

# Densidade, riqueza e composição florística de jardins de formiga em dois ambientes de terra firme na Amazônia Central

Manoela Lima de Oliveira Borges

---

## Introdução

Jardins de formiga são notáveis exemplos de mutualismo entre plantas e formigas (Hölldobler & Wilson, 1990). Esses jardins consistem em uma associação entre um agregado de plantas epífitas e formigas arborícolas (Hölldobler & Wilson, 1990). A vantagem dessa associação para a planta ainda é um tema muito discutido (Hölldobler & Wilson, 1990), no entanto para alguns autores, algumas espécies de epífitas quando associadas aos jardins apresentam maior tamanho e crescimento mais rápido (Davidson, 1988; Yu, 1994). Isso se deve ao fato de que os jardins são formados por uma mistura de solo, material vegetal, fezes de vertebrados e secreções naturais produzidas pelas formigas, o que funciona como um meio nutritivo para as epífitas crescerem e ancorarem suas raízes (Kleinfeldt, 1978; Davidson, 1988; Hölldobler & Wilson, 1990; Yu, 1994), e dessa forma oferecer estabilidade e uma estrutura reforçada para os jardins de formiga (Kaufmann & Maschwitz, 2006).

Uma outra vantagem para as epífitas é que dentre as espécies que crescem nos jardins de formiga, existem aquelas que possuem estruturas importantes como

nectários extraflorais que são exploradas e defendidas pelas formigas (Davidson & Epstein, 1989; Hölldobler & Wilson, 1990; Yu, 1994; Santos, 1999). A defesa de frutos, sementes e exudados de nectários extraflorais é um fato comprovado por estudos experimentais onde a planta recebe estímulos externos que são interpretados como perturbações pelas formigas. A resposta por parte das formigas é praticamente imediata: as formigas patrulham as folhas das epífitas em busca da origem das perturbações (Santos, 1999; Mundin *et al.*, 2007) e são capazes de localizar os herbívoros. Esse comportamento diminui as chances de danos nas plantas (Davidson & Epstein, 1989; Hölldobler & Wilson, 1990; Yu, 1994; Santos, 1999; Mundin *et al.*, 2007).

Os principais fatores que influenciam o estabelecimento e a densidade de jardins de formiga em um dado ambiente são a quantidade de luz incidente e o tipo de habitat (Davidson, 1988; Yu, 1994). Em um estudo realizado na Amazônia peruana, Davidson (1988) constatou que jardins de formiga estiveram mais concentrados em estratos inferiores, sendo mais comuns em áreas com alta incidência luminosa, como margens de

rios, lagos e pântanos, bem como em clareiras e floresta perturbada. O autor também constatou que a existência de agregações de jardins de formiga dependeu principalmente do tipo de habitat em que estes se encontravam como clareiras em floresta primária e floresta secundária dominada por certas espécies pioneiras.

A composição florística, bem como a riqueza de espécies vegetais associadas aos jardins de formiga difere em relação ao tipo de habitat, à altura do dossel, ao emaranhado de trepadeiras no ambiente, ao tamanho dos jardins de formiga, tipo de formiga associada e também em função da diversidade local de epífitas (Davidson, 1988; Davidson *et al.*, 1990). Em geral, as epífitas que colonizam jardins de formiga são muito diversas, sendo as taxa mais comuns nas florestas neotropicais *Peperomia macrostachya* (Piperaceae), *Codonanthes* spp. (Gesneriaceae), *Codonanthesis* spp. (Gesneriaceae), *Philodendron* spp. (Araceae), *Ficus* spp. (Moraceae), *Anthurium* spp. (Araceae), *Streptocalix longifolia* (Bromeliaceae) e *Epiphyllum* spp. (Cactaceae) (Kleinfeldt, 1978, 1986; Davidson, 1988; Yu, 1994). Muitas dessas epífitas raramente são achadas fora dos jardins de formiga, sugerindo que elas realmente são especializadas neste sistema (Davidson, 1988).

Os poucos estudos realizados com jardins de formiga enfocam o comportamento dos insetos e sua relação com as espécies

vegetais associadas (Orivel *et al.*, 1997; Santos, 1999; Vieira *et al.*, 2006; Vantaux *et al.*, 2007). O objetivo deste estudo foi investigar se a densidade de jardins de formiga e a riqueza e composição florística dos jardins de formigas difere entre dois ambientes fisicamente distintos, baixo e borda florestal, em uma floresta de terra firme na Amazônia Central. Considerando que os jardins de formiga são mais abundantes em ambientes com maior incidência luminosa, é esperado que 1) estes ocorram mais em borda florestal; 2) que a composição florística seja distinta e específica entre ambientes diferentes e 3) que a riqueza de epífitas seja maior na borda florestal.

## Material & métodos

### Área de estudo

O estudo foi realizado na Reserva do Km 41, administrada pelo Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais (PDBFF/INPA), 80 Km ao norte de Manaus (2°26'25"S, 59°45'43"O). Essa reserva é uma área de mata primária coberta por floresta tropical úmida de terra firme e caracteriza-se por três tipos de ambientes: platô, vertente e baixo. A área de baixo recebe menor incidência de luz, possui maior umidade em decorrência da presença de igarapés, o dossel é característico de floresta madura (30 ~ 37 m) e o subbosque é dominado por plantas pertencentes às famílias Marantaceae,

Rapateaceae, Arecaceae e Heliconiaceae (Laurance, 2001).

A reserva possui uma borda ao longo da estrada de acesso que caracteriza-se por ser um ambiente com maior incidência de luz, temperatura mais alta, baixa umidade, dossel relativamente baixo (10 ~ 15 m) e dominância de espécies pioneiras (Vieira, 2004). A região recebe em média 2.200 mm de chuva anualmente, mais concentradas de novembro a maio (estação chuvosa) e menos intensas de junho a outubro (estação seca). As temperaturas oscilam entre as mínimas de 19 a 21° e máximas de 35 a 39°, com média anual de 26° C (Laurance, 2001).

#### *Coleta de dados*

Foram amostrados dois tipos de ambientes na Reserva: um na borda florestal ao longo da estrada de acesso à Reserva e outro no interior da floresta em área de baixio. Para comparar a densidade de jardins de formiga foram feitos seis transectos de 100 m separados por 50 m em cada ambiente. Em cada transecto foi feita a contagem dos jardins de formiga. Após a contagem dos jardins de formiga nos transectos, foi realizada a coleta dos jardins que estavam localizados até aproximadamente 6 m de altura para estimar a riqueza e composição de epífitas nos dois ambientes. As epífitas presentes nesses jardins de formiga foram coletadas e identificadas ao nível taxonômico mais baixo possível.

#### *Análises estatísticas*

Para comparar a densidade de jardins de formiga entre o baixio e a borda florestal foi feito um teste t. Para comparar a ocorrência das espécies de epífitas mais abundantes nos jardins de formigas do baixio e da borda florestal foi realizado um teste exato de Fisher com as epífitas *Codonanthes* spp. (*Codonanthes calcarata* + *Codonanthes crassifolia*) e *Philodendron megalophyllum*. Como o número de espécies observadas não é um bom preditor do número de espécies de um sistema por ser consistentemente viciado, para estimar a riqueza do baixio e da borda florestal foi utilizada a técnica de Jackknife. Essa técnica, além de permitir comparações por estimar uma variância corrige o vício na amostra (Margurran, 2004).

#### **Resultados**

##### *Densidade de jardins de formiga entre o baixio e a borda florestal*

A densidade de jardins de formiga ( $X_{\text{Baixio}} = 5,833$ ,  $SD_{\text{Baixio}} = 4,622$ ;  $X_{\text{Borda}} = 5,833$ ,  $SD_{\text{Borda}} = 7,859$ ) não diferiu significativamente entre baixio e borda florestal ( $t = 0$ ;  $p = 1$ ).

##### *Composição florística e riqueza dos jardins de formiga*

Foram amostrados 21 jardins de formigas, nove provenientes de baixio e doze provenientes da borda florestal ao longo da estrada de acesso à reserva. A riqueza de

espécies vegetais encontrada nestes jardins foi de nove morfoespécies de epífitas, sendo que quatro morfoespécies foram mais freqüentes (Tabela 1). Nas áreas de baixo ocorreram sete dessas nove morfoespécies encontradas, enquanto na borda florestal

ocorreram todas as nove morfoespécies. A família Gesneriaceae esteve presente em 41,8% das amostras, seguida de Araceae com 25,5% e Piperaceae com 12,7%. A riqueza por jardim de formiga variou de uma a cinco espécies (média de 2,5).

Tabela 1. Espécies observadas nos 21 jardins de formigas coletados, organizadas por ordem de freqüência nos jardins e freqüência de ocorrência por ambiente.

Espécie	Família	Freqüência nos jardins %	Freqüência na borda %	Freqüência no baixo %
<i>Codonanthes crassifolia</i>	Gesneriaceae	21,8	0,7	0,3
<i>Codonanthes calcarata</i>	Gesneriaceae	16,4	0,2	0,8
<i>Philodendron megalophyllum</i>	Araceae	16,4	0,7	0,3
<i>Peperomia macrostachya</i>	Piperaceae	12,7	0,6	0,4
<i>Anthurium spp</i>	Araceae	9,1	0,4	0,6
<i>Guzmania spp.</i>	Bromeliaceae	3,6	0,5	0,5
<i>Codonanthopsis spp.</i>	Gesneriaceae	3,6	0,5	0,5
sp. 1*		1,8	1,0	0
sp. 2*		1,8	1,0	0

\* plantas não identificadas.

Com relação à ocorrência das espécies mais abundantes o baixo e a borda florestal foram muito similares. Dentre as espécies encontradas, quatro ocorreram em densidades muito baixas e apenas duas foram exclusivas de um dos ambientes amostrados, sendo consideradas como espécies raras (Tabela 1). Mesmo as espécies mais abundantes consideradas nesse estudo,

*Codonanthes* spp. e *Philodendron megalophyllum* não mostraram especificidade de ambiente. *Codonanthes* spp. ocorreram em 16,7 % dos jardins de formiga da borda e em 100 % dos jardins de formiga de baixo (n = 21; Teste Exato de Fisher: p = 0,486). *Philodendron megalophyllum* ocorreu em 50 % dos jardins de formiga localizados na borda e em 66,7 % dos jardins de formiga do baixo (n

= 21; Teste Exato de Fisher:  $p = 0,660$ ). Essas diferenças podem ser explicadas apenas pelo acaso.

Com relação à riqueza observada de espécies vegetais, em ambiente de borda florestal o número de espécies foi maior do

que em baixo, nove e sete espécies respectivamente. Todas as espécies que ocorreram no baixo também ocorreram na borda florestal. No entanto, a riqueza estimada através do Jackknife foi maior na borda florestal que no baixo (Figura 1).

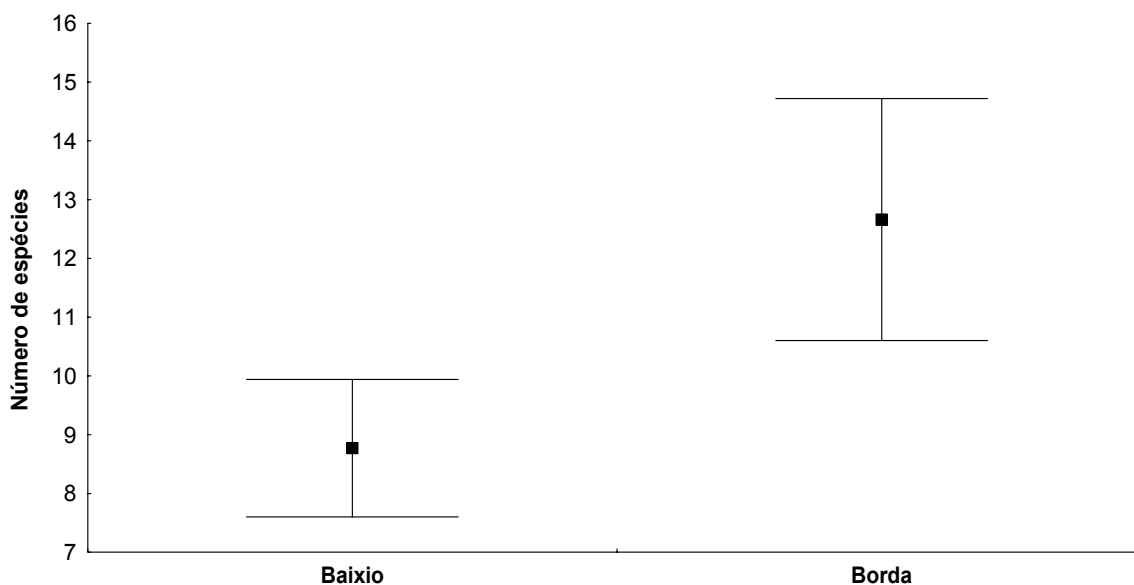


Figura 1. Estimativa de riqueza de espécies de plantas epífitas de jardins de formiga em áreas de baixo e borda florestal. Os quadrados representam as médias encontradas e as linhas indicam os intervalos de confiança.

## Discussão

Ao contrário do esperado, não houve diferença na densidade de jardins de formiga entre ambiente de baixo e borda florestal. A hipótese de que em locais com maior intensidade luminosa a densidade de ninhos seria maior foi refutada. Uma possível explicação é que existe uma estratificação com relação à localização dos ninhos (Davidson, 1988). Maiores densidade de jardins podem ser achados em estratos inferiores quando estes recebem grande

quantidade de incidência luminosa (Davidson, 1988). Teoricamente, baixios são locais com menor incidência de luz (Laurance, 2001) e, neste caso, a similaridade encontrada entre os ambientes pode ter sido causada pela presença de clareiras nos baixios amostrados.

Jakovac (2006), em um estudo realizado na mesma reserva, constatou que a composição florística dos jardins foi dominada por quatro espécies mais comuns, enquanto as outras espécies registradas ocorrem ocasionalmente ou até raramente, mas sempre em função da presença das mais

comuns. A autora registrou como espécies mais comuns, *Peperomia macrostachya*, *Codonanthes calcarata*, *Philodendron megalophyllum* e *Anthurium trinerve*. Outros autores (Hölldobler & Wilson, 1990; Davidson, 1988; Vieira-Neto *et al.*, 2006) já haviam enfatizado essas espécies como componentes de jardins de formigas em outras florestas tropicais. No entanto, Jakovac (2006) observou um efeito do ambiente com relação à composição de epífitas. Em ambientes de interior de floresta, foram mais comuns espécies tolerantes à sombra, como *Philodendron megalophyllum* e *Peperomia macrostachya*, enquanto na borda florestal, *Codonanthes crassifolia* e *Anthurium trinerve*, espécies tolerantes a grandes quantidades de irradiação luminosa, foram dominantes.

No presente estudo, não houve diferença de composição de epífitas entre os ambientes amostrados, e as espécies dominantes nos jardins de formiga são as mesmas estabelecidas em estudos anteriores (Hölldobler & Wilson, 1990; Davidson, 1988; Vieira-Neto *et al.*, 2006; Jakovac, 2006). Neste caso, uma possível explicação é que as formigas associadas aos jardins de formiga têm preferência por certos tipos de sementes e frutos (Davidson, 1988) e, dessa forma elas estariam sempre procurando essas mesmas sementes e frutos, independente do ambiente. Um fato que reforça a preferência das formigas por certas sementes e frutos é que as epífitas especializadas em jardins de

formiga contêm substâncias orgânicas voláteis que atraem as espécies de formigas específicas dos jardins e, surpreendentemente, repelem qualquer outro tipo de formiga (Davidson, 1988; Davidson *et al.*, 1990).

A hipótese de que a riqueza é maior na borda florestal foi corroborada. Bordas caracterizam-se por ter dossel relativamente baixo e com alta incidência luminosa. Esses fatores são importantes não só para o estabelecimento dos jardins de formiga, mas também que vão definir as espécies associadas aos jardins (Davidson, 1988; Davidson *et al.*, 1990). Um outro fator importante que define a riqueza de espécies de epífitas associadas aos jardins de formiga é o tamanho dos ninhos (Davidson, 1988; Davidson *et al.*, 1990). No baixio, eu observei que os jardins de formiga acessíveis para coleta foram muito menores do que os da borda florestal. Segundo a hipótese da facilitação proposta por Hernandez-Rosas (2001), a colonização dos jardins de formiga é facilitada pelo desenvolvimento de um substrato em consequência à ocupação prévia por outras espécies, ou seja, as espécies mais comuns de epífitas podem facilitar a chegada de outras plantas. No caso desses jardins muito pequenos, as plantas não tiveram a chance de chegar ao sistema e se associarem com as plantas já estabelecidas mais comuns e que colonizam primeiro. Outra possível explicação é de que na borda florestal a

diversidade de epífitas seja maior, logo a disponibilidade e diversidade de propágulos também sejam maiores. Segundo Hubbell (2006), os propágulos são diferentemente distribuídos ao longo de gradientes ambientais nas florestas e, portanto, quanto maior a disponibilidade desses propágulos, maior a probabilidade das formigas os encontrarem.

Com este trabalho pode-se concluir que as hipóteses acima apresentadas não são mutuamente excludentes e poderiam ser mais bem exploradas em estudos futuros. Seria interessante tentar elucidar essas lacunas de conhecimento sobre os jardins de formiga partindo do princípio de que o ambiente, assim como a preferência das formigas por espécies que lhes confirmam algum recurso alimentar e um suporte adequado para o ninho, são os principais fatores que definem como a associação ocorre.

### **Agradecimentos**

Gostaria de agradecer muito ao Glauco e ao Zé pela oportunidade de ter participado do EFA e dizer que eu aprendi um monte de coisas e que com certeza eu vou fazer o máximo de esforço para colocá-las em prática. Sem dúvida foi um enorme aprendizado de tudo: de ecologia, de amizade, de paciência, de convivência, de perseverança...agradeço muito também a todos os professores. Ao Cabocão, Léo Marajó, Sr. Cardoso, Machu Picchu e dona

Eduarda pelo apoio e amizade durante o curso. Aos queridíssimos amigos feitos durante essa convivência intensa e divertida: ao Alisson pela paz constante; à Wanessinha pelos carinhos e por essa paz emanada sempre; à Fabi Uberlândia pela ajuda no projetinho final com os jardins de formiga (foi uma saga!) e também pelo par de chinelos emprestados e que salvaram a pátria!; à Ana Paula pelas traduções, risadas e momentos de companheirismo; à Let's porque ela é mesmo muito legal e apesar de eu não ter tido a chance, eu teria feito uma "manual noturna" por ela; à Fabi Manaus porque ela é uma figura mesmo, doida e cheia de amor (de ping-pong) pra dar; à Débora porque esse "jeitão de Débora" é irresistível; à Maira porque além de ser uma fofa, ela também tem a boca suja e eu não me senti tão sozinha; ao Toyoyo porque ele é uma figura que me fez rir demais; ao Biu por ser essa alma sebossa de "catigoria", eita risadinha gostosa!!!; ao Billy(onário) porque ele é um cabeção da por...e eu quero ser como ele quando eu crescer; ao Tora pela sua educação e delicadeza sempre; ao Pedro porque logo de cara eu vi que ele era dos meus; ao Fumaça pela sua espontaneidade assustadora sempre; ao Murilo pelo bom humor sempre; à Tatá pela amizade e atenção sempre; à Melina Rasta Bolinhas porque ela foi muito companheira e porque eu também quero ser como ela quando eu crescer; ao Dé e Juju pela grande amizade e momentos de sapiência emanados durante

suas funções de “bonitões”; à Bia querida por ser simplesmente assim; ao Léo porque os seus comentários sobre a vida sempre foram os melhores; ao Igarafest por ter descansado nossas mentes...Pessoal, gostaria de encerrar os meus agradecimentos dizendo que isso é só para loucos, só para loucos....

### Referências bibliográficas

- Davidson, D.W. 1988. Ecological studies of neotropical ant gardens. *Ecology*, 69: 1138-1152.
- Davidson, D.W. & W.W. Epstein, 1989. Epiphytic associations with ants. In: U. Luttge (Ed.), *Vascular plants as epiphytes*, pp. 200-233. Springer-Verlag New York Inc., New York, NY.
- Davidson, D.W.; J.L. Seidel & W.W. Epstein. 1990. Neotropical ant gardens II. Bioassays of seeds compounds. *J. Chem. Ecol.*, 16: 2993-3013.
- Hernandez-Rosas, J. 2001. Ocupación de los portadores por epífitas vasculares en un bosque húmedo tropical del alto Orinoco, Edo. Amazonas, Venezuela. *Acta Científica Venezolana*, 52: 292-303.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. *The ants*. Harvard University Press, Cambridge.
- Hubbell, S.P. 2006. The unified neutral theory of biodiversity and biogeography. Hubell, S.P. (ed.), pp. 375. Princeton university press, Oxford.
- Jakovac, A.C.C. 2006. Jardins suspensos da Amazônia: composição florística e sucessão de espécies em jardins de formiga. Livro do curso de campo “Ecologia da Floresta Amazônica” (G. Machado & J.L.C. Camargo, eds.), INPA/PDBFF, Manaus.
- Kaufmann, E. & U. Maschwitz. 2006. Ant-gardens of tropical Asian rainforests. *Naturwissenschaften*, 93: 216–227
- Kleinfeldt, S.E. 1978. Ant-gardens: the interaction of *Codonanthe crassifolia* (Gesneriaceae) and *Crematogaster longispina* (Formicidae). *Ecology*, 59: 449-456.
- Kleinfeldt, S.E. 1986. Ant-gardens: mutual exploitation. In: B. Juniper & T.R.E. Southwood (Eds.). *Insects and the plant surface*, pp. 283-294. Edward Arnold Publishers, Ltd., London, England.
- Laurance, W.F. 2001. The hiper-diverse flora of the central Amazon – An overview. pp. 47-53. In: R.O., Bierregaard, JR.; C. Gascon; T.E. lovejoy & R. Mesquita (Eds.). *Lessons from Amazonia - The ecology and conservation of a fragmented forest*. Yale University Press.
- Margurran, A. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Blackwell Publishing, United Kingdom.
- Mundin, F.; G. Requena; L. Trevelin; M.L.O. Borges & W. Ameida. 2007. *Defesa*



- biológica induzida em plantas de jardins de formiga. Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica", INPA/PDBFF (G. Machado & J.L.C. Camargo, eds.), Manaus.
- Orivel, J.; C. Errard & A. Dejean. 1997. Ant-gardens: interspecific recognition in parabiotic ant species. *Behav. Ecol. Sociobiol.*, 40: 87-93.
- Santos, A.J.dos. 1999. Defesa contra herbivoria por formigas em *Philodendron megalophyllum* (Araceae), uma epífita de jardins de formiga. Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica". INPA/PDBFF (E. Venticinque & J. Zuanon, eds.), Manaus.
- Vantaux, A.; A. Dejean; A. Dor & J. Orivel. 2007. Parasitism *versus* mutualism in the ant-garden parabiosis between *Camponotus femoratus* and *Crematogaster levior*. *Insect. Soc.*, 54: 95-99.
- Vieira, R. S. 2004. Efeito da fragmentação florestal sobre borboletas (Lepidoptera, Hesperidae) associadas à formiga-de-correição *Eciton burchelli* (Hymenoptera, Formicidae, Ecitoninae). Tese de doutorado. Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, SP.
- Vieira-Neto, E.; A. Maciel; D. Kasper & R. Souza. 2006. Jardins suspensos da Amazônia Central: história natural e um teste de hipótese sobre interações entre formigas e epífitas. Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica", INPA/PDBFF (G. Machado & J.L.C. Camargo, eds.), Manaus.
- Yu, D.W. 1994. The structural role of epiphytes in ant gardens. *Biotropica* 26: 222-226.