

A diversidade beta de formigas é maior em copas de árvores do que no folhiço da floresta

Felipe Cito Nettesheim

Introdução

A diversidade pode ser desmembrada em dois atributos amplamente trabalhados na ecologia: abundância e riqueza de espécies, sendo a riqueza (número total de espécies) uma medida usual de diversidade por sua simplicidade (Magurran 1983, Kent & Coker 1992). A forma como a riqueza varia em relação à área pode ser categoricamente classificada em diversidade alfa (local), representada pela riqueza pontual; beta (regional), expressa pela diferença de riqueza entre dois pontos; e gama (global ou geral), representando a riqueza de diversos pontos simultaneamente (Whittaker 1972, Loreau 2000). A heterogeneidade ambiental é uma fonte de variação que influencia na manutenção, aumento ou diminuição da diversidade (Münzbergová 2004). A heterogeneidade na disponibilidade de recursos, por exemplo, pode influenciar os padrões de diversidade alfa e beta. Locais com limitação de recursos, ou baixa produção energética, geralmente apresentam menor diversidade alfa, que

pode ser relacionada a uma menor capacidade de suporte do ambiente. Também se espera menor diversidade beta nestes ambientes, pois poucas espécies são adaptadas as condições limitantes, o que implica em ampla distribuição geográfica e pouca mudança na composição de espécies (Magurran 1983).

As formigas representam um grupo importante e diverso de insetos nas florestas tropicais. Como são encontradas utilizando vários tipos de recursos alimentares em todos os ambientes da floresta, elas podem ser considerados bons modelos para trabalhar com as diferentes categorias da diversidade (Gunadi & Verhoef 1993, Bruhl *et al.* 1998). O folhiço e o dossel florestal são habitados pelas formigas, porém estes ambientes possuem diferenças estruturais marcantes (Yanoviak & Kaspari 2000). O dossel da floresta é um ambiente exposto ao vento e a altas taxas de luminosidade, com conectividade reduzida e alta relação carbono (C) : nitrogênio (N). O nitrogênio é um

recurso essencial para as formigas, porém ocorre de forma limitada e previsível nas copas das árvores (Davidson 1997, Kaspari & Yanoviak 2001). No folhiço, o ambiente é contínuo, úmido, sem vento, com pouca luz e baixa relação C : N, sendo assim, rico em recursos (nitrogênio) que estão distribuídos homogeneamente no espaço (Yanoviak & Kaspari 2000). Essas diferenças físicas e ambientais implicam em estratégias distintas para explorar os recursos, influenciando o comportamento, distribuição e riqueza das formigas que habitam estes ambientes (Hölldobler & Wilson 1990).

No dossel florestal, a restrição de recursos, o espaço limitado e a facilidade de defesa têm sido apontados como fatores que contribuíram para a territorialidade das formigas, sendo comum encontrar uma ou poucas espécies sobre a mesma árvore (Davidson 1997, Davidson 1998, Kaspari & Yanoviak 2001). No folhiço, como os recursos são mais abundantes os territórios podem ser menores e também mais flexíveis, e por isso as formigas que ocorrem nesse ambiente são menos territorialistas. Assim, no folhiço a sobreposição de territórios das espécies é mais comum, o que aumenta

a diversidade de espécies em uma mesma área (Kaspari 2000).

Mazzochini *et al.* (2009) encontraram que a diversidade alfa é maior no folhiço do que no dossel florestal, concluindo que a escassez de recursos e a territorialidade das formigas arborícolas podem limitar a densidade de espécies em uma determinada área. Estes autores sugeriram que, em escalas maiores, esses fatores podem tornar a substituição de espécies entre copas de árvores (diversidade beta) maior que entre áreas de folhiço. Sob esta perspectiva, o objetivo deste trabalho foi testar a hipótese de que a diversidade beta é maior no dossel do que no folhiço. A previsão foi de que a mudança na composição de espécies entre dois locais seria maior no dossel, uma vez que as formigas arborícolas habitam um ambiente com menos recursos e são mais territorialistas.

Métodos

Este trabalho foi realizado na Reserva do Km 41 (02°24' S, 59°44' O), área pertencente ao Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais, localizada a aproximadamente 80 km ao norte de Manaus. Foram percorridas trilhas da

grade de pesquisa instalada na Reserva, ao longo das quais foram selecionadas árvores com altura entre 4 e 10 m, distanciadas no mínimo 20 m entre si. Foram amostradas 20 árvores e o folhicho sob a copa destas árvores. Em cada árvore foram colocadas entre três e cinco iscas de sardinha com farinha de trigo (cerca de $\frac{1}{4}$ de colher de sopa) sobre um pedaço de papel higiênico de 10 x 8 cm, obedecendo a razão de uma isca para cada 1 m de diâmetro de copa da árvore. O mesmo número de iscas utilizado nas copas das árvores foi usado no folhicho, sendo espalhadas de forma equidistante nos dois locais. Para maximizar a riqueza de espécies amostradas, depois de instaladas, as iscas foram checadas aos 10 min, 20 min, 40 min e 60 min, sendo que cada checagem consistia de coleta de um indivíduo de cada espécie presente. As três primeiras checagens (10 min, 20 min e 40 min) foram feitas em duas iscas de cada ambiente (copa e folhicho) e aos 60 min, todas as iscas foram checadas e posteriormente removidas.

As formigas coletadas foram identificadas até o menor nível taxonômico possível. Foi definida como unidade amostral o conjunto de iscas em cada ambiente: copa da árvore e

área de folhicho sob a copa. A substituição de espécies (diversidade beta) foi calculada entre 20 pares aleatórios de unidades amostrais da copa e do folhicho. Para isso o número de espécies diferentes em um dado par de unidades amostrais foi dividido pelo número total de espécies existentes nas duas unidades amostrais em questão. O valor obtido foi então multiplicado por 100, para ser transformado em porcentagem. O resultado deste cálculo foi chamado de razão de troca de espécies e usado como medida da diversidade beta na copa e no folhicho. Para testar se houve diferença entre a razão de troca de espécies de formigas na copa e no folhicho, foi realizado um teste t.

Resultados

No total foram coletadas 61 espécies de formigas, sendo 52 espécies no folhicho e 20 nas copas das árvores. Nas copas das árvores, 60 % das espécies ocorreram apenas uma vez (12 espécies), enquanto que no folhicho 44 % (23 espécies) foram coletadas somente uma vez. A razão de troca de espécies foi maior entre as copas do que entre o folhicho, sendo em média 12 % maior nas copas ($t = 3,453$, g.l. = 38, $p = 0,001$, Figura 3).

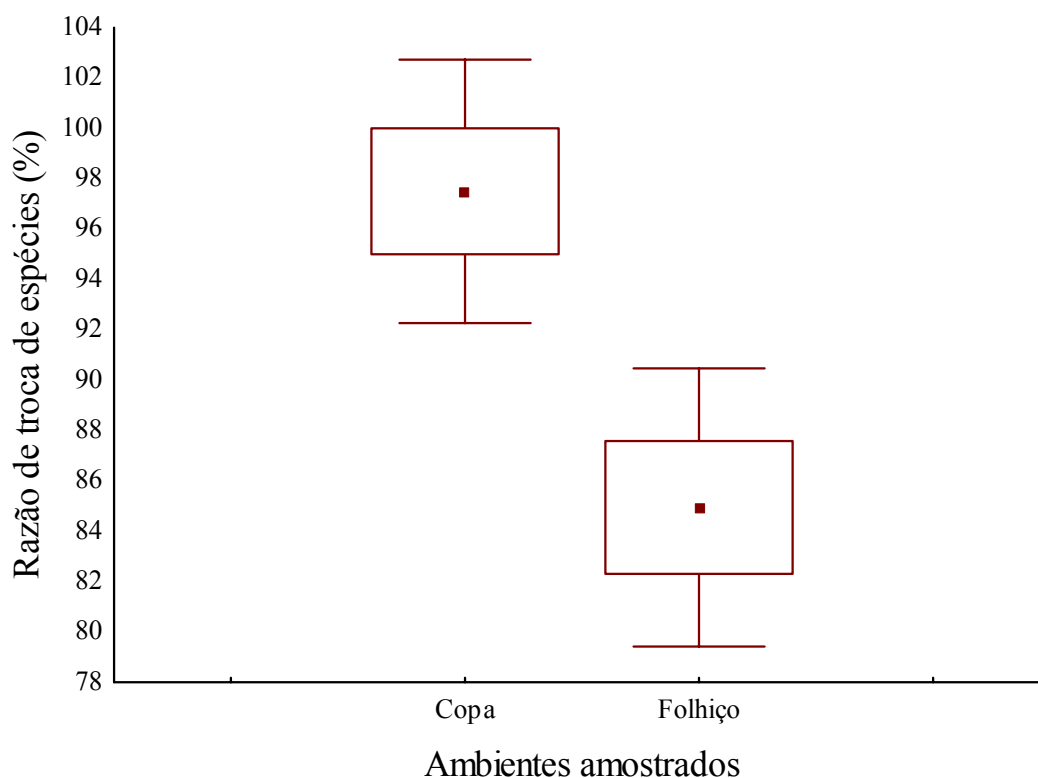


Figura 1. Razão de troca de espécies de formigas (expressa em porcentagem) entre áreas de copas de árvores (n = 20) e folhiço (n = 20). O ponto central da caixa representa a média da razão de troca de espécies, as caixas representam o erro padrão e as barras horizontais representam um intervalo de confiança de 95%.

Discussão

Apesar da diversidade alfa de formigas encontrada no folhiço ter sido maior do que nas copas da floresta, a maior razão de troca de espécies (diversidade beta) foi registrada entre as copas. Yanoviak & Kaspari (2000), na floresta da Ilha de Barro Colorado, encontraram maior diversidade alfa no dossel, enquanto Bruhl *et al.* (1998) encontraram em uma floresta em Borneo uma maior diversidade alfa no folhiço. Embora os resultados

antagônicos destes trabalhos indiquem que os padrões de riqueza local (diversidade alfa) podem variar entre diferentes regiões e ambientes, estes autores não mencionam como a diversidade beta se comporta. Geralmente, quando dois lugares diferentes possuem diversidade alfa elevada, espera-se que a diversidade beta também seja alta, uma vez que o número de espécies que pode mudar de um ambiente para o outro é maior (Magurran 1983). Porém, estas métricas

não estão necessariamente acopladas, já que dois lugares diferentes, com elevada diversidade alfa, podem apresentar baixa diversidade beta caso não haja troca expressiva de espécies entre as áreas.

Nesse estudo, a menor diversidade alfa e a maior diversidade beta encontrada nas copas podem ser explicadas por variações morfológicas e arquiteturas entre as espécies de árvores, o que gera uma heterogeneidade estrutural em larga escala no dossel (Yavoniak & Kaspari 2000). Algumas consequências destas variações são a área descontínua para forrageio, pontos de acesso restritos a recursos previsíveis e facilidade de defender o território devido à estrutura de vias retilíneas formada pelos ramos das árvores. Estas características, aliadas à baixa disponibilidade de recursos, parecem ter sido determinantes para a evolução do territorialismo das formigas arborícolas (Davidson 1998). O comportamento territorialista implica na menor sobreposição de territórios de formigas arborícolas (Yavoniak & Kaspari 2000, Kaspari & Yavoniak 2001) e, conseqüentemente, não é freqüente encontrarmos mais de uma espécie de

formiga em uma mesma copa de árvore, ou a mesma espécie em copas diferentes.

As diversidades alfa e beta de comunidades de formigas podem ser influenciadas pela heterogeneidade na disponibilidade de recursos entre ambientes de uma mesma floresta. A maior razão de troca de espécies nas copas das árvores sugere que em uma ampla escala geográfica possa haver maior diversidade gama de formigas no dossel da floresta em relação ao folhíço, sendo esta uma problemática interessante a ser abordada em estudos futuros.

Agradecimentos

Agradeço a todos que direta ou indiretamente me proporcionaram esta vivência única. Um agradecimento especial ao Bonitão pela ajuda de campo para este trabalho, a Mari por ceder altruistamente a escada que trouxe para usar no trabalho dela, ao Fabrício locomia e ao Dé pela revisão deste trabalho. Gostaria de registrar meu muito obrigado aos coordenadores Paulinho, Glaucólise, Zé e Flávia pelos conselhos, conversas e oportunidade de participar desta edição do curso de Ecologia da Floresta Amazônica 2009 e

compartilhar experiências e intimidade (caminho sem volta) com pessoas tão diferentes e de paixões convergentes. Obrigado também a todos os professores que participaram desta edição do curso e compartilharam conosco críticas, sugestões, experiências e ponto de vista, contribuindo para nosso crescimento pessoal e acadêmico. Valeu em especial aos monitores Lelê e Fabrício pelas histórias, gargalhadas e cumplicidade com os alunos. A rapaziada do IBAMA pela prestatividade e hospitalidade em Anavilhanas. A dona Eduarda e Eduardo pelo “rango” e mil facetas do frango e carne na panela, ao Júnior pela troca de histórias e companheirismo, e a tripulação do barco na faze hidráulica do curso pelo acolhimento e empréstimo da voadeira. Agradeço a galera toda da turma EFA 2009, “Du”, “Musgo”, “Marianta”, “Paulinha marromena”, “Papito Cruz Credo”, “Zézinho Lid Cana Fuleragem”, “Tico”, “Liana”, “Ridícula Pão com Ovo”, “Ruiva”, “Mari”, “Pati Wild”, “Bonitão”, “Bebê Misericórdia”, “Odonata-Men”, “Tosh”, “Carol”, “Claudíssima” e “Take on me”. Um abraço especial ao Zézinho que abriu a temporada de cana na Dimona e a

galera companheira, que marcou presença nos momentos indispensáveis para clarear as idéias e dar boas gargalhadas, nos Igarafests. Valeu galera que fez desse EFA 2009 um momento inesquecível para mim de troca de vivência e exposição de pontos de vista divergentes, porém todos com um objetivo comum. Espero ainda ver e esbarrar com todos esses novos e eternos amigos por ai fazendo muito sucesso em suas carreiras!! Valeu por esse momento que, como diamantes, são raros, mas duradouros...

Referências

- Brühl, C.A., G.U. Gunsalam & K.E. Linsenmair. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. *Journal of Tropical Ecology*, 14: 285-297.
- Davidson, D.W. 1997. The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. *Biological Journal of the Linnean Society*, 61:153-181.
- Davidson, D.W. 1998. Resource discovery versus resource domination in ants: a functional mechanism for breaking the trade-

- off. *Ecological Entomology*, 23: 484-490.
- Gunadi, B. & H.A. Verhoef. 1993. The flow of nutrients in a *Pinus merkusii* forest plantation in Central Java; the contribution of soil animals. *European Journal of Soil Biology*, 29: 133-139.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson. 1990. The ants. Cambridge: Belknap Press.
- Loreau, M. 2000. Are communities saturated? On the relationship between α , β and γ diversity. *Ecology Letters*, 3: 73-76.
- Kaspari, M. 2000. A primer on ant ecology, pp. 9-24. In: *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz, eds.). Washington: Smithsonian Institution.
- Kaspari, M. & S.P. Yanoviak. 2001. Bait use in tropical litter and canopy ants-evidence of differences in nutrient limitation. *Biotropica*, 33: 207-211.
- Kent, M. & Coker, P. 1992. *Vegetation Description and Analysis: a practical approach*. London: Belhaven.
- Magurran, A. 1983. *Ecological diversity and its measurement*. Londres: Chapman & Hall.
- Mazzochini, G.G., M.C.M. Chelini, L.T. Manica & D.B. Provete. 2009. A copa das árvores abriga menos espécies de formiga do que o solo da floresta. In: Livro do curso de campo "Ecologia da Floresta Amazônica" XVIII 2009 (P.E.C. Peixoto, G. Machado, J.L. Camargo & F. Pinto, eds.). Manaus: Projeto Dinâmica Biológica de Fragmentos Florestais.
- Münzbergová, Z. 2004. Effect of spatial scale on factors limiting species distribution in dry grass fragments. *Journal of Ecology*, 92: 854-867.
- Yanoviak, S.P. & M. Kaspari. 2000. Community structure and the habitat templet: ants in the tropical forest canopy and litter. *Oikos*, 89: 259-266.
- Whittaker, R.J. 1972. Evolution and measurement of species diversity. *Taxon*, 21: 213-251.