

Existe impacto da estrada sobre taxocenose de artrópodos de solo na Amazônia central?

Alison Gainsbury

1. Introdução

A Bacia Amazônica compreende aproximadamente 60% da área de florestas úmidas do planeta. Dada sua magnitude é de enorme importância para a conservação da biodiversidade (Salati & Vose 1984; Fearnside 1999; Houghton *et al.* 2000). Recentemente, o governo brasileiro propôs ampliar e implementar o plano "Avanço Brasil", que inclui a expansão da rede rodoviária nesta região (Walker 2003). Entretanto, existem poucos estudos sobre o impacto das modificações abióticas associada à formação de bordas em estradas na biodiversidade Amazônica (Dale *et al.* 1994; Didham 1997; Goosem 1997).

A influência das estradas sobre a fauna, por exemplo, é considerável mesmo que esta sejam pouco utilizadas (Burkey 1993; Goosem 1997). As áreas próximas às bordas são geralmente caracterizadas como menos densas, com dossel mais baixo e aberto, caules mais finos e serapilheira mais profunda, se comparado ao interior da mata (Carvalho 1998). Adicionalmente, as estradas criam enormes áreas sujeitas a efeitos de borda, além de permitir o acesso de caçadores e madeireiras às áreas de mata.

Estudos sobre os efeitos de borda associados a estradas sobre artrópodos da floresta apresentam resultados contraditórios. Alguns pesquisadores demonstraram que invertebrados ocorrem

em maior quantidade perto de bordas (tal como em estradas) em comparação ao interior de florestas (Didham 1997; Fowler *et al.* 1993). Por outro lado, Fonseca (1998) observou a diminuição da abundância e biomassa de formigas em borda de floresta. A diversidade e abundância de formigas também não diferiram entre borda e interior de floresta na Amazônia Central (Carvalho 1998). Adicionalmente, estudos esses não demonstram um padrão claro de variação na riqueza e abundância dos artrópodos de solo em relação a um gradiente de distâncias em relação a borda em direção ao interior da floresta.

Neste sentido, o objetivo deste estudo será testar se existe uma mudança na riqueza e abundância na taxocenoses de artrópodos do solo ao longo de um gradiente da borda de uma estrada até o interior da floresta na Amazônia central. Adicionalmente, será testado se existe alguns grupos taxonômicos mais sensíveis às mudanças microclimáticas provocadas pelo efeito de borda causada pela abertura de uma estrada.

2. Materias & métodos

O estudo foi realizado na Reserva do km 41 (02°24'S; 59°44'O) localizada a 80 km norte de Manaus, AM, em agosto de 2005. Esta área abriga uma floresta de terra firme e pertence ao Projeto de Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA-Smithsonian Institute). A temperatura anual média é de 26° C e a precipitação anual média é de 2200 mm. O clima local é sazonal, com uma época seca entre de junho a outubro é uma época chuvosa de novembro a maio (Lovejoy & Bierregaard 1990).

Foram realizados cinco transectos de 100 m paralelos entre si, distanciados 50 m entre si. Os transectos foram estabelecidos perpendicularmente à estrada ZF-3 é localizada no km 41 da estrada vicinal. Em cada transecto foram estabelecidos cinco pontos amostrais, sendo um na borda (0 m) e os outros a 10, 30, 50 e 100 m, totalizando 25 pontos amostrais. Em cada ponto de amostragem foi instalada uma armadilha tipo alçapão com 15 cm de diâmetro e 5 cm de profundidade contendo água e detergente. As armadilhas foram mantidas no campo por 48 h. Após este período, os indivíduos capturados foram

fixados em álcool 70% e levados para o laboratório para a identificação e separação ate o nível de morfo-espécie.

Em cada ponto de amostragem foram coletados os seguintes parâmetros ambientais: o número de árvores, a abertura do dossel e a quantidade de folhiço. Todas as árvores que apresentaram a primeira bifurcação de ramos a pelo menos 1 m do solo encontradas em um raio de 2 m de cada armadilha foram contabilizadas. A abertura do dossel foi medida em quatro direções (norte, sul, oeste e leste) sobre a armadilha utilizando um densiômetro. A quantidade de folhiço foi mensurada em quatro parcelas de 0,25 m × 0,25 m localizadas a 1 m da armadilha nas direções norte, sul, oeste e leste. O folhiço foi removido e pesado dentro de um saco plástico utilizando pesolas. Para cada parâmetro foram calculada médias para cada ponto amostral.

Para determinar se a riqueza e abundância de artrópodes variam entre as categorias de distâncias da borda foi utilizada uma ANOVA. Em seguida, duas regressão múltiplas foram utilizadas para testar se existe uma relação entre riqueza e abundância de artrópodes e as variáveis ambientais. Todas as análises foram feitas usando o programa Systat 8.0.

3. Resultados

Foram coletadas 738 indivíduos pertencentes a 16 ordens e 98 morfo-espécies. Formigas foram o grupo melhor representado em riqueza e abundância. O segundo grupo mais representado nas amostras foram os ortópteros (Tabela 1).

Tabela 1. Representação das ordens de artrópodes do solo coletadas ao longo de transectos da borda até o interior da floresta, na Amazônia central.

Distância (m)	Riqueza					Abundância				
	0	10	30	50	100	0	10	30	50	100
Acari	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Araneae	1	2	4	3	4	1	2	5	3	5
Blattodea	2	1	1	0	1	3	4	1	0	1
Coleoptera	4	3	2	5	5	4	6	3	9	8
Dermaptera	0	0	0	1	0	0	0	0	1	0
Diplopoda	1	0	1	1	1	1	0	1	1	5
Diptera	1	1	3	5	5	1	6	3	6	10
Embioptera	0	0	0	1	1	0	0	0	1	1
Hemiptera	1	3	1	3	4	1	3	1	4	4
Hymenoptera/Formicidae	14	16	16	12	11	143	195	108	81	37
Hymenoptera/Vespa	2	3	1	0	0	2	3	1	0	0
Isopoda	0	0	0	1	0	0	0	0	27	0
Isoptera	1	0	0	0	0	2	0	0	0	0
Lepidoptera	1	0	0	0	1	1	0	0	0	1
Orthoptera	1	2	2	1	1	8	11	3	3	4
Pseudoscorpiones	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0
Schyzomida	0	0	0	0	1	0	0	0	0	1
Média	1,8	1,8	1,8	1,9	2,1	9,9	13,5	7,4	8,0	4,6
Desvio Padrão	3,3	3,8	3,8	3,1	2,9	34,4	46,9	26,0	19,9	8,9

Não houve uma relação significativa entre a distância da estrada e a riqueza de artrópodos de solo ($F= 0,115$; g.l.= 4,20; $p= 0,976$). A riqueza média de morfo-espécies variou de $1,8 \pm 3,1$ a 50 m da borda a $2,1 \pm 2,9$ a 100 m da borda (Tabela 1).

A abundância dos artrópodos também não variou significativamente ao longo do gradiente ($F= 0,563$; g.l.= 4,20; $p= 0,692$). A abundância média de morfo-espécies variou $4,6 \pm 8,9$ de 100 m da borda a $13,5 \pm 46,9$ de 10 m da borda (Tabela 1).

Não houve relação entre nenhuma das variáveis ambientais e a riqueza e a abundância de artrópodes (Tabela 2). Uma regressão a posteriori para o grupo mais freqüente (Formicidae), porém também não foram observadas diferenças significativas ($F= 0,710$; g.l.= 4, 160; $p= 0,586$).

Tabela 2. Regressão múltipla entre a riqueza (N: 25; R²: 0,063; F = 0.468; g.l.= 3,21 p= 0,708). e abundância (N: 25; R²: 0,063; F = 0.468; g.l.= 3,21 p= 0,708) de artrópodes de solo e as variáveis ambientais.

Variável dependente	Tratamento	Coefficiente	Erro padrão	t	P (2 caudas)
RIQUEZA	DOSSEL	-0,078	0,099	-0,784	0,442
	FOLHICO	0,050	0,079	0,632	0,534
	N de ARVORES	0,110	0,188	0,584	0,565
ABUNDÂNCIA	DOSSEL	-1,058	1,039	-1,018	0,320
	FOLHICO	0,136	0,835	0,163	0,872
	N de ARVORES	1,362	1,972	0,691	0,497

4. Discussão

Em geral, existe um aumento na riqueza e abundância de invertebrados em relação à proximidade da borda da floresta na Amazônia central (Didham 1997, Fowler *et al.* 1993). Borboletas, por exemplo, apresentam esse padrão, sendo mais ricas na borda (Laurance & Bierregaard 1997). Entretanto, Fonseca (1998) demonstrou que o número e a biomassa das formigas na Amazônia central tiveram menor abundância e maior biomassa no interior da floresta do que nas áreas mais perto das estradas (Fonseca 1998). Neste estudo, a diversidade e abundância dos artrópodes de solo não apresentaram diferença ao longo do gradiente borda da estrada. A ausência de diferenças pode ser um efeito do tamanho do transecto. É possível que 100 m não seja suficiente para capturar o padrão da diferença, entre borda e floresta. Didham (1997) concluiu que os efeitos de borda podem ser detectados até 184 m dentro da floresta.

Didham (1996) constatou que seis variáveis ambientais são importantes na composição de invertebrados na borda: temperatura, altura do dossel, quantidade de galhos caídos no solo, biomassa e umidade do folhicho e temperatura. Particularmente para Formicidae, não foram observadas relações

entre sua riqueza e abundância e variáveis do folhicho como biomassa e umidade. Neste estudo, nenhuma das três variáveis ambientais medidas foram relacionadas à riqueza e abundância dos artrópodos do solo. É possível que outras variáveis, como temperatura, explicar a distribuição dos artrópodes do solo no local estudado.

Futuros estudos amostrando uma distância maior da estrada até o interior da floresta pode detectar diferenças na riqueza, abundância e composição de morfo-espécies ou grupos funcionais. Uma outra idéia interessante, seria estudar o impacto de uma estrada asfaltada e muito utilizada para testar se alguns invertebrados percebem a estrada como uma barreira enquanto outros usam a estrada como um corredor.

5. Agradecimentos

Gostaria de agradecer a ajuda indispensável do Juruna, Angelita e Bruno no campo. Adicionalmente, a identificação dos invertebrados não seria possível sem o conhecimento do Glauco e Adalberto. Finalmente, queria agradecer todos os revisores deste trabalho.

6. Referências bibliográficas

Burkey, T.V. 1993. Edge effect in seed and egg predation at two Neotropical Rain-

- forest sites. *Biological Conservation* 66: 139-143.
- Carvalho, K.S. 1998. Efeitos de borda sobre a comunidade de formigas de serrapilheira florestal na Amazônia central. Dissertação de Mestrado, INPA/UA.
- Fonseca, M.A. 1998. Efeito de borda no número e biomassa de formigas em uma reserva florestal na Amazônia central. Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica" edição 1998.
- Dale, V.; Pearson, S.M. ; Offerman, H.L. & O'Neill, R.V. 1994. Relating patterns of land use change to faunal biodiversity in the central Amazon. *Conservation Biology* 8: 1027-1036.
- Didham, R.K. 1996. The effects of forest fragmentation on leaf litter invertebrates in Central Amazonia. Tese de Doutorado, University of London, London.
- Didham, R.K. 1997. The influence of edge effects and forest fragmentation on leaf litter invertebrates in central Amazonia, pp. 55-70. *In Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*, Laurance, W.F. & Bierregaard, Jr., R.O. (eds). The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Fearnside, P.M. 1999. Biodiversity as an environmental service in Brazil's Amazonian forests: risks, value and conservation. *Environmental Conservation* 26: 305-321
- Fowler, H.G.; Silva, C.A. & Venticinque, E.M. 1993. Size, taxonomic and biomass distributions of flying insects in Central Amazon: edge vs. understory. *Revista de Biologia Tropical* 41: 755-760.
- Goosem, M. 1997. Internal fragmentation: the effects of roads, highways, and powerline clearings on movements and mortality on rainforest vertebrates, pp. 241-255. *In Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities..* Laurance, W.F & Bierregaard, Jr., R.O. (eds). The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Houghton, R.A., Lawrence, K.T., Hacler, J.L. & S. Brown. 2001. The spatial distribution of forest biomass in the Brazilian Amazon: a comparison of estimates *Global Change Biology* 7: 731-746.
- Laurance, W.F. & Bierregaard, Jr., R.O. 1997. *Tropical Forest Remnants: Ecology, Management, and Conservation of Fragmented Communities*. The University of Chicago Press, Chicago, USA.
- Lovejoy, T.E. & Bierregaard, Jr., R.O. 1990. Central Amazonian forests and the Minimum Critical Size of Ecosystem Project. *In Four Neotropical Rainforests*, Gentry, A.H. (ed). Yale University Press, Connecticut.
- Salati, E. & Vose, P.B. 1984. Amazon basin: a system in equilibrium. *Science* 225: 129- 138.
- Walker, R. 2003. Mapping process to pattern in the landscape change of the Amazonian Frontier. *Annals of the Association of American Geographers* 93: 376-398.