

# Recrutamento de plântulas sob a copa de árvores com diferentes síndromes de dispersão

---

Fernanda C. Gil Cardoso

## Introdução

Muitos estudos tentam explicar a alta diversidade das florestas tropicais (Chesson 2000, Denslow 1987, Terborgh *et al.* 2002, Wright 2002), mas ainda não há um consenso sobre a maneira como tantas espécies podem ocorrer em um mesmo local. Um único hectare de floresta amazônica, por exemplo, pode conter mais de 280 espécies de árvores (Valencia *et al.* 1994). Existem diversos mecanismos que possibilitam a coexistência de tantas espécies em uma escala espacial pequena, como o efeito da densidade dependente (Connel 1978, Janzen 1970), a limitação ao recrutamento (Hurtt & Pacala 1995) e a heterogeneidade espacial (Sollins 1998, Svenning 2001). A dispersão de sementes também é um fator determinante da coexistência de espécies, pois possibilita a colonização de habitats distantes e possivelmente com condições mais propícias para a germinação, propiciando o escape às altas taxas de mortalidade próximo à

planta mãe (Harms *et al.* 2000, Wang & Smith 2002, Wenny 2001).

A dispersão de sementes pela fauna, conhecida como zoocoria, permite a dispersão dos propágulos por distâncias mais longas quando comparada a outras formas de dispersão. Em florestas tropicais, cerca de 90% das plantas tem frutos adaptados à zoocoria (Jordano 1992). Árvores com dispersão zoocórica atuam como um grande atrativo da fauna, tanto de aves como de mamíferos. Esses animais trazem nas fezes propágulos de diferentes espécies, aumentando a concentração de sementes de diversas espécies sob a copa dessas árvores. A maior deposição das sementes pela fauna aumenta as chances de indivíduos de diferentes espécies recrutarem, elevando a diversidade. Dessa forma, as árvores com síndrome de dispersão zoocórica podem atuar como mantenedoras de diversidade em florestas tropicais.

Além do aumento da diversidade de espécies pelo recrutamento, é

possível que sob a copa de árvores com dispersão zoocórica a diversidade funcional também seja maior, devido à grande concentração de propágulos diferentes trazidos pelos animais. A diversidade funcional nas plantas é medida através de seus atributos funcionais, que são quaisquer características morfológicas ou fisiológicas, que afetam o desempenho dos indivíduos em um determinado ambiente (Violle *et al.* 2007). Esses atributos representam informações relevantes de como os organismos se relacionam com as condições bióticas e abióticas do meio. Portanto, a abordagem focada nos atributos funcionais das espécies tem sido muito utilizada para inferir sobre os processos determinantes na estruturação das comunidades vegetais (Diaz & Cabido 2001, Lavorel & Garnier 2002, McGill *et al.* 2006).

Com esse estudo, procurei entender o papel de uma espécie arbórea com dispersão zoocórica no recrutamento de plântulas em uma área de floresta de terra firme na Amazônia. Considerando que árvores com síndrome de dispersão zoocórica atraem mais animais dispersores, o recrutamento e a diversidade funcional

de plântulas devem ser maiores sob suas copas. Espero que o número de morfoespécies e o número de plântulas sejam maiores sob a copa de árvores com dispersão zoocórica e que plântulas crescendo sob a copa dessas árvores tenham maior variação de área foliar, forma foliar e tipo de defesa foliar.

## **Métodos**

Realizei este estudo na ARIE do Km 41 (2°30'S-59°52'O), uma área de floresta de terra firme na Amazônia Central. A área está localizada 80 km ao norte de Manaus, AM, Brasil e é administrada pelo Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (INPA/Smithsonian Institution).

Selecionei 10 árvores da espécie *Manilkara bidentata* (Sapotaceae), cuja dispersão é zoocórica e 10 árvores de espécies com dispersão anemocórica, utilizadas como áreas controle. Todas estavam localizadas em áreas de platô para evitar o efeito do rolamento de sementes que ocorre em direção aos baixios. Todas as árvores escolhidas eram adultas, tinham a copa grande e diâmetro a altura do peito maior que 50 cm. Sob a copa de cada árvore, demarquei uma parcela de 1,5 m<sup>2</sup>, sempre no sentido norte e a 2 m de

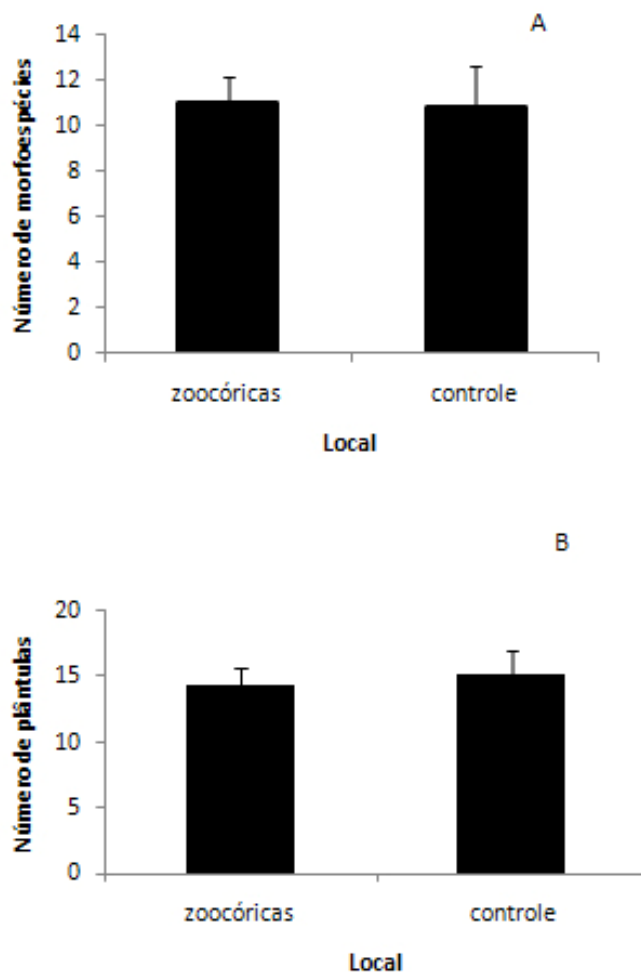
distância do tronco da árvore. Coletei todas as plântulas (com alturas entre 10 e 50 cm) presentes dentro da parcela e calculei a abundância e a riqueza de morfoespécies. Posteriormente selecionei a folha mais desenvolvida de cada plântula para determinar os atributos funcionais das folhas. Determinei três atributos foliares: área foliar, forma foliar e presença de estruturas de defesa nas folhas. Para calcular a área foliar, medi o comprimento e a largura de cada folha selecionada e usei a fórmula da área da elipse ( $3/4\pi * \text{comprimento}/2 * \text{largura}/2$ ). Para os outros atributos classifiquei as folhas em categorias de forma foliar e categorias de defesa da folha. As categorias de forma foliar eram: elíptica, composta, circular, palmeira, linear, digitada e irregular. As categorias de defesa eram: presença de látex, tricomas, espinhos, nectários e cera.

Para analisar os dados de abundância e riqueza de morfoespécies, fiz um teste t de *Student* para

comparação das médias entre as parcelas sob a copa de árvores com dispersão zoocórica e das parcelas controle. Para análise dos dados dos atributos funcionais das folhas (área foliar, forma foliar e tipo de defesa) calculei o índice de diversidade de Shannon para cada atributo e comparei as médias das parcelas sob árvores com dispersão zoocórica e das parcelas controle. Para calcular o índice de Shannon da área foliar classifiquei os valores obtidos em oito categorias de tamanho ( $<1\text{cm}^2$ ;  $1-2\text{cm}^2$ ;  $2,1-4\text{ cm}^2$ ;  $4,1-8\text{ cm}^2$ ;  $8,1-16\text{ cm}^2$ ;  $16,1-32\text{ cm}^2$ ;  $32,1-64\text{ cm}^2$  e  $> 64\text{ cm}^2$ ).

## **Resultados**

Amostrei 296 plântulas no total, sendo 143 em parcelas sob árvores com dispersão zoocórica e 153 sob árvores com dispersão anemocórica. Não houve diferença na riqueza e abundância de morfoespécies de plântulas que crescem sob a copa de árvores com dispersão zoocórica e anemocórica ( $t_{15,8}=-0,047$ ;  $p=0,96$  e  $t_{17}=0,39$ ;  $p=0,70$ , Figura 1a,b).

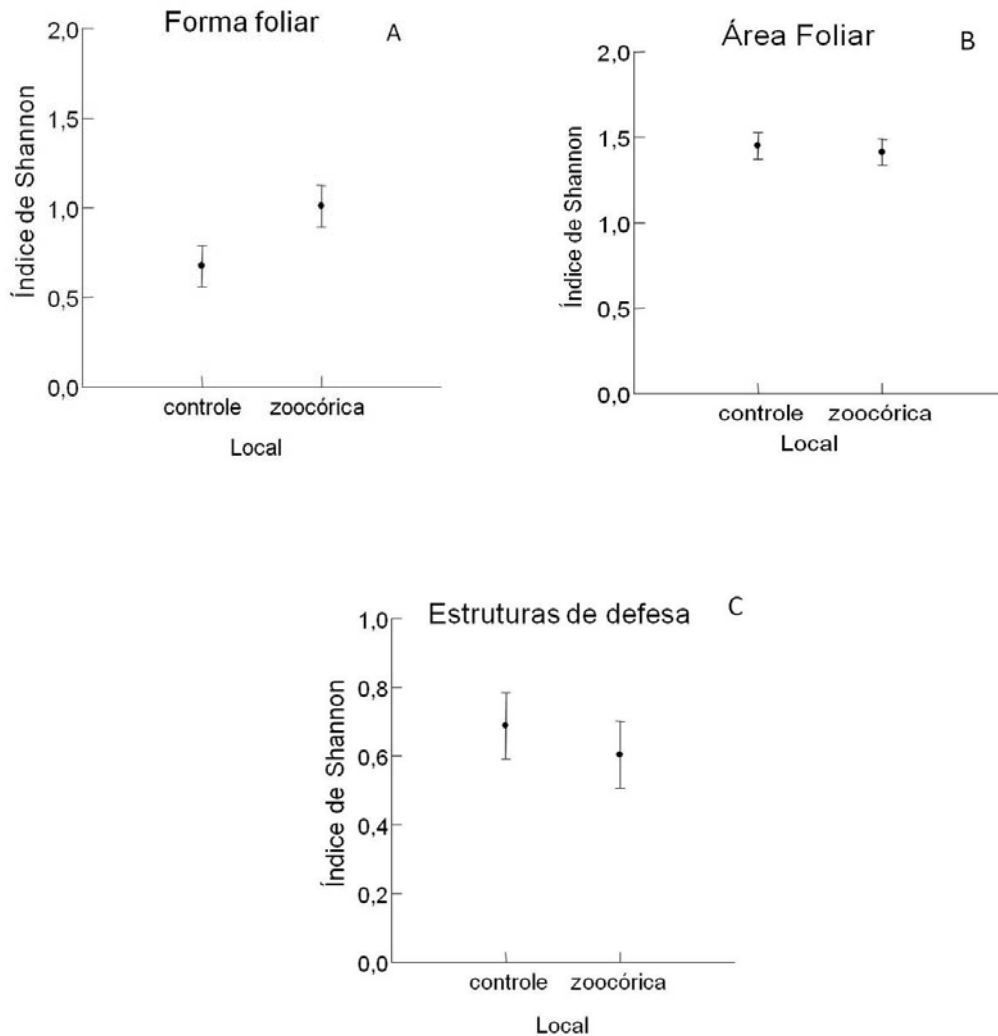


**Figura 1.** Número de morfoespécies (A) e número de plântulas (B) sob a copa de árvores com dispersão zoocórica e anemocórica (controle) na reserva do Km 41, Amazônia Central.

A área foliar variou de 0,7 a 126,8 cm<sup>2</sup> nas plântulas que estavam sob a copa de árvores com dispersão zoocórica e 0,4 a 129,8 cm<sup>2</sup> nas plântulas sob a copa de árvores controle. A forma foliar elíptica foi a mais comum nos dois tratamentos e o mecanismo de defesa foliar mais comum foi a deposição de cera sobre as folhas.

Não houve diferenças no índice de área foliar entre os dois tratamentos ( $t_{17,9}=0,33$ ;  $p=0,75$ ). A diversidade de formas nas plântulas sob as árvores com dispersão zoocórica também não foi diferente das árvores controle ( $t_{17,4}= -2,04$ ;  $p=0,06$ ). Em relação à presença de estruturas de defesa, também não houve

diferença entre os dois tratamentos ( $t_{14,5}=0,61$ ;  $p=0,55$ ) (Figura 2 a,b,c).



**Figura 2.** Média dos índices de diversidade de Shannon por tratamento para os atributos foliares avaliados: forma foliar (A), área foliar (B) e presença de estruturas de defesa (C).

## Discussão

Os resultados mostraram que não há diferença entre a comunidade de plântulas sob árvores com dispersão zoocórica e anemocórica. As

comunidades de plântulas apresentaram valores de abundância e riqueza de morfoespécies e diversidade funcional semelhantes.

Esse resultado pode ser consequência de eventos como dispersão secundária e predação de sementes sobre os diásporos que caem sob a copa de árvores com dispersão zoocórica. A maior parte dos estudos de dispersão aborda apenas a dispersão primária por animais (Jordano 1992), porém vários estudos têm demonstrado a importância de eventos pós-dispersão (ex: dispersão secundária, predação) no destino final de diásporos (Hulme 1998, Passos & Oliveira 2004, Pizo *et al.* 1998, Vander-Wall *et al.* 2005). Formigas e roedores são considerados importantes dispersores secundários em florestas tropicais (Christianini & Galetti 2007, Nepstad *et al.* 1996). Formigas cortadeiras, por exemplo, podem causar alta mortalidade de plântulas e remover uma quantidade notável de pequenas sementes (Silva *et al.* 2007, Zwiener 2009). Além das formigas, estudos mostram que árvores com dispersão zoocórica que estão em período de frutificação atraem mais mamíferos, aumentando assim a remoção das sementes sob suas copas (DeMattia *et al.* 2004, DeMattia *et al.* 2006, Pinto *et al.* 2007). Alguns roedores, por exemplo, enterram as sementes para consumi-las depois,

podendo fazer com que essa semente tenha mais chance de germinar (Forget 1991, Silva & Tabarelli 2001) Dessa forma, apesar da chuva de sementes ser maior sob a copa de árvores com dispersão zoocórica (Clark *et al.* 2004), o recrutamento e a diversidade funcional das plântulas podem não refletir esse padrão devido a eventos pós-dispersão.

Mesmo com grande aporte de sementes sob a copa, o estabelecimento e o recrutamento das plântulas dependem de outros fatores como a competição por nutrientes e por luz e a interação com animais herbívoros e patógenos (Augsburger 1984, Janzen 1970, Wright 2003). Adicionalmente, o que pode influenciar mais que o tipo de dispersão da planta é o seu período de frutificação. Árvores adultas sem frutos, por exemplo, parecem prover sítios seguros para grandes sementes, já que não atraem a fauna que as remove (Pinto *et al.* 2007). Em síntese, o tipo de dispersão da árvore que está acima da plântula não deve ser determinante para o recrutamento e para a diversidade funcional das plântulas. A dispersão secundária das sementes, como a remoção e a predação, pode ter grande influência no estabelecimento de

plântulas em floresta de terra firme na Amazônia.

### **Agradecimentos**

Agradeço a todos os colegas e professores do EFA 2010, em especial: Marcelo Tabarelli, Catá, Manoela, Paulinho e Bruno Cintra pelas sugestões a este projeto, ao grupo “*Amazon Forest Woody Seedlings Functional Diversity Drivers Project*” (Ricardo e Pedro) pela ajuda com as análises de dados e discussões, Bruno Cid e Alêny pela ajuda durante o trabalho, “*The Roof Club*” e “*The Igarafoot Club*” pelos ótimos momentos na Amazônia, a todos os colegas, monitoras e professores dos projetos livres e orientados (Lianas, Convergência x Divergência, Macrófitas, Dossel x Sub-bosque, *Swartzia* e Murunduns), João e Junior por dividir seu conhecimento sobre a Amazônia, Dona Eduarda pelas deliciosas refeições, Thiago Preto por tirar minha rede da chuva já que eu sempre esquecia, Cami por me emprestar o “Matacura” e por todo carinho, Bruno Cintra pela “cambada”. A todos os outros integrantes pela inestimável amizade, ao meu anjo por todos os presentinhos ; ). Por fim, agradeço imensamente aos

coordenadores (Paulinhos) e ao PDBFF/INPA pela oportunidade.

### **Referências**

- Augspurger, C.K. 1984. Pathogen mortality of tropical tree seedlings: Experimental studies of the effects of dispersal distance, seedling density, and light conditions. *Oecologia*, 61:211-217.
- Chesson, P. Mechanisms of maintenance of species diversity. 2000. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 31:343-366.
- Christianini, A.V. & M. Galetti. 2007. Spatial variation on pos-dispersal seed removal in an Atlantic Forest: Effect of habitat, location and guilds of seed predators. *Acta Oecologica*, 32:328-336.
- Clark, C.J., J.R. Poulsen, E.F. Connor & V.T. Parker. 2004. Fruiting trees as dispersal foci in a semi-deciduous tropical forest. *Oecologia*, 139:66-75.
- Connell J.H. Diversity in tropical rain forests and coral reefs. 1978. *Science*, 199:1302-1309.
- DeMattia, E.A., L.M. Curran & B.J. Rathcke. 2004. Effects of small rodents and large mammals on

- neotropical seeds. *Ecology*, 85:2161-2170.
- DeMattia, E.A., B.J. Rathcke, L.M. Curran & Vargas, R.A.O. 2006. Effects of small rodent and large mammal exclusion on seedling recruitment in Costa Rica. *Biotropica*, 38:196-202.
- Denslow J.S. 1987. Tropical rainforest gaps and tree species diversity. *Annual Review of Ecology and Systematics*, 18:431-451.
- Díaz, S. & M. Cabido. 2001. Vive la différence: Plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology and Evolution*, 16:646-655.
- Forget P.M. 1991. Scatterhoarding of *Astrocaryum paramaca* by *Proechimys* in French Guiana: comparison with *Myoprocta exilis*. *Tropical Ecology*, 32:155-167.
- Harms, K.E., S.J. Wright, O. Calderón, A. Hernández & E.A. Herre. 2000. Pervasive density-dependent recruitment enhances seedling diversity in a tropical forest. *Nature*, 404:493-495.
- Hulme, P.E. 1998. Post-dispersal seed predation: consequences for plant demography and evolution. *Perspectives in Plant Ecology, Evolution and Systematics*, 1:32-46.
- Hurt G.C. & S.W. Pacala. 1995. The consequences of recruitment limitation: reconciling chance, history and competitive differences between plants. *Journal of Theoretical Biology*, 176:1-12.
- Janzen D.H. 1970. Herbivores and the number of tree species in tropical forests. *The American Naturalist*, 104:501-528.
- Jordano P. 1992. Fruits and frugivory, pp. 105-156. In: *Seeds: the ecology of regeneration in plant communities* (M. Fenner, ed.). Wallingford: CAB International.
- Lavorel, S. & E. Garnier. 2002. Predicting changes in community composition and ecosystem functioning from plant traits – revisiting the Holy Grail. *Functional Ecology*, 16:545-556.
- McGill, B.J., B.J. Enquist, E. Weiher & M. Westoby. 2006. Rebuilding community ecology from functional traits. *Trends in Ecology & Evolution*, 21:178-185.
- Nepstad, D.C., C. Uhl, C.A. Pereira & J.M.C. Silva. 1996. A



- comparative study of tree establishment in abandoned pasture and mature forest of eastern Amazonia. *Oikos*, 76:25-39.
- Passos, L. & P.S. Oliveira. 2004. Interaction between ants and fruits of *Guapira opposita* (Nyctaginaceae) in a Brazilian sandy plain rainforest: ant effects on seeds and seedlings. *Oecologia*, 139:376-382.
- Pinto, S.R.R., A.M.M. Santos & M. Tabarelli. 2009. Seed predation by rodents and safe sites for large-seeded trees in a fragment of the Brazilian Atlantic forest *Brazilian Journal of Biology*, 69:763-771.
- Pizo, M.A., L. Passos & P.S. Oliveira. 1998. Ants and seeds of a nonmyrmecochorous neotropical tree, *Cabralea canjerana* (Meliaceae), in the Atlantic forest of southeast Brazil. *American Journal of Botany*, 85:669-674.
- Ribeiro, J.E.L.S., M.J.G. Hopkins, A. Vicentini, C.A. Sothers, M.A.S. Costa, J.M. Brito, M.A.D. Souza, L.H.P. Martins, L.G. Lohmann, P.A.C.L., Assunção, E. Pereira, C.F. Silva, M.R. Mesquita. & L. Procópio. 1999. Flora da Reserva Ducke: Guia de Identificação das Plantas Vasculares de uma Floresta de Terra Firme na Amazônia Central. Manaus: INPA/DFID.
- Silva, P.D. & M. Tabarelli. 2002. Seed dispersal, plant recruitment and spatial distribution of *Bactris acanthocarpa* Martius (Arecaceae) in a remnant of Atlantic forest in northeast Brazil. *Acta Oecologica*, 22:259-268.
- Silva, P.D., I.R. Leal, R. Wirth & M. Tabarelli. 2007. Harvesting of *Protium heptaphyllum* (Aubl.) March. seeds (Burseraceae) by the leaf-cutting ant *Atta sexdens* L. promotes seed aggregation and seedling mortality. *Revista Brasileira de Botânica*, 30:553-560.
- Sollins P. 1998. Factors influencing species composition in tropical lowland rain forest: does soil matter? *Ecology*, 79:23-30.
- Svenning, J.C. 2001 Environmental heterogeneity, recruitment limitation and the mesoscale distribution of palms in a tropical montane rain forest (Maquipucuna, Ecuador). *Journal of Tropical Ecology*, 17:97-113.

- Terborgh J.T., N. Pitman, M. Silman, H. Schlichter & V.P. Núñez. 2002. Maintenance of tree diversity in tropical forests, pp 1–17. In: Seed dispersal and frugivory: ecology, evolution and conservation (D.J. Levey, W.R. Silva & M. Galetti, eds.). Wallingford: CAB International.
- Valencia R., H. Balslev, Y. Paz & G. Mino. 1994. High tree alpha diversity in Amazonian Ecuador. *Biodiversity Conservation*, 3:21-28.
- Vander-Wall, S.B., K.M. Kuhn & J.M. Beck. 2005. Seed removal, seed predation and secondary dispersal. *Ecology*, 86:801-806.
- Violle C., M.L. Navas, D. Vile, E. Kazakou, C. Fortunel, I. Hummel & E. Garnier. 2007. Let the concept of trait be functional! *Oikos*, 116:882-892.
- Wright, S.J. 2002. Plant diversity in tropical forests: a review of mechanisms of species coexistence. *Oecologia*, 130:1-14.
- Wright, S.J. 2003. Gap-dependent recruitment, realized vital rates, and size distributions of tropical trees. *Ecology*, 84: 3174–3185.
- Wang, B.C. & T.B. Smith. 2002. Closing the seed dispersal loop. *Trends in Ecology Evolution*, 17:379–387.
- Wenny, D.G. 2001. Advantages of seed dispersal: A re-evaluation of directed dispersal. *Evolutionary Ecology Research*, 3:51-74.
- Zwiener, V.P. 2009. Efeito das perturbações de hábitat sobre a remoção de sementes na Floresta Atlântica em Antonina, PR. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.