece não ser influenciada pelo efeito borda (Laurance e Yensen 1991; Saunders, Hobbs e Margulis 1991). Outro fator relevante é a característica da vegetação na borda (estágio sucessional). Bordas maduras tendem a ser fechadas pela vegetação, enquanto bordas mais abertas sofrem maior influência do efeito borda (Matlack 1994).

Trabalhos relacionados com a resposta da avifauna ao efeito de borda como Galetti et al. 2003, mostraram que a redução de habitat e o efeito borda afetam as chances de consumo de frutos por aves, alterando sua distribuição em ambientes fragmentados. Os mesmos autores encontraram maior probabilidade de consumo de frutos na borda do que no interior e relacionaram esse resultado com dois fatores:

- a) As variações de luz encontradas na borda e no interior, que parecem afetar a comunicação entre aves e frutos (Endler, 1993);
- b) Aves frugívoras generalistas são mais comuns em bordas de floresta do que no interior (Candido, 2000).

As espécies de avifauna podem se comportar de maneira distinta em relação ao efeito borda aumentado. No caso de espécies florestais, sensíveis a alterações de habitats, como é o caso de chocas da mata (*Thamnophilidae*), sanhaços (*Thraupis sp.*) e gaturamos (*Euphonia sp.*) (*Thraupidae*), a redução da área natural, gera alterações no microhabitat e microclima do interior, modificando a qualidade do habitat. Essas espécies tendem a se deslocar desses ambientes alterados, caso não consigam se adaptar aos recursos disponíveis após a ocorrência do impacto ambiental. Observa-se a migração para fragmentos próximos que possam apresentar recursos favoráveis para forrageamento e abrigo, caso já não exista espécies florestais sensíveis e competidora desses recursos, ou então migração para outras áreas que possam ser exploradas com menores índices de competição.

A falta de extinções em massa para os biomas de Mata Atlântica e Cerrado sugere uma dinâmica específica da comunidade de aves (guildas). A adaptabilidade de determinadas espécies (onívoros e insetívoros) e a

sensibilidade de outras espécies (insetívoros de dossel, insetívoros de solo) diante os impactos gerados pela fragmentação (em fragmentos formados) ou pelas alterações na matriz (em fragmentos naturais) pode ser explicada pelo efeito da compensação por densidade, parâmetro observado em estudos de dinâmica de comunidades.

Para a área de estudo nos valos, que incluem fragmentos florestais conectados por corredores ecológicos, a situação é bastante específica. Os 8 fragmentos estudados apresentam áreas que variam de 1,0 ha para os menores fragmentos, 7,0 ha para fragmentos médios e 12 ha para os maiores fragmentos. Nesse contexto, espera-se que o efeito borda para esses remanescentes seja bastante intenso e possa alterar tanto a dinâmica de flora como a dinâmica de fauna, uma vez que estas estão diretamente relacionadas. Um fator que influencia diretamente esta dinâmica de cada fragmento, é a presença ou ausência de água. Alguns fragmentos, apresentam um córrego perene, outros formam charcos (matas paludosas). Estas características geram condições específicas para cada ambiente, favorecendo a seleção de espécies da flora adaptadas a essas condições e da fauna, diretamente relacionada. Dessa forma, tendo em vista a relação destes fatores, as estratégias a serem empregadas nesse caso de intenso efeito de borda seriam:

- a) Quantificação os gradientes microclimáticos ao longo da borda de cada fragmento e corredor ecológico

Procedimentos:

- a.1) Medição de temperatura do solo em três profundidades (0 cm, 5 cm e 10 cm) (termômetro digital);
  - a.2) Medição da temperatura ambiente em dois níveis (bulbo seco e molhado – higrômetro aspirador);
  - a.3) Medição do déficit de pressão de vapor;
  - b) Estabelecimento de transectos lineares para coleta de amostras: pontos a 5m fora da borda, na borda, 5 m dentro do fragmento, 10 m dentro do fragmento, 20m, 30m, 40m dentro do fragmento. Para fragmentos menores (1 ha), seguir a metodologia até o núcleo da floresta. paralelos lineares perpendiculares às bordas (N,S,L,O) do fragmento;
  - c) Comparação das distâncias na qual as bordas penetram dentro dos fragmentos, para cada fragmento e comparar com outros fragmentos da região em situações semelhantes e com literatura para ambientes semelhantes;
- Procedimentos:
- c.1) Fotografias hemisféricas do dossel par estimar a abertura do dossel
  - d) Cálculo da densidade de sementes e propágulos ao

longo das bordas nos fragmentos estudados para inferir a respeito da influência da borda na dinâmica dos fragmentos.

Procedimentos:

d.1) Estudo de dinâmica da comunidade de monocotiledôneas, dicotiledôneas pioneiras e dicotiledôneas secundárias das bordas dos fragmentos;

d.2) Estabelecimento de parcelas contíguas de 10 x 10m paralelas na borda dos fragmentos, a 10m, 20m, 30m e 40m para o interior (contagem de todos os indivíduos na parcela, jovens, sub-adultos e adultos)

d.3) Avaliação dados de dinâmica (número inicial de árvores, número de recultas, mortalidade, recrutamento, mudança, área basal, crescimento, acréscimo, decréscimo, durante pelo menos 5 anos;

d.4) Aplicação de estatística não paramétrica para avaliação dos dados de dinâmica (Kruskal-Wallis, Kolmogorov), regressão, variância, etc.

## Conclusão

São necessários estudos mais acurados, relacionando fatores como composição florística da borda, histórico, estrutura e design do fragmento, e a distribuição sazonal da taxocenose de aves, para avaliar entre outros as interações animal-plantas e suas variações para a dinâmica de ambientes fragmentados.

## Referências bibliográficas

CAMARGO, J. L.; KAPOV, V. Complex edge effects on soil moisture and microclimate in central Amazonian forest. **Journal of Tropical Ecology**, v. 11, p. 205-221, 1995.

CANDIDO, Jr., J.F.. The edge effect in a forest bird community in Rio Claro, São Paulo state, Brazil, **Ararajuba**, v. 8, p. 9-16, 2000.

CHEN, J.; FRANKLIN, J.F.; SPIES, T.A. Contrasting microclimate among clearcut edge and interior of old-growth Douglas-fir forest. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 63, p. 219-37, 1993 a.

\_\_\_\_\_. An empirical model for predicting diurnal air temperature gradients from edge into old-growth Douglas-fir forest. **Ecological Modelling**, v. 6, p. 179-98, 1993 b.

DA SILVA, J. M.; UHL, C.; MURRAY, G. Plant succession, landscape management and the ecology of frugivorous birds in abandoned Amazonian pastures. **Conservation Biology**, v. 10, p. 491-503, 1996.

DEBINSKI, D.M.; HOLT, R.D. A survey and overview of habitat fragmentation experiments. **Conservation biology**, v. 14, n. 2, p. 342-355, 1999.

ENDLER, J.A. The color of light in forests and its implications. **Ecological Monographs**, v. 63, p. 1-27, 1993.

EUSKIRCHEN, E.S.; CHEN, J.; BI, R. Effects of edges on plant communities in a managed landscape in northern Wisconsin. **Forest Ecology and Management**, v. 148, n. 13, p. 93-108, 2001.

FAGAN, W.F.; CANTRELL, R.S. COSNER, C. How habitat edges change species interactions. **The American Naturalist**, v. 153, n. 2, p. 165-177, 1999.

FRANKLIN, J.F.; FORMAN, R.T.T. Creating landscape patterns by forest cutting: Ecological consequences and principles. **Landscape Ecology**, v. 1, p. 5-18, 1987.

FRITSCHEN, L.J. Characterization of boundary conditions affecting forest environment phenomena. p. 3-23 In: HUTCHINSON, B.A. ; KINGS, B.B., eds. **The forest-atmosphere interaction**. D. Reidel, Boston, Mass, 1985.

GALETTI, M.; ALVES-COSTA, C.P.; CAZETTA, E. Effects of Forest fragmentation, anthropogenic edges and fruit color on the consumption of ornithocoric fruits. **Biological conservation** 111(2003) 269-273.

GASCON, C.; LOVEJOY, T.E.; BIERREGAARD, R.O.; MALCOLM, J.R.; STOUFFER, P.C.; VASCONCELOS, H.L.; LAURANCE, W.F.; ZIMMERMAN, B.; TOUCEHR, M.; BORGES, S. Matrix habitat and species richness in tropical forest remnants. **Biological Conservation**, v. 91, p. 223-229, 1999.

HANSKI, I; GILPIN, M. Metapopulation dynamics: brief history and conceptual domain. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 42, p. 3-16, 1991.

HARRISON, S. Local extinction in a metapopulation context: an empirical evaluation. **Biological Journal of the Linnean Society**, v. 42, p. 73-88, 1991.

HOBBS, R.J. Effects of landscape fragmentation on ecosystem processes in the Western Australian wheat belt. **Biological Conservation**, v. 64, p. 193-201, 1993.

HOLL, K.D.; LULOW, M.E. Effects of species, habitat and distance from the edge on post-dispersal seed predation in a tropical rain forest. **Biotropica**, v. 29, p. 459-468, 1997.

KAPOV, V. Effects of isolation on water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology**, v. 5, p. 173-85, 1989.

KAPOS, V.; GANADE, G.M.; MATSUI, E. VICTORIA, R.L. 13C as an indicator of edge effects in tropical rain forest reserves. **Journal of ecology**, v. 81, p. 425-32, 1993.

LAURANCE, W.F. Edge effects in tropical forest fragments - application of a model for the design of nature-reserves. **Biological Conservation**, v. 57, n. 2, p. 205-219, 1991.

LAURANCE, W.F.; YENSEN, E. Predicting the impacts of edge effects in fragmented habitats. **Biological Conservation**, v. 55, p. 77-92, 1991.

LAURANCE, W. F.; BIERREGAARD, R.O. **Tropical forest remnants**. Chicago, University of Chicago Press, 1997.

LAURANCE, W.F. 2000. Do edge effects occur over large spatial scales? **Trends in Ecology and Evolution** 15(4): 134-135.

MATLACK, G.R. Microenvironmental variation within and among forest edge sites in the eastern United States. **Biological Conservation**, n. 66, p. 185-194, 1993.

MATLACK, G.R. Vegetation dynamics of the forest edge: trends in space and successional time. **Journal of Ecology**, n. 82, p. 113-123, 1994.

MURCIA, C. Edge effects in fragmented forests: implications for conservation. **Trends in ecology and evolution**, v. 10, n. 2, p. 58-62, 1995.

RODRIGUES, P.J.F.P.; NASCIMENTO, M. T. Fragmentação florestal e efeitos de borda. **Rodriguésia**, v. 57, n. 1, p. 63-

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; ARNOLD, G.W. **The Kellerberrin project on fragmented landscapes: a review**, 1993.

SAUNDERS, D. A.; HOBBS, R. J.; MARGULES, C. R. Biological consequences of ecosystem fragmentation: a review. **Conservation Biology**, v. 5, p. 18-32, 1991.

TERBORG, J. Island biogeography and conservation: strategy and limitation. **Science**, v. 193, p. 1029-1030, 1976.

TOCHER, M.D.; GASCON, C.; ZIMMERMAN, B.L. 1997. Fragmentation effects on a central Amazonian frogs community: a ten year study. In: LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. **Tropical forest remnants**. Chicago, University of Chicago Press, 1997, p. 124-137.

TURTON, S.M.; FREIBURGER, H.J. Edge and aspect effects on the microclimate of a small tropical forest remnant on the Atherton Tableland, northeastern Australia. In: LAURANCE, W.F.; BIERREGAARD, R.O. (Ed.) **Tropical forest remnants: ecology, management and conservation of fragmented communities**. Chicago: The University of Chicago Press, 1997. cap. 4, p. 45-54.

YOUNG, A.; MITCHELL, N. Microclimate and vegetation edge effect in a fragmented podocarp-broadleaf forest in New Zealand. **Biological Conservation**, v. 67, p. 63-72, 1994.