

# Infinita Highway: a borda de uma estrada afeta a remoção e esscarificação de propágulos na Amazônia central

Glauco Schüssler

---

## 1. Introdução

Uma borda é definida ecologicamente como o local onde duas ou mais comunidades de plantas, ou ecossistemas se encontram (Pianka 1974). A transição entre esses habitats distintos origina os efeitos de borda, os quais foram classificados por Murcia (1995) em efeitos: (1) abióticos; (2) biológicos diretos e (3) biológicos indiretos. Segundo a autora, estes últimos afetam as interações entre os organismos, tais como interações planta-animal envolvendo a manipulação e dispersão de sementes e plantas por animais. O conhecimento da magnitude destas mudanças sobre as interações planta-animal são fundamentais para o entendimento da regeneração natural de florestas tropicais fragmentadas, além de contribuir para seu manejo e conservação (Janzen 1970; Schupp 1989).

A remoção e a esscarificação de propágulos dependem fundamentalmente da atividade de animais dispersores, sejam eles vertebrados ou invertebrados (Pijl 1982). No caso de plantas que produzem grandes propágulos, a fauna associada à remoção dos propágulos tende a ser diferente da fauna associada à esscarificação (Mesquita 1989). Se a criação de bordas reduz a abundância e diversidade de espécies de pequeno mamíferos próximos à borda, como

proposto por Stevens & Husband (1998), então espera-se que grandes propágulos sejam menos predados e dispersas nas bordas. De maneira semelhante, é razoável esperar que haja um aumento nas esscarificação de grandes sementes nas bordas, associado a um aumento da abundância de alguns invertebrados potencialmente capazes de esscarificar grande propágulos nestes ambientes.

Desta forma, o presente estudo partiu da hipótese, que a borda teria influência na transformação das condições bióticas do ambiente. Assim, o objetivo deste estudo foi comparar a frequência de remoção e esscarificação de propágulos em dois ambientes (borda e interior) num trecho de floresta de terra firme na Amazônia central. Assim determinar se remoção e esscarificação de propágulos também podem ser influenciadas por algumas variáveis ambientais como porcentagem de cobertura do dossel e do sub-bosque.

## 2. Material e métodos

### 2.1 Local de estudo

O trabalho foi realizado na reserva do Km 41, uma área de floresta de terra firme a aproximadamente 80 Km ao norte de Manaus, pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, (2°24'S;

59°44'O). O dossel da área varia entre 30 e 37 m e o relevo entre 50 e 150 m acima do nível do mar. A média pluviométrica anual na região é de 2186 mm e a temperatura média anual é de 26,7° C. A área de floresta contínua é margeada pela estrada ZF-3, que forma uma borda com a floresta (Lovejoy & Bierregaard 1990). Este estudo foi implementado nesta borda e no interior da floresta, em duas trilhas já existentes.

## 2.2 Espécie utilizada

Para a realização do experimento de remoção de propágulos, foram utilizados os frutos de Patauá (*Oenocarpus bataua*, Arecaceae), uma espécie de dossel, muito freqüente em baixios, distribuída da América Central ao norte da América do Sul (Ribeiro *et al.* 1999). *O. bataua* possui caule solitário de até 25 m de altura e 15 a 45 cm de DAP, possui folhas quase eretas e bainha com fibras macias (Henderson *et al.* 1995). A espécie produz, entre janeiro a setembro, grandes frutos, com sementes bastante resistentes e polpa nutritiva, que atrai muitos animais. Esta palmeira foi escolhida por ser nativa da reserva e bastante abundante, sendo muito consumida pela fauna local e ser uma das poucas espécies que estão produzindo frutos na estação seca (H. Nascimento com. pess.).

## 2.3 Coleta de dados

Para dispor propágulos próximo à borda, foi traçado um transecto de 2000 m paralelo à estrada ZF-3, distanciado aproximadamente 5 m da margem da estrada. O transecto foi dividido em 10 parcelas de 100 m, distantes 100 m entre si. Em cada parcela foram colocadas 11

propágulos separados 10 m entre si. Foi realizada a retirada de toda a serrapilheira do local onde era colocado um propágulo. Este procedimento foi realizado para deixá-lo mais exposto, uma vez que a serrapilheira pode ser decisiva na proteção de sementes grandes contra predadores (Horvitz *et al.* 2002).

Em cada parcela de 100 m foram escolhidos dois pontos, onde foram medidas duas variáveis ambientais: porcentagem de cobertura do dossel e do estrato herbáceo/arbustivo. A porcentagem de cobertura do dossel, foi medida com densiômetro onde usou-se quatro medidas orientadas nos pontos cardenais. A cobertura do ponto foi expressa pela média das quatro medidas. Para o medir a porcentagem de cobertura do estrato herbáceo/arbustivo, utilizou-se o método de Braun-Blanquet em um raio de 5 m em torno do ponto, excluindo a estrada. Nesta área a vegetação foi classificada em 4 classes: ausente, rara, média e densa. Na mesma área foi quantificado o número de frutos carnosos no solo. Os mesmos procedimentos foram repetidos em dois transectos no interior da floresta, posicionados perpendicularmente em relação à borda da estrada, cada um com metade do comprimento da transecção da borda, distante 300 m da borda.

Foram colocados ao todo 220 propágulos, divididos igualmente para cada ambiente (borda e interior). O monitoramento da freqüência de remoção dos propágulos foi realizado durante quatro dias consecutivos, sempre a partir das 8 horas da manhã, compreendendo os dois picos de maior atividade de mamíferos, principal grupo

responsável pela remoção de propágulos. Quando ocorria o desaparecimento de um propágulo, este era considerado removido. Propágulos que se encontravam cobertos por formigas, ou apresentassem pericarpo removido, foram classificados como escarificados.

## 2.4 Análise dos dados

No primeiro momento, foi realizado um teste-t para verificar se as variáveis: sub-bosque (SB) e abertura de dossel (AD) eram diferentes nos dois ambientes. Não houve diferença para SB ( $t= 0,116$ ; g.l.= 16,0;  $p= 0,909$ ), e uma diferença significativa para AD ( $t= 5,55$ ; g.l.= 9,1;  $p= 0,000$ ). Assim, AD foi excluída do modelo geral, sendo avaliado seu efeito separadamente em uma análise para cada ambiente. A análise para quantificar a densidade de frutos carnosos disponíveis nos dois ambientes (borda e

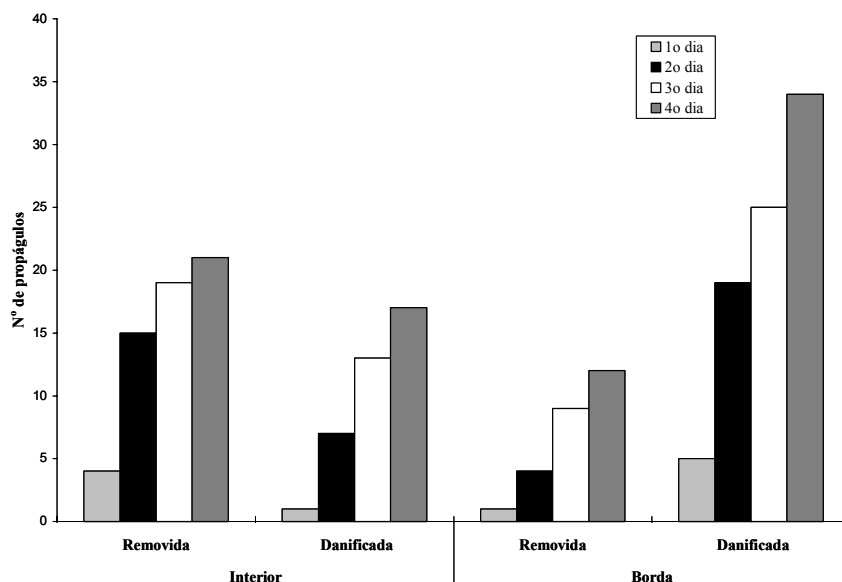
interior), não foi realizada devido a ausência de propágulos, somente foram encontrados frutos secos.

Para testar o efeito da variação entre os ambientes sobre o destino dos propágulos, foi utilizada uma análise de co-variância (ANCOVA) com medidas repetidas, tendo o ambiente (borda x interior) como fator fixo, o SB como co-variável, e o fator de repetição foi o tipo de dano (remoção ou escarificação).

Para se avaliar a diferença entre o tipo de destino e a influência da abertura do dossel dentro de cada ambiente, foram utilizadas duas ANCOVAs com medidas repetidas, uma para borda e outra para o interior, na qual o fator de repetição foi o destino do propágulo (removido e escarificado) e a co-variável foi abertura do dossel. Todas as análises foram realizadas com o pacote estatístico SYSTAT 8.0.

## 3. Resultados

Ao final dos quatro dias, o número de eventos de remoção e escarificação somados foi bastante semelhante entre os dois ambientes, na borda 46 e no interior 38 respectivamente. Na borda foram observados 12 propágulos removidos e 34 escarificados; enquanto na área de interior, observaram-se 21 remoções e 17 escarificações de propágulos (Figura 1).

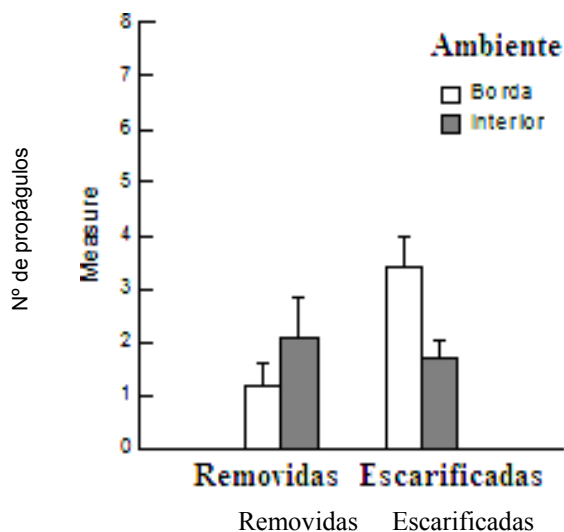


**Figura 1.** Remoção e escarificação dos propágulos nas transecções, acumulada nos quatro dias de verificação nos dois ambientes (borda e interior), na área da reserva de mata contínua do Km 41, Manaus.

Houve, com o passar dos quatro dias, um menor acréscimo nos valores de remoção no interior, enquanto na borda o crescimento da remoção foi baixo (Figura 1). Em relação a escarificação, no interior os valores tiveram um crescimento semelhante ao da remoção; e na borda ocorre um crescimento muito superior ao dos propágulos removidos.

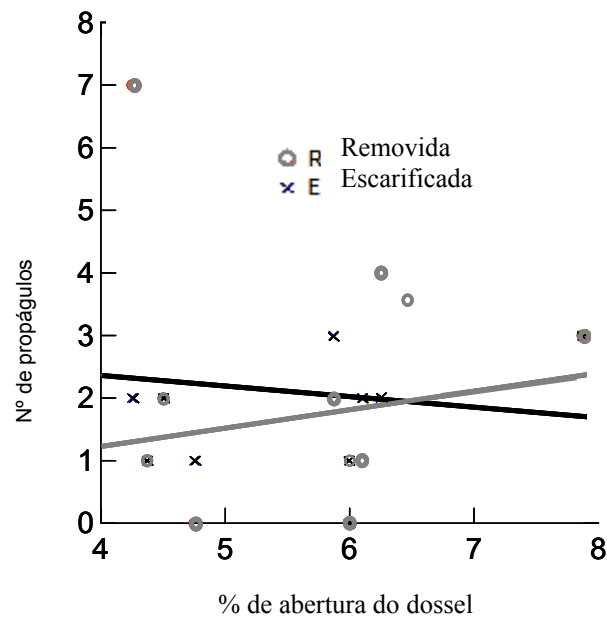
Ocorreu diferença quanto aos propágulos escarificados nos dois ambientes. Em 88% das escarificações as formigas causaram os danos e para o restante não foi possível determinar o agente responsável pela escarificação. O maior número de escarificações ocorreu no ambiente de borda.

Não houve diferença entre borda e interior ( $F=0,575$ ;  $g.l.=1$ ;  $p=0,459$ ), e a co-variável SB não explicou o número de sementes que sofreram interação ( $F=0,292$ ;  $g.l.=1$ ;  $p=0,596$ ). Ao comparar o ambiente com o destino do propágulo (removido ou escarificado), encontrou-se diferença significativa ( $F=7,368$ ;  $g.l.=1$ ;  $p=0,015$ ; Figura 2).



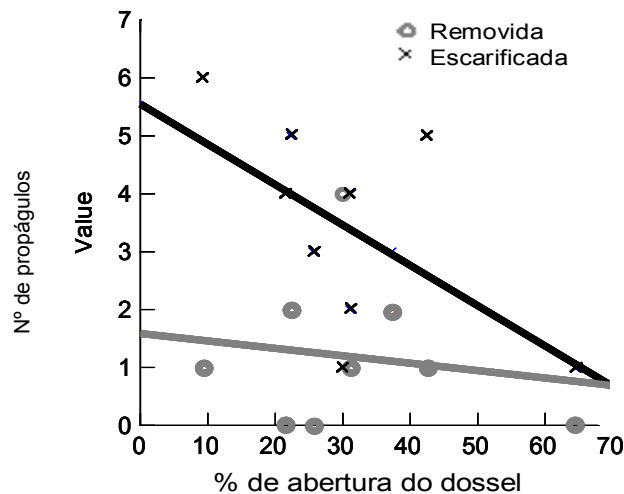
**Figura 2.** Média e erro padrão da remoção e escarificação dos propágulos na borda e no interior, na área da reserva de mata contínua do Km 41, Manaus.

Analisando os ambientes (borda e interior) separadamente, não foi encontrado efeito da porcentagem de cobertura do dossel no interior da floresta, sobre os propágulos removidos e escarificados ( $F=0,022$ ; g.l.=1;  $p=0,866$ ; Figura 3).



**Figura 3.** O destino dos propágulos (removidos e escarificados) relacionados com a abertura de dossel, na área da reserva de mata contínua do Km 41, Manaus.

Na borda, verificou-se que os destinos do propágulo (remoção e escarificação) apresentam relação significativa com o aumento da AD ( $F=5,518$ ; g.l.=1;  $p=0,047$ ). E um efeito marginalmente significativo sobre o número de propágulos removidos versus o número de propágulos escarificados (g.l.=1;  $F= 5,064$ ;  $p= 0,055$ ; Figura 4).



**Figura 4.** Relação da quantidade de remoções e escarificações com a maior abertura do dossel, na área da reserva de mata contínua do Km 41, Manaus.

## 4. Discussão

Segundo W. Almeida (com. pess.), a borda concentraria mais formigas generalistas, assim as formigas atacariam qualquer recursos disponível ao seu alcance. Desta forma, aplicariam grande pressão de escarificação ou predação nas sementes. Como na época de seca ocorre escassez de recursos, a pressão de predação sobre as sementes aumentaria. Em comparação, ao interior que apresentaria mais espécies especializadas e menor pressão sobre os propágulos.

A maior abertura do dossel, afetaria negativamente a remoção e escarificação de propágulos na área de borda. Isto pode ser resultado de sua grande amplitude. A maior AB pode afetar negativamente mesmo estas espécies generalistas, causando redução de sua atividade. O restante da fauna incluindo os mamíferos dispersores também evitaria ficar em áreas mais abertas, minimizando as chances de predação (Burkey 1993; Stevens & Husband 1998).

Os processos de germinação e estabelecimento das plântulas são um dos mais limitantes no desenvolvimento de plantas, e são quando ocorre uma diminuição marcante na densidade de indivíduos (Janzen 1970). A maior ocorrência de escarificação nos propágulos reduziria a atração da fauna pelo propágulo, deixando o restante, a semente, exposta à predação e ação de fungos patogênicos.

Assim a redução da predação de sementes sobre habitats de borda poderia alterar significativamente a composição das espécies arbóreas, tendo assim um importante papel para comunidade (Ranney *et al.* 1981). Adicionalmente, a predação de

sementes tem especialmente interesse na conservação, porque suas atividades podem ter conseqüências sobre o estabelecimento de plântulas (Sork 1987).

Desta forma, a dispersão estaria comprometida, podendo inviabilizar, a longo-prazo, a persistência da espécie vegetal no local. Uma maior taxa de escarificação na borda, como a encontrada, poderia limitar o estabelecimento de espécies com frutos grandes e carnosos nestes ambientes.

## 5. Agradecimentos

Bueno.... Primeiramente gostaria de agradecer a chance de estar no meio de uma clareira na Amazônia central. A todos os professores pelas ótimas conversas, em especial a Julieta, Paulo "Miúdo", Henrique, Marcelo, Marco, Gislene, Thiago, Adalberto (nas idéias do meu projeto final e pelas várias correções). Ao "Didi" e Dona Eduarda pelas ótimas refeições. Ao grande Ocirio "Juruna" pelas ótimas conversas e ao Osmaildo pela grande ajuda no início do meu projeto final. Aos colegas pela companhia durante este mês, e aos boas conversas e brincadeiras com Victor, Dilermando, Daniel, Paulinho, Murilo, Bruno, Juan, Agustín e principalmente as meninas pelas conversas sobre as formigas, onde me ajudaram a entender melhor meus resultados do projeto final, valeu Emília e Walkíria (Ah! obrigado pela máquina, várias vezes!). Ao grande Braúlio "Alma Sebosa". E meu especial agradecimento ao grande "maninho", Glauco Machado pelas várias conversas e cobranças, mano tu é um exemplo a ser seguido. E finalmente, mas nunca esquecida, Dânae pela força, incentivo e companherismo, TE ADORO!

## 6. Referencias bibliográfica

- Burkey, T.V. 1993. Edge effects in seed and egg predation at two neotropical rainforest sites. *Biological Conservation* 66: 139-143.
- Henderson, A.G.; Galeano, G. & Bernal, R. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton University Press, Princeton.
- Horvitz, C.C.; Pizo, M.A.; Bello y Bello, B.; LeCorff, J. & Dirzo, R. 2002. Are plant species that need gaps for recruitment more attractive to seed-dispersing birds and ants than other species? Pp. 145-159. *In* Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation. Douglas J. Levey, Wesley, R. Silva and Mauro Galetti (eds.). CABI Publishing, Oxon, UK.
- Janzen, D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *American Naturalist* 104: 501-528.
- Lovejoy, T.E. & Bierregaard, R.O. 1990. Central Amazonian Forest and the minimal critical size of ecosystems project. Pp 60-71. *In* Four Neotropical Rainforest, A.H. Gentry (ed.). Yale University Press, New Haven.
- Mesquita, R.de C.G. 1989. A Biologia reprodutiva de *Clusia grandiflora* Split.; variação individual e remoção de sementes. Dissertação de Mestrado. INPA, Manaus.
- Murcia, C. 1995. Edge effects in fragmented forests: Implications for conservation. *Trends in Ecology and Evolution* 10: 58-62.
- Pianka, E.R. 1974. *Evolutionary Ecology*. Harper & Row, New York.
- Pijl, L.van der. 1982. *Principles of Dispersal in Higher Plants*. Springer-Verlag.
- Ranney, J.W.; Bruner, M.C. & Levenson, J.B. 1981. The importance of edge in the structure and dynamics of forest islands. Pp. 67-96. *In* Forest Island Dynamics in Man-dominated Landscapes. *Ecological Stud.* 41. R.L. Burgess & D.M. Sharpe (ed.) Springer-Verlag, New York,
- Ribeiro J.L. da S; Hopkins, M.J.G.; Vincentini, A.; Sothers, C.A.; Costa, M.A. da S. ; Brito, J.M. de; Souza, M.A.D.; Martins, L.H.P.; Lohmann, L.G.; Assunção, P.A.C.L.; Pereira, E. da C.; Silva, C.F. da; Mesquita, M.R.I.; & Procópio, L.C. 1999. Flora da Reserva Ducke. Guia de identificação das plantas vasculares de uma floresta de terra-firme na Amazônia Central. Manaus, INPA/DFID, Manaus, Brasil.
- Schupp, E.W. 1989. Seed and Seedling predation in the forest understory and treefall gaps. *Oikos* 51: 71-78.
- Sork, V.L. 1987. Effects of predation and light on seedling establishment in *Gustavia superba*. *Ecology* 68: 1341-1350.
- Stevens, S.M. & Husband, T.P. 1998. The influence of edge on small mammals: evidence from Brazilian Atlantic forest fragments. *Biological Conservation* 85: 1-8.