

MIREILLE PIC

**FATORES LOCAIS ESTRUTURADORES DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE
FORMIGAS ARBORÍCOLAS EM CERRADO**

Tese apresentada à Universidade
Federal de Viçosa, como parte das exi-
gências do Programa de Pós-Graduação
em Entomologia, para obtenção do
título de *Magister Scientiae*.

VIÇOSA
MINAS GERAIS - BRASIL
2001

MIREILLE PIC

**FATORES LOCAIS ESTRUTURADORES DA RIQUEZA DE ESPÉCIES DE
FORMIGAS ARBORÍCOLAS EM CERRADO**

Tese apresentada à Universidade Federal de Viçosa, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, para obtenção do título de *Magister Scientiae*.

APROVADA: 28 de março de 2001.

Prof. Og Francisco F. de Souza
(Conselheiro)

Prof. Carlos Frankl Sperber
(Conselheiro)

Prof. Jacques Hubert Charles Delabie

Prof. Angelo Pallini Filho

Prof. José Henrique Schoereder
(Orientador)

Ao meu amor, Lucas.

AGRADECIMENTO

À Capes, pela concessão da bolsa de mestrado, que viabilizou a realização deste estudo.

Ao meu orientador José Henrique Schoereder, por ter me mostrado uma maneira diferente de fazer pesquisa, pela sua ética e pelo seu profissionalismo, pela simpatia e amizade, enfim, por ser Zhé.

Ao Og, pelo excelente professor que é.

Aos meus conselheiros Og e Carlos. Ao Carlos, por me fazer ‘viajar’ no meu projeto e nos meus dados, e ao Og, por me trazer para o chão. Aos dois, pelas pessoas sincera, direta e simpática que são.

Ao Professor Angelo, pela ajuda nas diretrizes do meu projeto.

Aos funcionários da Pós-Graduação em Entomologia, em especial ao Sr. Chico, pela atenção, e a Paula, pela simpatia, pelo carinho e pela atenção com que sempre me atendeu.

Às Diretorias do Jardim Botânico de Brasília, da Fazenda Água Limpa – UnB e da Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (RECOR-IBGE), pela autorização para que as coletas fossem feitas em suas áreas.

À Diretoria da Fazenda Água Limpa – UnB, pelo alojamento cedido, e aos seus funcionários, pela ajuda nos momentos em que precisei.

À Mônica Souza da Fonseca e ao Professor Manoel Cláudio da Silva, por terem pacientemente me acompanhado ao campo para me mostrar as áreas onde trabalhei.

Ao Nilton, Gustavo e Lucas, pelo auxílio nas coletas dos dados.

À Professora Jeanine Felfili, por ter me cedido os dados do inventário florístico realizado na Fazenda Água Limpa.

Ao meu querido Professor Kiniti, pelas longas conversas, pela amizade, pelo seu grande entusiasmo em fazer ciência e, enfim, por tudo que contribuiu para minha formação acadêmica.

À Carol e ao Marcelo, pelo auxílio na montagem e identificação das formigas.

Aos meus colegas do Laboratório de Ecologia, Fernando e Silvia (agregada), Sandra, Carla e Rogério (agregado), Renata, Tathiana e Cristiano, pelas discussões científicas e também por importantes momentos de descontração.

À Dukinha, por sua alegria contagiante.

Ao Professor Jacques Delabie, pela disponibilidade e simpatia com que me recebeu no seu laboratório e pela identificação das formigas.

A Jojo, Fátima, Conception e Elna, pela amizade e por serem companheiras tão fiéis de ‘ralação’.

Aos meus queridos amigos Neo e Mai, Paty e Lipesfê, Marcelera e Gabiletes e Lídia e Tutu, pelas festas, cafés, almoços, viagens, “pizzadas”, enfim, por tornarem a nossa vida em Viçosa realmente inesquecível.

Aos meus pais e irmãos, por estarem sempre presentes em minha vida.

Ao meu marido, namorado e pai de nossa filhinha, que me faz tão feliz e me ajuda tanto em todas as minhas dificuldades, todo o meu amor.

Formiguinha Barnabé

Um dia uma formiga que se chamava Barnabé
Pegou a mochila, encheu a mochila e deu no pé.
Desceu o morro, atravessou o rio, pegou o caminho, até que sumiu,
E o céu, que naquele momento se fechava, reabriu.

Mas um dia ela voltou para nos contar
Sobre aquelas coisas bonitas que ela viu por lá.
Falou do sol, falou da lua, falou das estrelas, falou do mar.
Falou do vento que soprava e me ensinou a amar.
Falou da chuva que molhava e lavou seu coração.
Falou do verde das árvores que brotavam do chão.
Falou da imensa alegria que sentiu no coração
Ao percorrer o mundo,
Sobre seus próprios pés.

(Rui Martins Inocência)

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	x
1. INTRODUÇÃO	1
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	4
 POR QUE O NÚMERO DE ESPÉCIES EM COMUNIDADES DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) VARIA EM DIFERENTES LOCAIS?	 6
Resumo.....	6
Introdução	7
<i>Premissa e Hipóteses</i>	10
Material e Métodos	11
<i>Descrição das áreas de coleta</i>	11
<i>Inventário arbóreo-arbustivo</i>	11
<i>A comunidade de formigas</i>	12
<i>Riqueza local de formigas</i>	13
<i>Teste da premissa</i>	13
<i>Teste das hipóteses</i>	13
<i>A riqueza da comunidade de formigas aumenta com a riqueza da vegetação</i>	13
<i>A riqueza da comunidade de formigas aumenta com a heterogeneidade do habitat</i>	13
<i>A riqueza da comunidade de formigas aumenta com o volume de lenho da vegetação</i>	14
Hipótese (1) do volume.....	14
Hipótese (2) do volume.....	15
Resultados	15
Discussão	20
Referências.....	24

COMUNIDADE DE FORMIGAS ARBORÍCOLAS: COMPETIÇÃO OU ACASO?	27
Resumo.....	27
Introdução	27
Material e Métodos	30
<i>Descrição das áreas de coleta</i>	30
<i>A comunidade de formigas</i>	31
<i>Análise dos dados</i>	32
Resultados	32
Discussão	36
Referências.....	38
 2. CONCLUSÕES	41
APÊNDICE.....	42

RESUMO

PIC, Mireille. M.S., Universidade Federal de Viçosa, março de 2001. **Fatores locais estruturadores da riqueza de espécies de formigas em cerrado**. Orientador: José Henrique Schoereder. Conselheiros: Og Francisco F. de Souza e Carlos Frankl Sperber.

Comunidades estruturadas por fatores locais são limitadas pelas interações biológicas, ou pelos recursos e pelas condições existentes no habitat. Com a finalidade de se testar a influência de fatores locais em comunidades de formigas arborícolas, buscou-se determinar se (i) a riqueza, o volume da vegetação e a heterogeneidade do habitat influenciam a diversidade das comunidades de formigas e se (ii) existe alguma evidência de competição entre espécies de formigas e se esta competição é uma importante força estruturadora destas comunidades. As coletas de formigas foram realizadas em 300 árvores, distribuídas dentro de 30 parcelas de 20 x 50 m, na Área de Proteção Ambiental (APA) Gama-Cabeça-de-Veados. As formigas foram amostradas por meio de coleta manual e com *pitfalls* colocados nas árvores. Em cada parcela, foram amostrados todos os indivíduos lenhosos com diâmetro superior a 5 a 30 cm do solo. Para analisar a influência das variáveis da vegetação sobre a riqueza de espécies de formigas arborícolas, utilizaram-se análises de regressão simples, em que a variável resposta foi sempre a riqueza da comunidade de formigas e a variável explicativa, cada uma das variáveis da vegetação anteriormente descritas. Não foi encontrada relação significativa entre a riqueza da vegetação arbórea e a riqueza de espécies de formigas e entre a heterogeneidade da estrutura do habitat e a riqueza de espécies de formigas. Esses resultados sugerem que as formigas arborícolas podem ser principalmente generalistas tanto em relação aos recursos quanto ao habitat. O volume da vegetação influenciou positivamente a riqueza de espécies de formigas nas parcelas. Para explicar essa relação,

foi sugerida a seguinte hipótese: maior volume da vegetação significa maior quantidade de recursos disponíveis e condições microambientais mais adequadas. Essa maior quantidade de recursos e condições mais adequadas poderá favorecer a entrada de novas espécies, em vez de favorecer o aumento das populações já existentes. Os resultados deste trabalho indicam que a quantidade de recursos pode ser limitante nessas comunidades de formigas arborícolas. A fim de verificar se existem evidências de competição nessas comunidades, utilizou-se uma análise de modelos nulos de co-ocorrência. Essas análises foram feitas em duas escalas: parcela e árvores. A análise das comunidades de formigas da parcela indicou que as espécies destas comunidades ocorrem independentemente umas das outras, sugerindo que a parcela não representa a unidade espacial que as formigas utilizam como território. A análise de modelos nulos das comunidades de formigas em árvores detectou que estas são estruturadas por fatores biológicos. O padrão obtido pode estar relacionado a três processos: históricos ou filogenéticos, especialização das formigas quanto ao habitat e competição interespecífica. Como a quantidade de recursos para formigas arborícolas em cerrado pode ser limitante, conclui-se que a competição pode ser a força estruturadora dessas comunidades.

ABSTRACT

PIC, Mireille. M.S., Universidade Federal de Viçosa, March 2001. **Local factors which structure richness of ant species in the cerrado**. Adviser: José Henrique Schoereder. Committee Members: Og Francisco F. de Souza and Carlos Frankl Sperber.

Communities structured by local factors are limited by biologic interactions or by the resources and conditions which exist in the habitat. In order to test the influence of local factors in communities of arboricole ants, there was an attempt to determine if (i) the richness, the vegetation volume and the habitat heterogeneity influence the diversity of the ant communities, and if (ii) there is some evidence of competition among ant species and if this competition is a main force of structuration of these communities. Collection of ants was done on 300 trees distributed in 30 plots with 20 x 50 m, in the Environmental Protection Area (APA) called Gama-Cabeça-de-Veado. The ants were sampled through manual collection and pitfalls placed on the trees. In each plot, all the woody individuals with a diameter of more than 5 cm at 30 cm of ground level were sampled. To analyse the influence of the vegetation variables upon the species richness of arboricole ants, simple regression analyses were used, where the response variable always was the richness of ant communities, and the explicative variable was each of the variables of the vegetation above described. A significant relation was not found between the richness of arboreous vegetation and the richness of ant species, and between the heterogeneity of the habitat structure and richness of species of ants. These results suggest that the arboricole ants could be mainly generalist both in relation to the resources and the habitat. The volume of vegetation influenced positively the richness of ant species in the plots. To explain this relation, the author suggests the following hypothesis: a greater volume of vegetation

signifies a greater amount of available resources and more suitable microenvironmental conditions. This greater amount of resources and more suitable conditions can favour the entrance of new ant species instead of favouring an increase of the already existent populations. The results of this work indicate that the amount of resources can be a limitant factor for these communities of arboricole ants. To verify if there is evidence of competition in these communities analysis of nul models of co-occurrence were used. These analyses were done in two scales: plot and trees. The analysis of ant communities in the plot indicated that the species of these communities occur independent of one or of the others, suggesting that the plot does not represent the spatial unit that the ants use as territory. The analysis of nul models of the ant communities on trees detected that these communities are structured by biologic factors. The pattern obtained could be related to three processes: historic or phylogenetic, specialization of the ants to the habitat and interspecific competitions. As the amount of resources for arboricole ants in the cerrado can be limitant, it can be concluded that the competition could be the force which structures these communities.

1. INTRODUÇÃO

Durante muito tempo, a diversidade de espécies era vista como resultado apenas de interações ecológicas. Recentemente, os ecologistas começaram a explicar essa diversidade como efeito de processos ecológicos que atuam em dimensões espaciais e temporais. A diversidade passou então a ser vista como consequência de processos locais, regionais e históricos, atuando em tempo ecológico e evolutivo (SCHLUTER e RICKLEFS, 1993).

A divisão em escalas espaciais distintas permite separar os mecanismos que atuam local e regionalmente, facilitando a compreensão desses processos. Entretanto, ainda ficam as dúvidas: O que é local? E o que é regional?

As áreas de atuação de processos locais podem ser pequenas o suficiente para que indivíduos possam se mover entre diferentes habitats e possivelmente interagir (CONNOR e SIMBERLOFF, 1983; SRIVASTAVA, 1999; SOARES et al., 2001). Localmente, a diversidade seria resultado das interações inter e intra-específicas, como predação, mutualismo e competição, e das condições físicas do ambiente, como produtividade, distúrbio e complexidade estrutural (SCHLUTER e RICKLEFS, 1993).

Os processos regionais seriam medidos em áreas maiores. A dispersão a longa distância, extinção e flutuação de espécie seriam mecanismos agindo nessa escala (CORNELL e LAWTON, 1992). As mudanças na estrutura da paisagem, como redução de tipos de habitats, ou aumento no seu isolamento, afetariam a habilidade dos organismos de se dispersarem, reduzindo o tamanho das populações regionais. A soma de todas as espécies que poderiam eventualmente colonizar um local é chamada de conjunto regional (SRIVASTAVA, 1999).

As comunidades estruturadas por processos locais são tidas como interativas, isto é, os nichos estão ocupados e as espécies terão de interagir no compartilhamento de recursos e de inimigos (CORNELL e KARLSON, 1997). O número de espécies que

coexistem será limitado pelo recurso, pela capacidade de interação de cada espécie e também pelos limites fisiológicos das espécies (PRICE, 1997). Já as comunidades estruturadas por processos regionais são tidas como não-interativas. A riqueza dessas comunidades irá depender do conjunto regional de espécies que poderão colonizar a área (CORNELL e LAWTON, 1992; SRIVASTAVA, 1999).

As comunidades de formigas são tidas como altamente interativas e estruturadas por processos locais, como a competição inter e intra-específica (LESTON, 1973; PAULSON e AKRE, 1991; MAJER et al., 1994; DE MEDEIROS et al., 1995; MERCIER, 1999), o que as torna um interessante grupo para estudos da influência de fatores locais.

Uma forma de avaliar esses processos seria investigar a importância que cada fator, como a quantidade e qualidade de recursos, as condições físicas do ambiente e as interações interespecíficas, tem sobre a comunidade local.

Em uma comunidade de formigas arborícolas, as árvores podem ser consideradas tanto como recursos quanto como condições do habitat. Nas árvores, as formigas encontram locais para nidificação, refúgio para inimigos e alimentação. A existência de uma correlação entre riqueza de espécies de formigas e características da vegetação sugere que essa comunidade seja estruturada por fatores locais. A riqueza e o volume de espécies arbóreas seriam algumas dessas características que direta ou indiretamente influenciariam a qualidade e quantidade de recursos. Já a estrutura da vegetação poderá dar uma medida de heterogeneidade do habitat, o qual poderá influir na riqueza de espécies de formigas.

Inferências de que a competição é estruturadora da comunidade de formigas são baseadas em evidências indiretas. Estudos até hoje realizados com comunidade de formigas avaliam a existência de competição comparando as espécies dominantes ou mais abundantes, duas a duas, procurando associações negativas entre elas. Esses estudos, no entanto, são realizados somente com uma parte da fauna, o que pode ser problemático, já que a determinação *a priori* de quais espécies são competidoras em potencial é uma tarefa difícil. A utilização de modelos nulos de co-ocorrência entre todos os pares de espécies poderá fornecer evidências da existência de competição entre espécies de formigas e constatar se esta competição pode ser responsável pela estruturação das comunidades.

Este estudo teve como objetivo testar a influência de fatores locais em comunidades de formigas arborícolas. Para isso, este trabalho foi dividido em dois artigos. No

primeiro, testou-se a influência de algumas características da vegetação arbórea sobre a comunidade de formigas e, no segundo, foram buscadas evidências da existência de competição nessas comunidades.

Os artigos a seguir foram preparados com base nas normas do periódico *Ecology Letters*, com algumas adaptações seguidas pelas normas vigentes da Universidade Federal de Viçosa.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CONNOR, E.F.; SIMBERLOFF, D. Interspecific competition and species co-occurrence patterns on islands: null models and the evaluation of evidence. **Oikos**, v.41, p.455-465, 1983.
- CORNELL, H.V.; KARLSON, R.H. Local and Regional Processes as Controls of Species Richness. In: TILMAN, D.; KAREIVA, P., eds. **Spatial Ecology: the role of space in population dynamics and interspecific interactions**. Princeton, New Jersey: Princeton University Press, 1997. p.250-268.
- CORNELL, H.V.; LAWTON, J.H. Species interactions, local and regional processes, and limits to the richness of ecological communities: a theoretical perspective. **Journal of Animal Ecology**, v.61, p.1-12, 1992.
- DE MEDEIROS, M.A.; FOWLER, H.G.; DELABIE, J.H.C. O mosaico de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em cacauais do sul da Bahia. **Científica**, v.23, n.2, p.291-300, 1995.
- LESTON, D. The ant mosaic - tropical tree crops and the limiting of pests and diseases. **PANS**, v.19, n.3, p.311-341, 1973.
- MAJER, J.D.; DELABIE, J.H.C.; SMITH, M.R.B. Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. **Biotropica**, v.26, n.1, p.73-83, 1994.
- MERCIER, J.L. Territorialité et agressivité intra- et interspécifique dans les mosaï ques des fourmis arboricoles. **L'Année Biologique**, v.38, p.149-168, 1999.
- PAULSON, G.S.; AKRE, R.D. Behavioral interactions among formicid species in the ant mosaic of an organic pear orchard. **Pan-Pacific Entomologist**, v.67, n.4, p.288-297, 1991.
- PRICE, P.W. **Insect Ecology**. New York: 1997. 874p.
- SCHLUTER, D.; RICKLEFS, R.E. Species Diversity: An Introduction to the Problem. In: RICKLEFS, R.E. E SCHULTER, D., eds. **Species Diversity in Ecological Communities - Historical and Geographical perspectives**. Chicago: The University of Chicago Press, 1993. p.1-11.

SOARES, S.M.; SCHOEREDER, J.H.; DESOUZA, O. Processes involved in species saturation of ground-dwelling ant communities (Hymenoptera, Formicidae). **Austral Ecology**, v.26 (in press), 2001.

SRIVASTAVA, D.S. Using local-regional richness plots to test for species saturation: *pitfalls* and potentials. **Journal of Animal Ecology**, v.68, p.1-16, 1999.

POR QUE O NÚMERO DE ESPÉCIES EM COMUNIDADES DE FORMIGAS (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) VARIA EM DIFERENTES LOCAIS?

Resumo

Vários estudos descrevem a importância de fatores locais na regulação da diversidade de insetos, em que a quantidade e variedade de recursos e a heterogeneidade do habitat podem ser determinantes do número de espécies presentes em uma comunidade. O objetivo deste trabalho foi testar a hipótese de que a riqueza de espécies de formigas tem relação positiva com a quantidade e qualidade de recursos e com a heterogeneidade da estrutura da vegetação. Com essa finalidade, foram demarcadas 30 parcelas de 20 por 50 m e distribuídas em uma área de cerrado *sensu stricto* na Área de Proteção Ambiental (APA) Gama-Cabeça-de-Veados, DF. Em cada parcela, foram amostrados todos os indivíduos lenhosos com diâmetro superior a 5 a 30 cm do solo. A qualidade de recursos foi dada pela riqueza de espécies lenhosas em cada parcela; a quantidade de recursos foi medida pelo volume de lenho da vegetação arbórea; e a heterogeneidade estrutural da vegetação foi dada pelo coeficiente de variação das distâncias entre árvores. As formigas foram coletadas em 10 árvores por parcela, manualmente e por meio de armadilhas do tipo *pitfall*, com iscas de sardinha. Os dados foram analisados utilizando-se análises de regressão simples, nas quais a variável resposta foi sempre a riqueza da comunidade de formigas e a variável explicativa, cada uma das variáveis da vegetação anteriormente descritas. Não foi encontrada relação significativa entre a riqueza da vegetação arbórea e a riqueza de espécies de formigas ($n=30$; $F=3,91$; $p=0,06$) e entre a heterogeneidade da estrutura do habitat e a riqueza de espécies de formigas ($n=30$; $F=2,32$; $p=0,14$). Esses resultados sugerem que as formigas arborícolas podem ser principalmente generalistas tanto em relação aos recursos quanto ao habitat. O volume da vegetação influenciou positivamente a riqueza de espécies de

formigas nas parcelas ($n=30$; $F=9,91$; $p=0,004$). Com o aumento do volume, aumenta-se a área para forrageamento e nidificação. Um maior volume da vegetação pode significar maior quantidade de recursos disponíveis e condições microambientais mais adequadas. Essa maior quantidade de recursos e condições mais adequadas poderá favorecer a entrada de novas espécies, em vez de favorecer o aumento das populações já existentes. Os resultados deste trabalho indicam que a quantidade de recursos pode ser limitante nessas comunidades de formigas arborícolas.

Introdução

A associação entre formigas e plantas, principalmente angiospermas, já vem sendo reportada há muito tempo. Existem indícios de que no Cretáceo a formiga primitiva *Sphecomyrma* estava associada às angiospermas, enquanto estas se diversificavam e se espalhavam pelo mundo. Ao longo do tempo, as formigas aumentaram a sua diversidade e abundância, criaram novos papéis como polinizadoras e dispersoras de sementes, e muitas fizeram e fazem das plantas seus locais para nidificação (Hölldobler & Wilson 1990).

Além de local para nidificação, muitas espécies de formigas passaram a se alimentar de partes de plantas, como as formigas do gênero *Azteca*, que se alimentam de corpúsculos de Müller, ou a espécie *Camponotus crassus*, que explora nectários extraflorais em plantas do cerrado (Oliveira & Brandão 1991).

Tanto formigas exclusivamente arborícolas como muitas espécies de solo podem ser encontradas explorando a vegetação arbórea. Algumas formigas da tribo Attini, como *Atta* e *Acromyrmex*, usam fragmentos de folhas ou flores frescas para cultivar seu fungo simbiótico. As *Pheidole* podem usar fragmentos de sementes na sua dieta, e algumas espécies generalistas usam a vegetação para a criação de homópteros (Delabie & Fowler, 1995).

Assim como a vegetação é um importante recurso para as formigas, ela também cria diversas condições que favorecem riqueza de espécies. Por exemplo, os ambientes com maior quantidade de vegetação arbórea são em geral mais úmidos que aqueles desprovidos de árvores. De maneira direta, esses ambientes serão mais adequados à manutenção da diversidade de formigas, pois estas formigas são sujeitas à dessecação pela baixa umidade, o que pode comprometer a sua presença em

determinados habitats. As espécies arborícolas são mais suscetíveis à dessecação que as espécies de formigas de solo (Hölldobler & Wilson 1990).

Os modelos ecológicos predizem que, quanto mais diversos forem os recursos, mais diversos serão os consumidores (Rosenzweig 1995). Isso porque cada tipo de novo recurso pode ter potencialmente um consumidor especializado. De forma similar, quanto mais diversos os locais de nidificação, maior deverá ser a riqueza de espécies. Nesse aspecto, a riqueza de plantas pode permitir a coexistência de espécies de formigas com diferentes preferências de forrageamento e de locais para nidificação (Benson & Harada 1988), além de indiretamente favorecer espécies predadoras ou generalistas que utilizam artrópodes herbívoros em sua dieta (Siemann 1998; Maudsley 2000). Uma maior variedade de espécies de plantas hospedeiras influencia diretamente a diversidade de herbívoros invertebrados, que por sua vez poderá influenciar a diversidade de formigas predadoras (Strong et al. 1984; Maudsley 2000).

Por outro lado, em ambientes com menor diversidade de recursos (alimento), as espécies poderão utilizar o mesmo recurso através de uma divisão temporal na sua exploração. A redução das interações pelo forrageamento em diferentes horas do dia é bastante conhecida (Hölldobler & Wilson 1990; Mercier & Dejean 1996; Cerdá et al. 1997; Retana & Cerdá 2000). Esse mecanismo pode levar a um aumento da diversidade local que independa dos recursos disponíveis.

No entanto, um aumento na quantidade de recurso levaria a aumento na riqueza de espécies? A quantidade de recurso é um fator limitante. Segundo Rosenzweig & Abramsky (1993), locais mais produtivos podem manter mais indivíduos, o que, por sua vez, pode significar número maior de espécies. Por exemplo, populações com baixa abundância são mais suscetíveis à extinção.

Entretanto, alguns autores (ver Price 1997) sugerem que grandes quantidades de recurso favorecem uma ou duas espécies e não todas, fazendo com que a dominância se desenvolva e a diversidade de espécies diminua, por meio da exclusão competitiva.

Em comunidades de formigas arborícolas observa-se freqüentemente a existência de mosaicos formados por espécies dominantes (Leston 1973; Paulson & Akre 1991; Majer et al. 1994; De Medeiros et al. 1995; Cerdá et al. 1997; Mercier 1999). Segundo esses autores, a espécie que é dominante exclui competitivamente as espécies subordinadas dos sítios de forrageamento e nidificação, diminuindo a riqueza local.

Essa dominância pode ser consequência de habitats mais simples, com pouco recurso disponível. Esses habitats têm poucas espécies especialistas capazes de

preencher os nichos disponíveis, o que permite a entrada de espécies generalistas que se beneficiam e tornam-se dominantes (Hölldobler & Wilson 1990). Nesse caso, a dominância é consequência de um habitat pobre em recurso e já com poucas espécies.

As diferenças de seleção do habitat entre as espécies também podem favorecer a diversidade de espécies (Tilman & Pacala 1993; Rosenzweig 1995). Os ambientes mais heterogêneos permitem a entrada de espécies através do aumento da disponibilidade de microhabitats (Mausdsley 2000). Esses ambientes favorecem maior número de espécies, reduzindo a dominância de outras e, conseqüentemente, aumentando a diversidade local.

Nas comunidades de formigas, a combinação de temperatura e umidade pode ser usada para definir um clima favorável à atividade de forrageamento (Hölldobler & Wilson 1990). Dessa maneira, variação na estrutura da vegetação poderá aumentar ou reduzir a diversidade de formigas em razão do aumento ou da diminuição na heterogeneidade do habitat. Nas comunidades de formigas do Mediterrâneo, variações na cobertura do dossel podem alterar a atividade de forrageamento das espécies dominantes (Cerdá et al. 1997). Estas espécies são pouco tolerantes a altas temperaturas, por isso forrageiam preferencialmente em locais sombreados ou à noite, permitindo, dessa maneira, a entrada de outras espécies.

Apesar da existência de trabalhos correlacionando a vegetação e a riqueza de espécies de formigas, muitos são inconcludentes. Andersen (1986, 1990) sugere que a principal variável do habitat no controle da abundância e diversidade da comunidade de formigas é a estrutura da vegetação, sem contudo descrever o que é estrutura da vegetação. Burbidge et al. (1992) argumentam que a fauna de formigas tende a refletir a distribuição de espécies de plantas, além das características estruturais de cada local. Majer et al. (1994) afirmam que a riqueza de espécies de formigas pode estar positivamente correlacionada com a riqueza de espécies de plantas.

Esses estudos, muitas vezes, são feitos em fitofisionomias diferentes (Andersen 1986; Burbidge et al. 1992). Por exemplo, em matas e em campos, qualquer que seja a escala espacial, a densidade de plantas é normalmente menor na primeira, simplesmente porque as árvores são muito maiores do que a vegetação campestre. Se a riqueza de espécies estiver relacionada com o número de indivíduos da vegetação, provavelmente a riqueza será maior no campo. Um outro exemplo seria no cerrado *sensu lato*. O cerrado ocorre em um gradiente de formas fisionômicas, que vão de mata a campos, passando por cerrado *sensu stricto*, dependendo de três aspectos do substrato: (1) fertilidade e teor

de alumínio disponível, (2) profundidade e (3) grau de saturação das camadas superficial e subsuperficial (Eiten 1994). As fitofisionomias do cerrado se diferenciam em sua origem. Neste caso, a comparação entre comunidades locais de habitats diferentes deverá ser cuidadosa, pois fatores históricos que muitas vezes não são levados em conta poderão estar atuando. Então, estudar um gradiente dentro de uma mesma fitofisionomia poderá diminuir esse erro.

Nesse sentido, o cerrado *sensu stricto* pode ser uma boa alternativa, uma vez que é uma fitofisionomia predominante nos latossolos profundos e bem drenados do Brasil Central. Caracteriza-se por uma camada herbácea principalmente graminosa e por uma cobertura lenhosa que varia de 10 a 60%. É uma fitofisionomia muito rica em espécies, podendo apresentar mosaicos com mais de 100 espécies por hectare (Silva-Júnior & Felfili 1996).

Este estudo teve como objetivos:

1. Testar a influência da riqueza de espécies da vegetação sobre a riqueza de espécies de formigas.
2. Testar a influência da heterogeneidade da estrutura da vegetação sobre a riqueza de espécies de formigas.
3. Testar a influência do volume do estrato arbóreo sobre a riqueza de espécies de formigas.
4. Testar algumas das hipóteses sugeridas para explicar os padrões encontrados.

Premissa e Hipóteses

A premissa deste trabalho é de que o número de espécies em uma comunidade de formigas varia em diferentes locais (parcelas). Uma vez que a premissa esteja confirmada, serão testadas as hipóteses que apontem a causa dessas variações: (i) dado que em formigas arborícolas as árvores podem ser consideradas recursos, em um local onde a diversidade de recurso é maior, espera-se que mais espécies possam coexistir. Dessa maneira, quanto maior o número de espécies de árvores, maior será a riqueza de espécies de formigas; (ii) a heterogeneidade do habitat também pode permitir a entrada de mais espécies. Então, quanto mais heterogênea a estrutura da vegetação, maior será a riqueza de formigas. Entende-se por estrutura da vegetação o grau de dispersão dos

indivíduos arbóreos; e (iii) quanto maior o volume, quantidade de lenho, da vegetação arbórea, maior será a riqueza de espécies de formigas.

Material e Métodos

Descrição das áreas de coleta

As áreas de coleta estão inseridas na Área de Proteção Ambiental Gama-Cabeça-de-Veados, a cerca de 30 km do centro de Brasília – DF (de 15° 55' S até 15° 57' S e 47° 55' W até 47° 57' W). São áreas de preservação do bioma cerrado, localizadas na Fazenda Água Limpa, de propriedade da Universidade de Brasília (FAL – UnB), no Jardim Botânico do Brasília (JBB) e na Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (RECOR – IBGE). A área total protegida é um contínuo formado por essas três reservas, totalizando cerca de 10.000 ha (Figura 1A). Estas áreas estão a uma altitude de aproximadamente 1.100 m. O clima da região é do tipo Aw, segundo classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.500 mm e duas estações climáticas bem definidas.

Inventário arbóreo-arbustivo

Em cada uma das áreas de preservação (FAL-UnB, JBB e RECOR-IBGE) foram lançadas 10 parcelas de 20 m x 50 m, distanciadas entre si de 100 metros, para realização do inventário da vegetação. Nessas parcelas, foram inventariados todos os indivíduos do estrato arbóreo-arbustivo com diâmetro maior ou igual a cinco centímetros, a uma distância de 30 cm do solo. As plantas foram identificadas, sendo mensurados a sua altura e o diâmetro (a 30 cm do solo). Foram coletados os seguintes dados referentes a cada indivíduo de cada parcela: identificação da espécie (nome científico e família), altura e diâmetro a 30 cm do solo. Para alguns indivíduos, coletou-se também o DAP (diâmetro à altura do peito).

Os dados de inventário florístico e fitossociologia da FAL-UnB foram fornecidos pela professora Jeanine Felfili, do Departamento de Engenharia Florestal da Universidade de Brasília, enquanto os do JBB e RECOR-IBGE foram coletados após a coleta das formigas.

A comunidade de formigas

As formigas arborícolas foram coletadas nas 30 parcelas anteriormente delimitadas na área de proteção do bioma cerrado (FAL-UnB, JBB e RECOR-IBGE).

As coletas foram feitas usando duas técnicas de coleta: armadilha do tipo *pitfall*, utilizando sardinha como isca, e coleta manual nos troncos das árvores.

Em cada parcela foram realizados 10 pontos de coleta. A Figura 2A exemplifica a disposição desses pontos. Cada ponto de coleta foi composto por: uma armadilha do tipo *pitfall* amarrada no tronco de uma árvore e uma coleta manual no tronco da mesma árvore. Caso não houvesse árvores nos locais determinados como ponto amostral, seria escolhida a árvore mais próxima.

A coleta manual consistiu em recolher durante 10 minutos todas as formigas encontradas na árvore. Esta coleta foi feita com pinças e aspirador bucal.

As armadilhas com isca foram colocadas logo após a coleta manual. Era composta de um recipiente plástico com cerca de 10 cm de diâmetro e 15 cm de profundidade. No centro do recipiente foi colocado um porta-isca e, dentro deste, um copo plástico (copo de café) com isca de sardinha. Para impedir o acesso das formigas à isca e para coletá-las, foi colocada água com detergente ao redor do porta-isca. Essas armadilhas foram deixadas nas árvores por 48 horas (Figura 3A).

Os espécimes de formigas coletados foram identificados em nível genérico com o auxílio de chaves taxonômicas (Hölldobler & Wilson 1990; Bolton 1994) e separados em espécies, sempre que possível, com a ajuda do Prof. Jacques Delabie, curador da coleção de Formicidae do Laboratório de Mirmecologia da CEPLAC, e, quando não foi possível a identificação em nível de espécies, estas foram separadas de acordo com a sua morfologia externa. Os espécimes coletados foram depositados no Museu de Zoologia da CEPLAC, na coleção de referência do Setor de Ecologia – DBG e na coleção de referência de Mireille Pic.

Para todos os testes realizados, foi feita uma análise de resíduos e escolhida a distribuição que melhor se adequou.

Riqueza local de formigas

A riqueza local de formigas foi estabelecida pelo número acumulado de espécies encontradas em cada parcela, isto é, pela soma de todas as espécies coletadas nos 10 pontos de coletas dentro de cada parcela.

Teste da premissa

Antes de iniciar os testes das hipóteses, foi realizado o teste da premissa. Para isso, foi feita a ANOVA, com a riqueza de espécies como variável resposta e erros normais.

Teste das hipóteses

A riqueza da comunidade de formigas aumenta com a riqueza da vegetação

Para se testar esta primeira hipótese, foi feita uma análise de regressão simples, com distribuição de erros normais, em que a variável explicativa foi o número de espécies vegetais do estrato arbóreo-arbustivo e a variável resposta foi o número de espécies de formigas existente em cada parcela.

A riqueza da comunidade de formigas aumenta com a heterogeneidade do habitat

Para obter uma variável que medisse a heterogeneidade do habitat, foi feito um caminhamento pela linha central da parcela, onde a cada cinco metros fazia-se uma marcação e eram medidas as distâncias das quatro árvores mais próximas em relação à marcação. Este é um sistema de amostragem comumente utilizado para inventários florestais e recebe o nome de ponto quadrante (Péllico Netto & Brena 1997). A heterogeneidade do habitat foi dada pelo coeficiente de variação das distâncias médias. Assume-se que, quanto maior o coeficiente de variação das distâncias, mais heterogêneo será o habitat.

Para saber se a heterogeneidade do habitat influencia a diversidade da comunidade de formigas, foi feita uma análise de regressão simples com erros normais, a qual teve como variável explicativa o coeficiente de variação das distâncias e variável

resposta a riqueza da comunidade de formigas para cada parcela. Para melhor adequação do modelo, foi feita uma transformação logarítmica para a variável explicativa.

A riqueza da comunidade de formigas aumenta com o volume de lenho da vegetação

Para saber se o volume de lenho da vegetação influencia a diversidade da comunidade de formigas, foi feita uma análise de regressão simples com erros normais, na qual a variável explicativa foi o volume da vegetação e a variável resposta o número de espécies de formigas arborícolas em cada parcela.

O volume da vegetação foi calculado utilizando-se modelos volumétricos de dupla entrada reajustados para estimativas do volume do cerrado *sensu stricto* de Minas Gerais (Scolforo et al. 1993). Esse modelo calcula o volume de lenho contido em uma árvore, incluindo-se galhos e ramos com até três centímetros de diâmetro. A equação utilizada foi a de Schumacher e Hall reajustada:

$$Vt = 0,000506 + 4,97125^{-6} \times [(DAP \times \pi)^2 \times Ht] - 6,234642^{-9} \times [(DAP \times \pi)^3 \times Ht],$$

em que Vt = volume total; DAP = diâmetro à altura do peito; e Ht = altura total.

Para se determinar o DAP de todos os indivíduos arbóreos, foi feita uma correlação entre os valores de diâmetro a 30 cm do solo e os valores de DAP coletados (242 valores). A partir da equação de ajuste obtida, foi determinado o DAP para as demais árvores.

Como o volume da vegetação pode ter relação com o número de indivíduos de formigas e a diversidade de habitats, foram testadas também as seguintes hipóteses:

1. Quanto maior o volume, maior será o número de indivíduos, que por sua vez pode significar maior número de espécies.
2. Quanto maior o volume, maior a diversidade de habitats.

Hipótese (1) do volume

Para analisar se parcelas com maior volume têm mais indivíduos, foi utilizada uma análise de regressão linear, com erros binomiais, em que a variável explicativa foi volume da vegetação e a variável resposta a frequência média relativa do número de registros obtidos em cada parcela. Por se tratar de inseto social, o registro de um indivíduo obtido é um indicador da probabilidade de se encontrar uma colônia.

Hipótese (2) do volume

A fim de analisar se parcelas com maior volume têm maior diversidade de habitats, utilizou-se uma análise de regressão linear, com erros binomiais, em que a variável explicativa foi o volume da vegetação e a variável resposta o coeficiente de variação das distâncias entre árvores, ou seja, a medida de heterogeneidade de habitats.

Nos testes de todas as hipóteses foram feitas análises de resíduos, para que a distribuição adequada fosse utilizada.

Resultados

A premissa de que o número de espécies em uma comunidade de formigas varia em diferentes locais foi confirmada, isto é, houve diferença significativa na comunidade de formigas entre as 30 parcelas ($p=0,01$; $n=299$) (Tabela 1). Dessa análise fizeram parte 299 pontos de coleta, devido à perda de um ponto.

No inventário da vegetação foram encontradas 66 espécies pertencentes a 30 famílias botânicas, distribuídas em 3.088 indivíduos. A espécie mais abundante foi *Ouratea hexasperma*, com 468 indivíduos. Na Tabela 2 é apresentada a lista de espécies arboreo-arbustivas encontradas nas 30 parcelas.

Um total de 64 espécies de formigas pertencentes a 22 gêneros e 6 subfamílias foram coletadas nas 30 parcelas. Do total de espécies coletadas, 16 ocorreram apenas uma vez. Três espécies ocorreram em todas as 30 parcelas: *Camponotus (Myrmobrachys) crassus*, *Camponotus (Myrmophaenus) genatus* e *Camponotus (Tanaemyrmex) sp. gp. punctulatus* (Tabela 1A).

A relação entre número de espécies de formigas e número de espécies de árvores foi considerada não-significativa ($p=0,06$; $n=30$) (Figura 1), embora o valor de p esteja próximo a uma significância aceita, a qual seria de 0,05.

A análise da heterogeneidade do habitat mostrou que não houve relação significativa entre o coeficiente de variação da distância e o número de formigas na parcela ($p=0,14$; $n=30$) (Figura 2).

Na análise da variável volume da vegetação, houve relação positiva com o número de espécie de formigas. Essa relação pode ser representada pela seguinte equação: número de espécie de formigas = $13,64 + 0,1006$ volume da vegetação ($F = 9,91$; $p=0,004$; $n=30$) (Figura 3a).

Tabela 1 – Resultado da análise de variância do efeito das parcelas sobre a riqueza de espécies de formigas

Fonte de Variação	gl.	SQ	QM	F	p
Parcelas	29	111,4	3,84	1,769	0,01
Resíduo	269	583,96	2,17		
Total	298	695,34	2,33		

Dez pontos de coletas em cada uma das 30 parcelas. Desta análise fizeram parte 299 pontos de coleta, devido à perda de um ponto.

Tabela 2 – Famílias e espécies arbóreo-arbustivas encontradas em 30 parcelas no cerrado *sensu stricto* no período de janeiro a julho de 2000, em Brasília-DF

Família	Espécie
Annonaceae	<i>Annona coriacea</i> Mart. <i>Annona crassiflora</i> Mart.
Apocynaceae	<i>Aspidosperma macrocarpon</i> Mart. <i>Aspidosperma</i> sp. <i>Aspidosperma</i> sp.2 <i>Aspidosperma tomentosum</i> Mart. <i>Hanchornia speciosa</i> Gomez
Araliaceae	<i>Schefflera macrocarpa</i> (Cham. & Schl.) Schl.
Bignoniaceae	<i>Tabebuia ochracea</i> (Cham.) Standl.
Bombacaceae	<i>Eriotheca pubescens</i> Schott et Endl.
Caryocaraceae	<i>Caryocar brasiliense</i> Camb.
Celastraceae	<i>Austroplenckia populnea</i> (Reiss.) Lund.
Chrysobalanaceae	<i>Couepia grandiflora</i> (Mart. et Zucc.) Benth. ex Hook
Compositae	<i>Eremanthus glomerulatus</i> Lees. <i>Piptocarpha rotundifolia</i> (Less.) Baker
Connaraceae	<i>Connarus suberosus</i> Planch. <i>Rourea induta</i>
Dilleniaceae	<i>Davila elliptica</i> St. Hil.
Ebenaceae	<i>Diospyros burchelli</i> Hiern.
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum deciduum</i> St. Hil. <i>Erythroxylum suberosum</i> St. Hil. <i>Erythroxylum tortuosum</i> Mart.
Guttiferae	<i>Kielmeyera coriacea</i> (Spr.) Mart. <i>Kielmeyera speciosa</i> N. Saddi.
Hippocrateaceae	<i>Salacia crassifolia</i> (Mart.) G. Don
Leguminosae – Caesalpinioideae	<i>Sclerolobium paniculatum</i> Vog. <i>Hymenaea stigonocarpa</i> Mart. ex Hayne

Continua...

Tabela 2, Cont.

Família	Espécie
Leguminosae - Mimosoideae	<i>Dimorphandra mollis</i> Benth. <i>Enterolobium ellipticum</i> Benth. <i>Enterolobium gummiferum</i> (Mart.) Macbride <i>Stryphnodendron adstringens</i> (Mart.) Coville
Leguminosae – Papilionoideae	<i>Acosmium dasycarpum</i> (Vog.) Yakovl. <i>Bowdichia virgilioides</i> Kunth. <i>Dalbergia miscolobium</i> Benth. <i>Machaerium acutifolium</i> Vog. <i>Pterodon pubescens</i> Benth. <i>Vatairea macrocarpa</i> (Benth.) Ducke
Loganiaceae	<i>Strychnos pseudo-quina</i> St. Hill.
Lythraceae	<i>Lafoensia pacari</i> St. Hill.
Malpighiaceae	<i>Byrsonima coccolobifolia</i> (L.) H.B.K. <i>Byrsonima crassa</i> Nied. <i>Byrsonima verbascifolia</i> (L.) Rich. <i>Heteropterys byrsonimaefolia</i> A. Juss.
Melastomataceae	<i>Miconia albicans</i> (Sw) Triana <i>Miconia ferruginata</i> DC. <i>Miconia pohliana</i> Cogn.
Myrsinaceae	<i>Rapanea guianensis</i> Aubl.
Myrtaceae	<i>Psidium myrcinoides</i> <i>Psidium warmingianum</i> Kiaresk. <i>Blepharocalyx salicifolius</i> (Kunth.) O. Berg
Nyctaginaceae	<i>Guapira noxia</i> (Netto) Lund. <i>Guapira</i> sp. <i>Neea theifera</i> Oerst
Ochnaceae	<i>Ouratea hexasperma</i> (St. Hil.) Baill.
Proteaceae	<i>Roupala montana</i> Aubl.
Rubiaceae	<i>Palicourea rigida</i> H. B. K. <i>Tocoyena formosa</i> K. Schism.
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk.
Styracaceae	<i>Styrax ferrugineus</i> Nees et Mart.
Symplocaceae	<i>Symplocos rhamnifolia</i> A. DC.
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart. <i>Qualea multiflora</i> Mart. <i>Qualea parviflora</i> Mart. <i>Vochysia elliptica</i> Mart. <i>Vochysia rufa</i> Mart. <i>Vochysia thyrsoides</i> Pohl

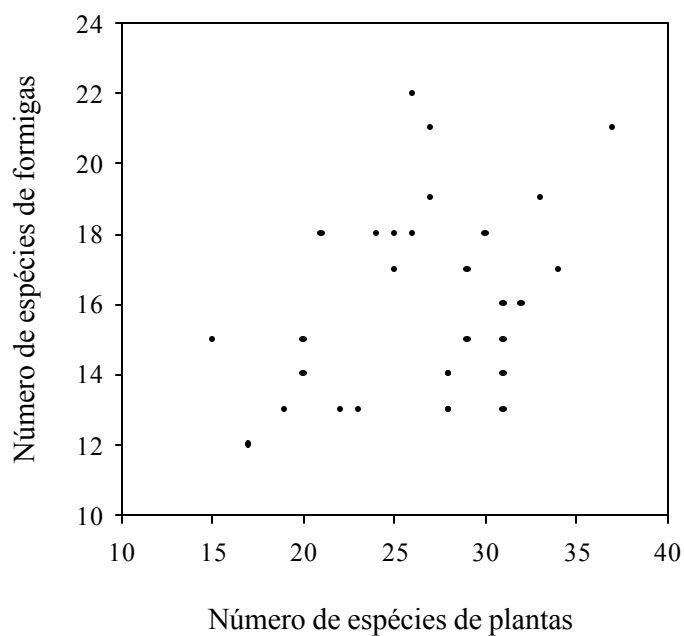


Figura 1 – Relação entre o número de espécies de plantas e o número de espécies de formigas ($p=0,06$). Cada ponto no gráfico representa uma parcela.

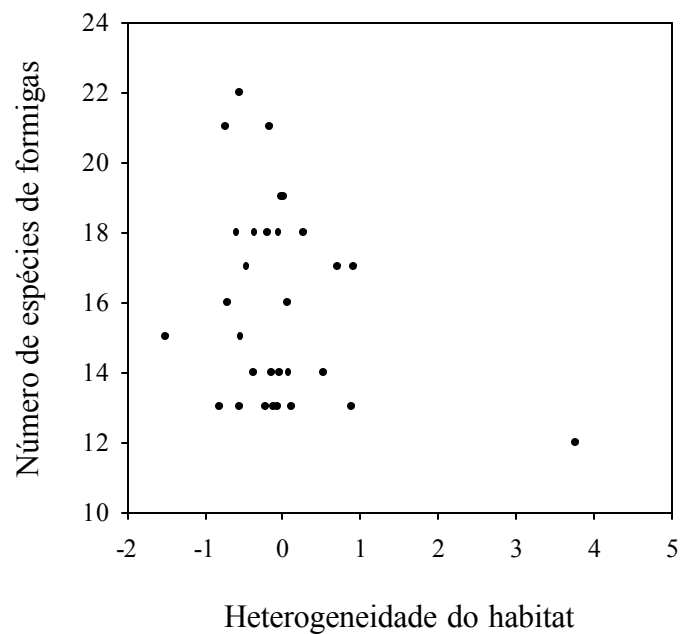


Figura 2 – Relação entre a medida de heterogeneidade do habitat, transformação logarítmica do coeficiente de variação, e o número de espécies de formigas em um local ($p=0,14$).

Ao investigar por que o volume da vegetação influencia a riqueza de formigas da parcela, não foi encontrada nenhuma relação entre o coeficiente de variação da distância entre árvores, isto é, heterogeneidade do habitat, e o volume da parcela ($p=0,13$; $n=30$) (Figura 3b). Também não se encontrou relação entre a frequência média do número de indivíduos por parcela e o volume da vegetação ($p=0,13$; $n = 30$) (Figura 3c).

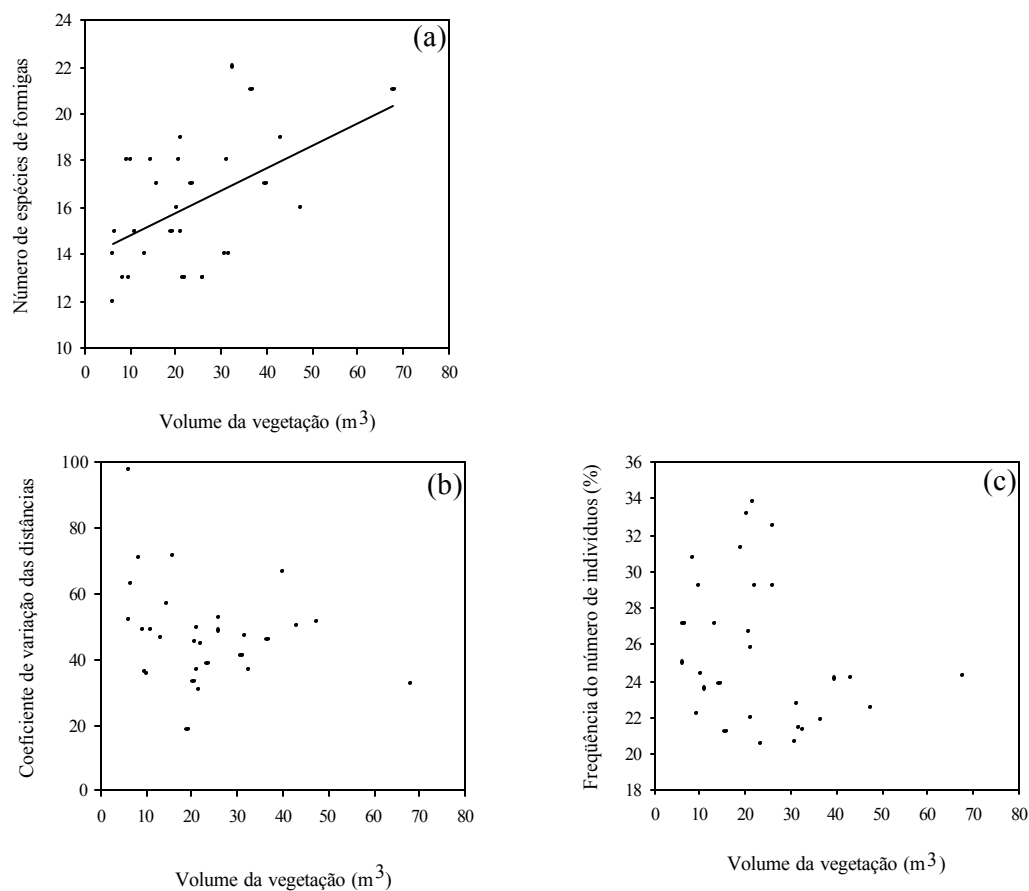


Figura 3 – Relação entre o volume da vegetação arbórea arbustiva e o número de espécies de formigas em um local (a) ($p=0,004$), entre o volume da vegetação arbórea arbustiva e a medida de heterogeneidade do habitat (coeficiente de variação das distâncias entre árvores) (b) ($p=0,13$) e entre o volume da vegetação arbórea arbustiva e a frequência média do número de indivíduos por parcela (c) ($p=0,13$).

Discussão

Em uma comunidade estruturada por fatores locais poderia se esperar uma relação entre a riqueza da comunidade local e as características do habitat (Schluter & Ricklefs 1993).

Apesar de a diversidade de plantas ser considerada importante na diversidade de insetos, tanto direta como indiretamente (Siemann 1998; Maudsley 2000), os resultados mostraram que não houve relação significativa entre a riqueza de formigas e a riqueza de árvores em cada local. Para essa ausência de relação, são sugeridas as seguintes hipóteses:

1 – As formigas arborícolas são principalmente generalistas, por isso a diversidade de recurso não foi relacionada com a riqueza local da comunidade de formigas.

2 – As espécies de formigas partilham mais os recursos em locais com menor diversidade, ou seja, existe maior diferenciação de nichos em locais com menor diversidade.

A hipótese 1 está baseada principalmente no regime alimentar das espécies de formigas arborícolas. Dados sobre a ecologia de formigas arborícolas sugerem que estas, apesar de se alimentarem preferencialmente em um nível trófico, são geralmente generalistas, podendo se alimentar de secreção açucarada secretada por cochonilhas, de néctar de nectários florais ou extraflorais ou, ainda, de outros artrópodes (Benson & Harada 1988; Hölldobler & Wilson 1990; Oliveira & Brandão 1991; Delabie e Fowler, 1995). A reação em cadeia de aumento da diversidade de níveis tróficos mais baixos para os mais altos pode ser quebrada neste caso, uma vez que as formigas arborícolas se alimentam em mais de um nível trófico. Por exemplo, dentre as formigas coletadas, *Camponotus crassus*, que explora nectários extraflorais, é também predadora oportunista (Oliveira & Brandão 1991). Outras espécies de *Camponotus* presentes na coleta, como *C. melanoticus*, *C. rufipes* e *C. blandus*, são observadas se alimentando em mais de um nível trófico, associadas a homópteros (Soria et al. 1996), ou se alimentando em nectários extraflorais (Tathiana G. Sobrinho, comunicação pessoal). A espécie *Azteca intabilis*, presente em mais de 60% das parcelas, forrageia em nectários extraflorais (Fisher et al. 1990) e preda artrópodos (Majer & Delabie 1993). Do mesmo modo, *Pseudomyrmex gracilis*, *P. unicolor* e *P. elongatus* podem também atuar em mais de um nível trófico, como predadoras ou visitantes de nectários extraflorais (Keeler 1977; Bentley 1983; Memmott et al. 1993; Silvestre 2000). As Cephalotineas,

outro grupo de espécies comum na amostragem feita, também apresentam regime alimentar omnívoro (Silvestre 2000). Para as formigas, os recursos freqüentemente limitantes são o alimento e os locais para nidificação. Nesse caso, a diversidade de plantas (recurso) pode não ser limitante. Se houvesse limitação na diversidade de recursos, haveria relação positiva entre a riqueza de formigas e a de plantas. Pode-se pensar da mesma maneira quando se trata de local de nidificação.

Na segunda hipótese, sugere-se que o compartilhamento de recursos pelas espécies de formigas seja maior em ambientes com menor diversidade de recursos. Delabie & Fowler (1995), estudando comunidades de formigas em plantações de cacau, sugeriram que em ambientes com menor diversidade de recurso pode haver redução na amplitude do nicho, permitindo a coexistência de maior número de espécies. Uma consequência dessa redução na amplitude do nicho pode ser, por exemplo, uma divisão temporal na exploração de recursos, em que as espécies reduzem a interferência através do forrageamento em diferentes horas do dia. Hölldobler & Wilson (1990) afirmam que, na Austrália, *Camponotus consobrinus* e *Iridomyrmex purpureus* utilizam o mesmo recurso. *Iridomyrmex* forrageia preferencialmente durante o dia, enquanto *Camponotus* forrageia durante a noite, e uma espécie substitui a outra no recurso. No entanto, se uma das espécies ocorre sozinha, o seu período de forrageamento é maior. Entretanto, não existem evidências de que a divisão na exploração de um mesmo recurso não aconteceria também em um ambiente com maior diversidade de recurso.

Quanto à heterogeneidade do habitat, esperava-se encontrar uma relação desta com a diversidade de formigas, uma vez que um ambiente mais heterogêneo permitiria maior número de espécies, pois criaria possibilidades para espécies que suportam, por exemplo, diferentes condições ambientais (Tilman & Pacala 1993). Entretanto, a heterogeneidade do habitat também não afetou a diversidade de espécie de formigas.

A ausência de relação entre a medida de heterogeneidade do habitat e a riqueza de formigas (Figura 2) poderia significar que o cerrado *sensu stricto* é percebido como um habitat homogêneo pelas formigas, ou seja, se existem variações no habitat, estas não são percebidas pelas formigas. Nesse sentido, Levins, em 1968, propôs o conceito de grão ambiental, no qual ele relaciona a heterogeneidade do habitat com o tamanho do organismo em estudo e sua mobilidade pelo habitat. Em ambientes de grãos finos, a heterogeneidade do ambiente desaparece completamente. Por exemplo, se as formigas se locomovem por vários metros, nos quais a temperatura do ambiente varia e isso não é um fator que a afete, essas temperaturas formam um ambiente de grão fino. Se a

variação na temperatura fosse um fator limitante para o seu deslocamento entre áreas, essas temperaturas formariam um grão grosso. Então, fazendo uma analogia da temperatura com a estrutura da vegetação neste estudo, mesmo que haja variação na estrutura da vegetação entre as parcelas, essa variação não é percebida pelas formigas. Se as formigas arborícolas são principalmente generalistas em relação a alimentação e locais de nidificação (de acordo com a primeira hipótese relativa à diversidade de recursos) e a escolha do habitat está intimamente ligada aos recursos (Levings & Traniello 1981), então elas serão também generalistas quanto ao habitat.

Já o volume da vegetação afetou positivamente a riqueza de formigas. As formigas arborícolas ocupam o espaço em três dimensões, isto é, quanto maiores a altura e a circunferência das árvores, maior a área que poderá ser utilizada para forrageamento ou nidificação. Com o aumento do volume, a área de forrageamento da parcela é obrigatoriamente aumentada, uma vez que o volume foi calculado utilizando a altura e a circunferência das árvores. Dessa maneira, passa-se a ter uma relação análoga à espécie-área. A relação espécie-área pressupõe que, quanto maior a área, mais espécies poderão ser encontradas. Esse padrão tem sido verificado para comunidades de plantas, vertebrados e invertebrados em todo o mundo (Rosenzweig 1995). A fim de explicar esse padrão, Rosenzweig (1995) propõe três hipóteses:

1. Áreas maiores têm mais indivíduos.
2. Áreas maiores têm maior diversidade de habitats.
3. Áreas maiores contêm mais províncias biogeográficas.

Para a primeira hipótese supõe-se que áreas maiores suportariam populações maiores. Assim, o fato de coletar mais espécies poderia ser efeito de amostragem, já que, quanto mais indivíduos coletados, maior será o número de espécies. No entanto, ao se calcular a frequência média de indivíduos por parcela, observa-se que a relação entre o volume da vegetação e esta frequência de indivíduos não foi significativa. Isto significa que parcelas com maior volume têm de fato mais espécies. Pode-se afirmar, então, que não houve efeito de amostragem.

A hipótese de que, quanto maior a área, maior a diversidade de habitats é bastante atraente. Quanto maior o volume, maior será a probabilidade de encontrar diferentes condições de temperatura, umidade ou recursos. Entretanto, segundo Rosenzweig (1995), esse aumento na quantidade de habitats só poderá justificar essa hipótese se existirem espécies especialistas para cada novo habitat. Entretanto, a relação entre o volume e a medida de heterogeneidade de habitat deste estudo, isto é, o coeficiente de

variação das distâncias entre árvores, não foi significativa. Desse modo, essa hipótese também não explica o aumento no número de espécies com o aumento do volume da vegetação.

A terceira hipótese requer que sejam considerados mecanismos de origens das espécies em um local. Esta hipótese não se encaixa nos dados deste estudo, uma vez que as áreas estudadas são contíguas e fazem todas parte da mesma província biogeográfica.

Como nenhuma das hipóteses anteriores se aplica aos dados deste estudo, sugere-se uma analogia com áreas fragmentadas. Numa fragmentação, a perda de espécies pode ocorrer não só porque há perda de tipos de habitats (diminuição da heterogeneidade), mas também pela diminuição do tamanho dos habitats (DeSouza et al. no prelo). Desse modo, o maior volume da vegetação poderia significar maior quantidade de recursos disponíveis e condições microambientais mais adequadas, ou seja, um habitat maior.

Um maior volume de vegetação terá mais locais de nidificação, forrageamento ou fuga, permitindo assim que mais espécies coexistam. Essa maior quantidade de recursos poderá favorecer a entrada de novas espécies, em vez de favorecer um aumento das populações já existentes. Portanto, o fator limitante neste caso poderá ser o espaço físico, por exemplo, para nidificação.

Ainda que Cerdá et al. (1997) e Retana & Cerdá (2000) tenham verificado que maior cobertura da vegetação contribuiu para dominância de algumas espécies, o volume da vegetação (árvores mais volumosas geralmente apresentam maiores copas) poderá também proporcionar menor variação térmica, criando um ambiente mais favorável às formigas arborícolas, que, segundo Hölldobler & Wilson (1990), são bastante suscetíveis à dessecação. Não seria, então, uma diversidade de habitats e sim uma maior quantidade de habitats adequados e de recursos, mesmo que semelhantes, que levariam a uma maior quantidade de espécies em um local.

Contudo, o volume da vegetação explica apenas 26% dos dados, significando que existem outros 74% da variação na riqueza entre parcelas que continuam sem explicação. Provavelmente, dados sobre a interação entre espécies, como predação, mutualismo ou competição, os quais poderiam influenciar a riqueza da comunidade local, poderão complementar essa interpretação.

Referências

- Andersen, A.N. (1986) Patterns of ant community organization in mesic southeastern Australia. *Australian Journal of Ecology*, 11, 87-97.
- Benson, W. & Harada, A.Y. (1988) Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera, Formicidae). *Acta Amazonica*, 18, 275-289.
- Bentley, B.L. (1983). Nectaries in agriculture, with an emphasis on the tropics. The biology of nectaries. (Ed. Bentley B.L. & Elias T.S.), 204-222. The University Press, New York, Columbia.
- Bolton, B. (1994) Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University Press., Cambridge.
- Burbidge, A.H., Leicester, K., McDavitt, S. & Majer, J.D. (1992) Ants as indicators of disturbance at Yanchep National Park, Western Australia. *Journal of the Royal Society of Western Australia*, 75, 89-95.
- Cerdá, X., Retana, J. & Cros, S. (1997) Thermal disruption of transitive hierarchies in Mediterranean ant communities. *Journal of Animal Ecology*, 66, 363-374.
- Cody, M.L. (1993) Bird Diversity Components within and between Habitats in Australia. In: *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives* (Ed. Ricklefs, R.E. & Schluter, D.), 147-158. The University of Chicago Press, Chicago.
- Colwell, R.K. (1997) EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. (Version 5). <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.
- De Medeiros, M.A., Fowler, H.G. & Delabie, J.H.C. (1995) O mosaico de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em cacauais do sul da Bahia. *Científica São Paulo*, 23, 291-300.
- DeSouza, O., Schoederer, J.H., Brown, V.K. & Bierregaard, R. O. in press. A theoretical overview of the processes determining species richness in forest fragments In Bierregaard, R.O.; Gascon, C; Lovejoy, T.F.; Santos, A.A. (eds.) *Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest*. New Haven, Yale University Press.
- Delabie, J.H.C. & Fowler, H.G. (1995) Soil and litter cryptic ant assemblages of Bahian cocoa plantations. *Pedobiologia*, 39, 423-433.
- Eiten, G. (1994) Vegetação. In: *Cerrado* (Ed. Pinto, M.N.), 17-74. Editora Universidade de Brasília, Brasília.
- Fisher, B.L.; Sternberg, L.S.L. & Price, D. (1990). Variation in the use of orchid extrafloral nectar by ants. *Oecologia*, 83, 263-266

- Gotelli, N.F. & Entsminger, G.L. (1999) EcoSim: Null models software for ecology (Version 4.0). Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear.
<http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>.
- Hölldobler, B. & Wilson, E.O. (1990) The ants. Harvard university Press, New York.
- Keeler, K.H. (1977). The extrafloral nectaries of *Ipomoea carnea* (Convolvulaceae). American Journal of Botany, 64, 1182-1188.
- Krebs, C.J. (1989) Ecological Methodology. Harper & Row, New York.
- Leston, D. (1973) The ant mosaic - tropical tree crops and the limiting of pes and diseases. PANS, 19, 311-341.
- Levings, S.C. & Traniello, J.F.A. (1981) Territoriality, nest dispersion, and community structure in ants. Psyche, 88, 265-319.
- Levins, R. (1968) Evolution in Changing Environments: some theoretical explorations. Princeton University Press, Princeton, New Jersey.
- Majer, J.D., Delabie J.H.C. & Smith M.R.B. (1994) Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. Biotropica, 26, 73-83.
- Majer, J.D. & Delabie, J.H.C. (1993). An evaluation of Brazilian cocoa farm ants as potential biological control agents. J. Plant Prot. Tropics, 10, 43-49.
- Mausdsley, M.J. (2000) A review of the ecology conservation of hedgerow invertebrates in Britain. Journal of Environmental Management, 60, 65-76.
- Memmott, J.; Godfray H.C.J. & Bolton B. (1993). Predation and parasitism in a tropical herbivore community. Ecological Entomology, 18, 348-352.
- Mercier, J.-L. (1999) Territorialité et agressivité intra- et interspécifique dans les mosaï ques des fourmis arboricoles. L'Année Biologique, 38, 149-168.
- Mercier, J.L. & Dejean, A. (1996) Ritualized behavior during competition for food between two Formicinae. Insects Sociaux, 43, 17-29.
- Oliveira, P.S. & Brandão, C.R.F. (1991) The ant community associated with extrafloral nectaries in the Brazilian cerrados. In: Art-Plant Interations. Oxford University Press. (Ed. Huxley, CR & Press., DFC-PIOU), Oxford University Press, Oxford.
- Paulson, G.S. & Akre, R.D. (1991) Behavioral interactions among formicid species in the ant mosaic of an organic pear orchard. Pan-Pacific Entomologist, 67, 288-297.
- Péllico Netto, S. & Brena, D. A.(1997) Inventário Florestal. Eds. S. Péllico Netto & D. A. Brena, Curitiba, PR.

- Price, P.W. (1997) Insect Ecology. John Wiley & Sons, Inc, New York.
- Retana, J. & Cerdá, X. (2000) Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia*, 123, 436-444.
- Rosenzweig, M.L. (1995) Species diversity in space and time. Press Syndicate of University of Cambridge, Cambridge, UK.
- Schluter, D. & Ricklefs, R.E. (1993) Species Diversity: An Introduction to the Problem. In: Species Diversity in Ecological Communities - Historical and Geographical perspectives (Ed. Ricklefs, RE & Schuler, D), 1-11. The University of Chicago Press, Chicago.
- Scolforo, J.R.; DaSilva, S.T. & Lima, J.T. (1993). Equações de biomassa e volume para o cerrado *sensu stricto*. 1º Congresso Florestal Pan-americano e 7º Congresso Florestal Brasileiro, Curitiba, PR, 2, 508-510.
- Siemann, E. (1998) Experimental tests of effects of plant productivity and diversity on grassland arthropod diversity. *Ecology*, 79, 2057-2070.
- Silva-Júnior, M.C. & Felfili, J.M. (1996) A Vegetação da Estação Ecológica de Águas Emendadas. Brasília - DF.
- Silvestre, R. (2000). Estrutura de Comunidades de Formigas do Cerrado. (Tese de Doutorado) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto.
- Soria, S.J.; Delabie J.H.C.; Moraes, J.E.V. & Encarnação, A.M. (1996). Survey of ants (Hymenoptera: Formicidae) associated to *Eurhizococcus brasiliensis* (Homoptera: Margarodidae) in root system of grape vine *Vitis* sp. in southern Brazil, Proceedings of the 20th International Congress of Entomology, Firenze, Italy, abstract p. 550.
- Strong, D.R., Lawton, J.H. & Southwood, S.R. (1984) Insects on Plants: Community Patterns and Mechanisms. Harvard University Press, Massachusetts.
- Tilman, D. & Pacala, S. (1993) The Maintenance of Species Richness in Plant Communities. In: Species Diversity in Ecological Communities - Historical and Geographical perspectives (Ed. Ricklefs, RE & Schuler, D), 13-25. The University of Chicago Press, Chicago.

COMUNIDADE DE FORMIGAS ARBORÍCOLAS: COMPETIÇÃO OU ACASO?

Resumo

As comunidades de formigas são tidas como interativas e estruturadas principalmente por competição interespecífica. O objetivo deste trabalho foi verificar se existe alguma evidência de competição entre espécies de formigas arborícolas em cerrado e se esta competição pode ser responsável pela estruturação das comunidades. Para isso, em vez de utilizar índices de associação de espécies duas a duas, foram utilizados modelos nulos de co-ocorrência. As coletas de formigas foram realizadas em 300 árvores, distribuídas dentro de 30 parcelas de 20 x 50 m, na Área de Proteção Ambiental (APA) Gama-Cabeça-de-Veados-DF. As análises nos modelos nulos de co-ocorrência foram feitas em duas escalas: parcela e árvore. A análise das comunidades de formigas da parcela indicou que as espécies destas comunidades ocorrem independentemente umas das outras, podendo sugerir que a parcela não representa a unidade espacial que as formigas utilizam como território. A análise de modelos nulos das comunidades de formigas em árvores detectou que estas são estruturadas por fatores biológicos. O padrão obtido pode estar relacionado a três processos: históricos ou filogenéticos, especialização das formigas quanto ao habitat e competição interespecífica. A constatação, em um trabalho anterior, de que a quantidade de recursos para formigas arborícolas em cerrado pode ser limitante pode indicar que a competição seja força estruturadora dessas comunidades.

Introdução

As comunidades de formigas são tidas como interativas e estruturadas principalmente por competição interespecífica (Hölldobler & Wilson 1990). Normalmente,

esta competição se dá por interferência, na qual uma espécie afeta outra diretamente através de comportamentos de luta (Schoener 1983; Perfecto 1994). Esses comportamentos são observados durante a defesa de locais de nidificação e áreas de forrageamento (Hölldobler & Wilson 1990), que são recursos freqüentemente limitantes para as formigas.

Quais as consequências da competição interespecífica para a organização da comunidade?

Inúmeros estudos do impacto da competição sobre a comunidade de formigas citam a existência de hierarquias de dominância entre as espécies, nas quais algumas deslocam outras de seus territórios (Leston 1973; Room 1975; Taylor 1977; Jackson 1984; Majer & Camer-Pesci 1991; Paulson & Akre 1991; Majer 1993; Adams 1994; Majer et al. 1994; De Medeiros et al. 1995a, 1995b; Mercier 1999).

No mais alto nível dessa hierarquia estão as espécies dominantes, as quais apresentam territórios mutuamente exclusivos, podendo coexistir com outras espécies não-dominantes que sejam capazes de evitar a interferência durante o forrageamento. A dominância em formigas pode ter dois componentes: um comportamental e outro ecológico. A dominância comportamental se refere ao acesso aos recursos resultante de um comportamento agressivo, enquanto uma espécie que exerce a dominância ecológica monopoliza os recursos onde estes ocorrem, através da sua superioridade numérica (Cerdá et al. 1997).

Devido a essas características, as espécies dominantes são o núcleo de uma comunidade local, afetando a composição e abundância de outras espécies, tanto em ambientes naturais (Majer & Camer-Pesci 1991; Majer 1993) quanto em áreas cultivadas (Leston 1973; Majer & Camer-Pesci 1991; Paulson & Akre 1991; Majer 1993; Majer et al. 1994; De Medeiros et al. 1995a, 1995b), resultando em um mosaico de formigas.

O mosaico de formigas é formado de áreas territoriais bem definidas de espécies dominantes, e cada espécie dominante tem uma mancha de território dentro do mosaico. Assim, o mosaico é uma partição do espaço entre espécies que competem. Contudo, diferentes mecanismos podem levar ao mesmo padrão (Wisheu 1998). Uma associação negativa poderá significar que duas espécies excluem uma à outra através da competição, ou que elas têm diferentes necessidades ou preferências quanto ao habitat (Begon et al. 1996). A não co-ocorrência de espécies dominantes pode estar relacionada com diferenças na preferência alimentar, locais de nidificação ou fatores abióticos, que

estariam distribuídos em manchas no ambiente, provocando também a formação de mosaicos. Por exemplo, no Mediterrâneo, as comunidades de formigas não são influenciadas pela competição interespecífica, pois espécies potencialmente dominantes possuem tolerâncias diferentes à temperatura do solo. A comunidade de formigas é, então, estruturada pelas variações na temperatura do solo (Retana & Cerdá 2000). No sudeste da Austrália, a organização da comunidade é também influenciada pelo clima (Andersen 1986). Em florestas do Panamá, as comunidades de formigas arborícolas são organizadas em função da diversidade de habitats que são encontrados em cada copa (Tobin 1997).

Por outro lado, a divisão espacial de um mosaico em manchas não é a única distribuição possível para espécies de formigas em uma comunidade. Espécies dominantes podem utilizar o mesmo espaço em tempos diferentes, como em períodos diferentes do dia, devido a diferentes tolerâncias ao calor (Cerdá et al. 1997), ou como uma maneira de evitar o confronto (Mercier & Dejean 1996). Nesses casos, as manchas territoriais não se formariam ou, em certos períodos do dia, não seriam bem definidas, o que possibilitaria a coexistência local de várias espécies. Da mesma maneira, uma grande disponibilidade de recursos pode também afetar a distribuição das espécies em manchas de um mosaico: a defesa só será selecionada se o custo da defesa for inferior ao benefício de possuir uma mancha territorial (Hölldobler & Wilson 1990; Mercier 1999).

Embora existam evidências diretas de que a competição ocorra na natureza (Schoener 1983; Mercier & Dejean 1996; Connor & Simberloff 1983), a inferência de que ela é responsável pela estruturação de comunidade de formigas é baseada em evidências indiretas. Estudos até hoje realizados com comunidade de formigas analisam a existência de competição comparando-se, duas a duas, as espécies dominantes, procurando associações negativas entre elas. Essas associações, como já foi dito, podem ser geradas por mecanismos outros que a competição. Restringir a análise a algumas espécies pode ser problemático, já que a determinação *a priori* de quais espécies são competidoras em potencial é uma tarefa difícil (Connor & Simberloff 1983) e arbitrária. Isso requereria, por exemplo, dados sobre como cada espécie utiliza os diferentes recursos e a possibilidade de ocorrência das duas espécies em uma mesma área. Assim, para determinar uma correta probabilidade de ocorrência de um padrão em uma comunidade, deve-se examinar a fauna como um todo.

Connor (1979), questionando as regras de assembléia propostas por Diamond em 1975, utilizou o modelo nulo para mostrar que reduzida não co-ocorrência entre pares de espécies pode ser fruto do acaso. Do mesmo modo, uma hipótese ainda não testada para comunidades de formigas seria a de que a sua organização poderia acontecer devido a processos estocásticos, isto é, as espécies estariam distribuídas independentemente umas das outras (Connor 1979).

O modelo nulo é usado para aleatorizar a ocorrência de espécies e comparar os padrões obtidos da comunidade aleatorizada com a comunidade real (Connor 1979; Gotelli & Entsminger 1999). A hipótese nula, neste caso, seria de que as espécies estariam distribuídas independentemente umas das outras, enquanto a hipótese alternativa seria de que a ocorrência de espécies reflete a importância de processos biológicos (Gotelli & Entsminger 1999).

Rejeitar a hipótese nula, no entanto, não significa que a comunidade seja estruturada pela competição. Existem pelo menos duas explicações alternativas para esse mesmo padrão de não co-ocorrência de espécies (Gotelli & Entsminger 1999): espécies que utilizam recursos que estão distribuídos em manchas poderão apresentar um padrão de menor co-ocorrência sem nunca terem interagido; e processos históricos ou filogenéticos, como uma recente especiação alopátrica sem subsequente reinvasão, também poderão gerar um padrão de menor co-ocorrência (Connor 1979).

O objetivo deste trabalho foi verificar se existe alguma evidência de competição entre espécies de formigas em cerrado e se esta competição pode ser responsável pela estruturação das comunidades, sem utilizar índices de associação de espécies duas a duas e sim modelos nulos de co-ocorrência.

Material e Métodos

Descrição das áreas de coleta

As áreas de coleta estão inseridas na Área de Proteção Ambiental (APA) Gama-Cabeça-de-Veados, a cerca de 30 km do centro de Brasília – DF (de 15° 55' S até 15° 57' S e 47° 55' W até 47° 57' W). A APA engloba três áreas de preservação do bioma cerrado, que são: Fazenda Água Limpa, de propriedade da Universidade de Brasília (FAL – UnB), Jardim Botânico de Brasília (JBB) e Reserva Ecológica do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (RECOR – IBGE). A área total protegida

é um contínuo formado por estas três reservas, com cerca de 10.000 ha (Figura 1A). Estas áreas estão a uma altitude de aproximadamente 1.100 m. O clima da região é do tipo Aw na classificação de Köppen, com precipitação média anual de 1.500 mm e duas estações climáticas bem definidas.

Em cada uma das áreas de preservação (FAL-UnB, JBB e RECOR-IBGE) foram lançadas 10 parcelas de 20 m x 50 m, distanciadas entre si de 100 metros.

A comunidade de formigas

As formigas arborícolas foram coletadas nessas 30 parcelas. As coletas foram feitas usando-se duas técnicas de coleta: armadilha do tipo *pitfall*, utilizando sardinha como isca, e coleta manual nos troncos das árvores.

Em cada parcela foram colocados 10 pontos de coleta. A Figura 2A exemplifica a disposição desses pontos. Cada ponto de coleta foi composto por uma armadilha do tipo *pitfall* amarrada no tronco de uma árvore e uma coleta manual das formigas arborícolas. Quando não havia árvores nos locais determinados como ponto amostral, foi escolhida a árvore mais próxima para coleta manual e colocação do *pitfall*. A coleta manual consistiu em recolher durante 10 minutos todas as formigas encontradas na árvore, o que foi feito com pinças e aspirador bucal.

Os *pitfalls* com isca foram colocados logo após a coleta manual. Como *pitfall* foi utilizado um recipiente plástico com cerca de 10 cm de diâmetro e 15 cm de profundidade. No centro do recipiente foi colocado um porta-isca e, dentro deste, um copo plástico (copo de café) com isca de sardinha (Figura 3A). Para impedir o acesso das formigas à isca e para coletá-las, foi colocada uma mistura de água com detergente ao redor do copo plástico. Essas armadilhas foram deixadas por 48 horas.

Os espécimes de formigas coletados foram identificados em nível genérico com o auxílio de chaves taxonômicas (Hölldobler & Wilson 1990; Bolton 1994) e separados em espécies, sempre que possível, com a ajuda do Prof. Jacques Delabie, curador da coleção de Formicidae do Laboratório de Mirmecologia da CEPLAC. Quando não foi possível a identificação em nível de espécies, estas foram separadas de acordo com a sua morfologia externa. Os espécimes coletados foram depositados no Museu de Zoologia, na CEPLAC, na coleção de referência do Setor de Ecologia – DBG e na coleção de referência de Mireille Pic.

Análise dos dados

Para realizar as análises, a distribuição de espécies foi representada como matrizes binárias (0-1), na qual cada coluna representava um local de ocorrência da espécie e cada linha uma espécie. A presença da espécie em um local foi indicada por 1, e a ausência, por 0. Em uma primeira análise, o 'local' foi a parcela (um total de 30), e em uma segunda análise o 'local' foi cada ponto de coleta, ou seja, 299 árvores. Em uma das árvores não foi realizada a coleta.

Para investigar se a comunidade de formigas arborícolas é estruturada por algum processo biológico e não simplesmente pelo acaso, foi utilizado o programa ECOSIM (Gotelli & Entsminger 1999). Este programa aleatoriza a matriz de co-ocorrência das espécies, calculando um índice de co-ocorrência para cada matriz aleatorizada. Com isso, cria-se uma distribuição de frequências dos índices aleatorizados, que é comparada com o índice calculado para a matriz real. Se este índice pertencer à distribuição, então aceita-se a hipótese nula, de que a co-ocorrência entre espécies poderia ter sido gerada ao acaso. Se for observada uma co-ocorrência menor do que o esperado pelo acaso, rejeita-se a hipótese nula deste estudo e ter-se-á uma comunidade de formigas estruturada por processos biológicos.

O programa oferece diversos índices de co-ocorrência. O índice *C-Score* foi o escolhido, por ser superior aos outros propostos, nas propriedades dos erros tipo I e tipo II (Gotelli & Entsminger 1999). Este índice mede a tendência das espécies de não ocorrerem juntas e é quantificado entre todos os pares de espécies nas comunidades.

Nessa análise foi mantido o somatório de linhas e colunas, isto é, considerando que algumas espécies são restritas a poucos ambientes e outras são amplamente distribuídas, optou-se por manter o número de ocorrência de cada espécie nas comunidades nulas igual aos da comunidade real (somatório de linhas). Do mesmo modo, alguns ambientes suportam mais espécies que outros; por isso, optou-se também por estabelecer que o número de espécies em cada local nas comunidades nulas deverá ser o mesmo que na matriz real (somatório de colunas).

Resultados

Foram encontradas 64 espécies de formigas, pertencentes a 6 subfamílias e 22 gêneros. As espécies *Camponotus (Myrmophaenus) genatus*, *C. (Tanaemyrmex) sp. gp. punctulatus* e *C. (Myrmobrachys) crassus* foram as mais frequentes, ocorrendo em todas

as parcelas e em 54,5, 34,1 e 31,1% das árvores amostradas, respectivamente (Tabela 1A).

Na FAL foram coletadas um total de 37 espécies, no IBGE, 47, e no JBB, 43 espécies de formigas arborícolas. Do total de espécies de formigas encontradas, 23 ocorrem tanto nas parcelas da FAL quanto do IBGE e JBB. Trinta e uma espécies são comuns às áreas do IBGE e JBB, 30 são comuns às áreas da FAL e do IBGE e 25 são encontradas tanto no JBB quanto na FAL (Tabela 1).

A moda encontrada para o número de espécies de formigas por árvore foi de quatro espécies e coincidiu com a média. Em 10 árvores foi coletada apenas uma espécie de formiga: *Cephalotes minutus* (3 árvores), *Camponotus (Myrmophaenus) genatus* (3), *Azteca instabilis* (1), *Cephalotes depressus* (1), *Cephalotes atratus* (1) e *Cephalotes betoi* (1).

Tabela 1 – Ocorrência das espécies de formigas nas três áreas de preservação pertencentes à APA Gama-Cabeça-de-Veado: FAL (Fazenda Água Limpa), JBB (Jardim Botânico de Brasília) e IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística)

Subfamília	Espécie	Ocorrência (0/1) *		
		FAL	IBGE	JBB
Dolichoderinae	<i>Azteca instabilis</i> (F. Smith, 1862)	1	1	1
	<i>Dolichoderus lamellosus</i> (Mayr, 1870)	0	0	1
	<i>Linepithema</i> sp.1	0	0	1
Ecitoninae	<i>Labidus praedator</i> (F. Smith, 1858)	1	1	0
	<i>Neivamyrmex orthonotus</i> (Borgmeier, 1933)	0	1	0
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i> sp.1	1	1	1
	<i>Brachymyrmex</i> sp.2	0	1	1
	<i>Camponotus (Myrmobrachys) arboreus</i> (F. Smith, 1858)	0	1	0
	<i>Camponotus (Myrmobrachys) crassus</i> Mayr, 1862	1	1	1
	<i>Camponotus (Myrmobrachys) godmani</i> Forel, 1899	1	1	0
	<i>Camponotus (Myrmobrachys)</i> sp.1	1	0	0
	<i>Camponotus (Myrmophaenus) genatus</i> Santschi, 1922	1	1	1
	<i>Camponotus (Myrmophaenus)</i> sp.1	0	0	1
	<i>Camponotus (Myrmophaenus)</i> sp.2 prox. <i>blandus</i>	0	0	1
	<i>Camponotus (Myrmothrix) atriceps</i> (F. Smith, 1858)	1	1	1
	<i>Camponotus (Myrmothrix) cingulatus</i> Mayr, 1862	1	0	1
	<i>Camponotus (Myrmothrix) rufipes</i> (Fabricius, 1775)	1	1	0
	<i>Camponotus (Myrmothrix)</i> sp.1	0	1	1
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex) balzani</i> Emery, 1894	0	1	1
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex) melanoticus</i> Emery 1864	1	1	1
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp.1	0	1	0
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp. gp. <i>punctulatus</i>	1	1	1
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex) vitattus</i> Forel, 1940	1	1	1
	<i>Myrmelachista</i> sp.1	0	1	0
	<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	1	0	0

Continua...

Tabela 1, Cont.

Subfamília	Espécie	Ocorrência (0/1) *		
		FAL	IBGE	JBB
Myrmicinae	<i>Atta sexdens rubropilosa</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	1
	<i>Cephalotes adolphi</i> (Emery, 1906)	1	1	0
	<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)	0	1	0
	<i>Cephalotes betoi</i>	1	1	1
	<i>Cephalotes depressus</i> (Klug, 1824)	1	1	1
	<i>Cephalotes frigidus</i> (Kempf, 1960)	1	1	1
	<i>Cephalotes grandinosus</i> (F. Smith, 1860)	1	1	1
	<i>Cephalotes minutus</i> (Fabricius, 1804)	1	1	1
	<i>Cephalotes simillimus</i> (Kempf, 1951)	0	1	0
	<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.1 gp. <i>quadriformis</i>	1	1	1
	<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.2 gp. <i>quadriformis</i>	1	1	1
	<i>Leptothorax (Nesomyrmex)</i> <i>spininodis</i> Mayr, 1887	1	1	1
	<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	1	0	1
	<i>Pheidole fallax</i> Mayr, 1870	0	0	1
	<i>Pheidole</i> sp.1	1	1	1
	<i>Pheidole</i> sp.2	0	0	1
	<i>Pheidole</i> sp.3	0	0	1
	<i>Pheidole</i> sp.4	1	0	0
	<i>Pheidole suzanae</i> Forel, 1886	0	0	1
	<i>Solenopsis (Diplorhoptum)</i> sp.1	1	1	1
	<i>Solenopsis substituta</i> Santschi, 1925	0	0	1
	<i>Trachymyrmex</i> sp.1	0	1	0
	<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	1	1	0
	<i>Wasmannia</i> sp. <i>prox. rochai</i>	1	1	1
Ponerinae	<i>Dinoponera australis</i> Emery, 1901	0	0	1
	<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	1	0	0
	<i>Pachycondyla restrata</i>	1	1	0
	<i>Pachycondyla villosa</i> (Fabricius, 1804)	1	1	1
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex cubaensis</i> Forel, 1901	0	1	1
	<i>Pseudomyrmex elongatus</i> Mayr, 1870	0	1	1
	<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	1	1	1
	<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i> Emery, 1890	1	1	0
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.1 gp. <i>Pallidus</i>	0	1	0
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.2 gp. <i>Pallidus</i>	1	1	1
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.3 gp. <i>Pallidus</i>	1	0	0
	<i>Pseudomyrmex tenuissimus</i> Emery, 1906	0	1	1
	<i>Pseudomyrmex unicolor</i> F. Smith, 1855	1	1	1
	<i>Pseudomyrmex urbanus</i> F. Smith, 1877	0	1	1
Indeterminada	indeterminada 1	0	1	0
Total		37	47	43

* 0: ausência da espécie, 1: presença da espécie.

A Figura 1 mostra que a hipótese nula foi aceita na análise da comunidade de formigas nas parcelas ($p = 0,28$). Por outro lado, quando foi feita a análise da comunidade de formigas nas árvores, rejeitou-se a hipótese nula, isto é, a co-ocorrência foi maior do que o esperado pelo acaso ($p < 0,001$) (Figura 2).

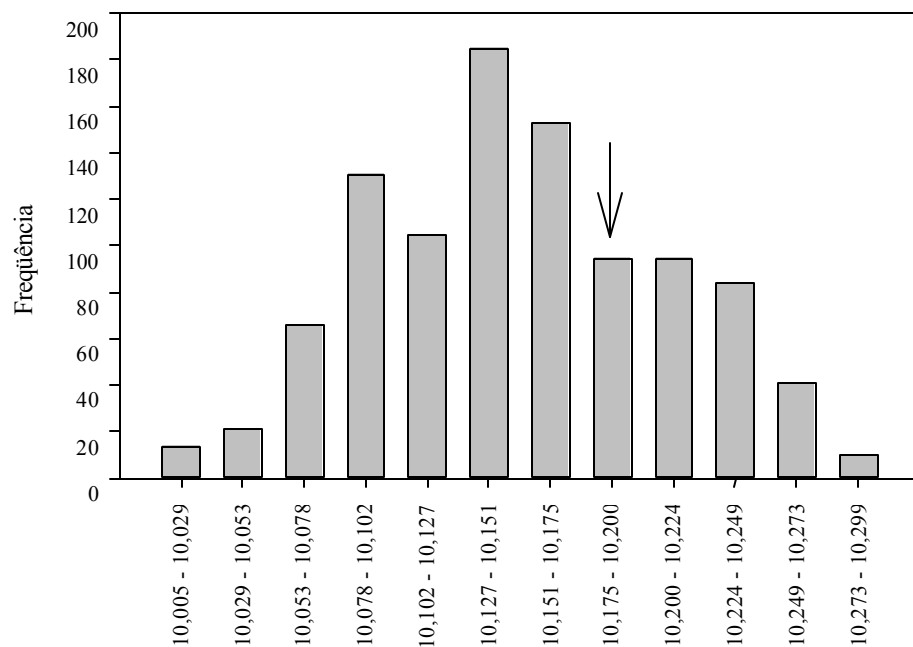


Figura 1 – Distribuição das simulações feitas para análise de co-ocorrência nas 30 parcelas. Índice C-score, apontado pela seta, para a comunidade real: 10,189 ($p=0,28$).

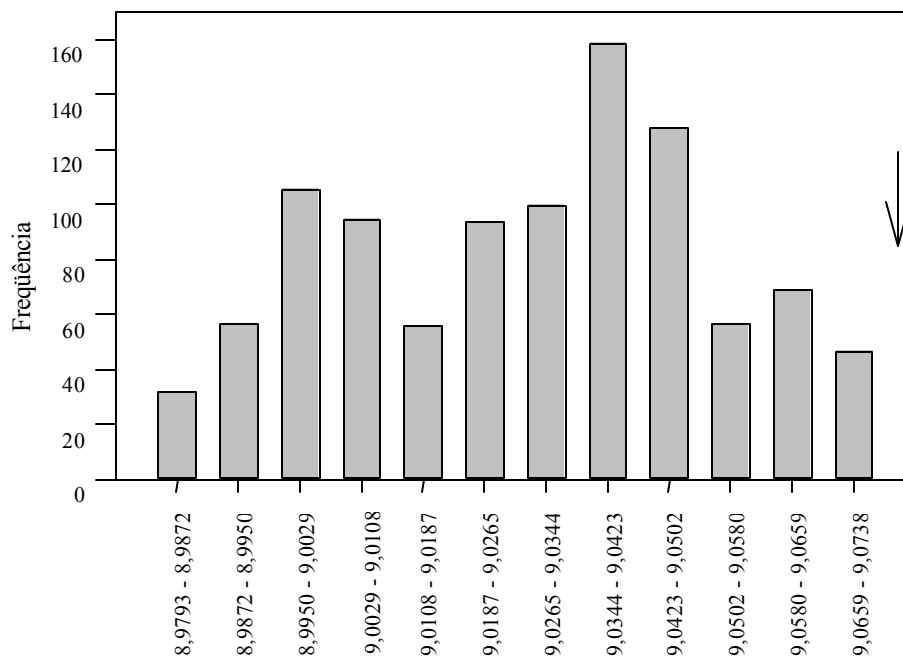


Figura 2 – Distribuição das simulações feitas para análise de co-ocorrência nas 299 árvores. Índice C-score, apontado pela seta, para a comunidade real: 9,155 ($p<0,001$).

Discussão

Nas parcelas, as espécies ocorrem independentemente umas das outras. Para explicar esse padrão, são sugeridas duas hipóteses:

1. A comunidade de formigas da parcela não é estruturada por processos biológicos.
2. A parcela não é uma unidade espacial adequada para estudo desses processos.

Para que a primeira hipótese seja aceita, é preciso supor que as formigas arborícolas sejam generalistas quanto ao habitat e quanto aos recursos, e que estes não sejam limitantes. Se as formigas forem generalistas, mesmo que os recursos e habitats estejam em manchas, isso não afetará a sua ocorrência. Se os recursos forem abundantes, a competição interespecífica será pouco importante ou inexistente. No artigo anterior, observou-se que a diversidade de plantas e a heterogeneidade do habitat não são limitantes para a diversidade de formigas, sugerindo que estas podem ser generalistas quanto ao habitat e quanto aos recursos. Entretanto, no mesmo estudo, observou-se que o volume da vegetação afetou a riqueza das comunidades de formigas. Considerando que o volume pode ser uma medida indireta da quantidade de recursos, seria esperado então que nessas comunidades a competição fosse uma importante força estruturadora.

A segunda hipótese trata da unidade espacial utilizada: a parcela. Uma comunidade ecológica tem como definição geral um conjunto de espécies que vivem junto e interagem. Em áreas muito extensas, pode-se estar amostrando mais de uma comunidade e será, portanto, impossível pensar em qualquer tipo de interação entre duas espécies que ocorrem distantes uma da outra. A parcela pode não representar a unidade espacial que as formigas utilizam como território. Os trabalhos realizados em áreas agrícolas sugerem que a comunidade de formigas arborícolas está organizada em mosaicos de espécies, que ocupam áreas com grande número de árvores contíguas (Majer 1993; Majer et al., 1994; De Medeiros et al. 1995a; 1995b). No entanto, em áreas naturais ou em antigos plantios, os territórios de formigas arborícolas são menores e pouco definidos e não ocupam árvores contíguas (Majer & Camer-Pesci 1991; Majer 1993). Dessa maneira, uma amostra de formigas em uma área, sem considerar cada árvore individualmente, pode amostrar, por exemplo, ou uma grande mancha do mosaico com uma espécie ou parte de várias manchas, onde cada espécie estará ocupando o seu território sem sobreposição com outra espécie. Neste caso, não será possível perceber a existência de um mosaico de territórios de formigas.

Então, ao se escolher a parcela como unidade amostral, não se perceberia a ocorrência de mosaico e pode-se inferir que a escala correta para analisar processos biológicos em comunidades de formigas arborícolas deve ser menor que a utilizada.

Na análise das comunidades de formigas em árvores, rejeitou-se a hipótese nula. Esse padrão obtido para essas comunidades de formigas arborícolas poderia ser gerado pelos seguintes processos (Gotelli & Entsminger 1999):

1. Processos históricos ou filogenéticos.
2. Especialização das formigas quanto ao habitat, o qual ocorre em manchas.
3. Competição interespecífica.

A hipótese 1 trata de processos históricos e filogenéticos. Pearson & Juliano (1993) definem processos históricos como “integração de eventos sobre um longo período de tempo que resulta na acumulação de caracteres herdados de espécies os quais afetam a co-ocorrência e a diversidade”. Para examinar uma comunidade através de processos históricos ou filogenéticos, é necessário ter informações sobre as origens das espécies nas comunidades e as origens dos caracteres que envolvem as interações entre espécies. Estes estudos devem ser feitos em grandes escalas espaciais e temporais, sobre as quais relevantes padrões evolutivos e filogenéticos são manifestados (Brooks & McLennan 1993). As áreas estudadas são contíguas e todas fazem parte da mesma província biogeográfica, onde não há barreiras físicas, podendo então haver migrações entre áreas. Outra evidência para supor que processos filogenéticos ou históricos não são responsáveis pelo padrão obtido é o número de espécies comuns às três áreas, isto é, 62, 53 e 49 % das espécies que ocorrem, respectivamente, na FAL, no JBB e no IBGE são comuns às três áreas.

Para que a segunda hipótese seja aceita, além de as formigas serem especialistas quanto ao habitat, é preciso que este ocorra em manchas. Essas manchas ocorrem devido a diferentes condições abióticas e bióticas, como temperaturas, umidade e quantidade de recursos. Retana & Cerdá (2000), estudando formigas no Mediterrâneo, observaram que certas espécies preferem locais mais sombreados, enquanto outras, locais com maior insolação. A vegetação do cerrado, por exemplo, possui espécies com copas mais densas (*Ouratea hexasperma*) e outras mais abertas (*Sclerolobium paniculatum*), que permitem diferentes níveis de insolação e conseqüente especialização. Embora não existam dados que permitam avaliar precisamente o grau de especialização das formigas arborícolas, espécies como *Camponotus crassus*, *C. melanoticus*, *C. rufipes*, *C. blandus*, *Azteca instabilis* e *Pseudomyrmex gracilis* e o grupo das

Cephalotineas (Silvestre 2000) presentes na coleta são freqüentemente observados apresentando comportamento alimentar generalista. As medidas indiretas de heterogeneidade de habitat e de diversidade de recursos, realizadas no artigo anterior, não influenciaram a diversidade de formigas arborícolas, sugerindo que estas são generalistas quanto ao habitat e aos recursos.

A hipótese 3 é bastante atraente, pelo fato de a competição interespecífica ser freqüentemente levantada como um importante mecanismo estruturador das comunidades de formigas (Leston 1973; Room 1975; Taylor 1977; Paulson & Akre 1991; Majer 1993; Majer 1994; De Medeiros et al. 1995a; De Medeiros et al. 1995b). A competição interespecífica só poderá ser importante em locais onde os recursos são escassos ou limitantes. Os principais recursos para formiga são locais de nidificação e o alimento (Hölldobler & Wilson 1990). No artigo anterior, viu-se que o volume da vegetação arbórea afetou a diversidade de formigas em uma parcela. Julgando que o volume da vegetação pode significar quantidade de recursos, uma vez que, quanto maior o volume, mais alimento e locais para nidificação devem existir, pode-se inferir que os recursos foram limitantes.

Os dados obtidos neste trabalho fornecem indicações de que o processo biológico envolvido na menor co-ocorrência de espécies é a competição interespecífica. Estudos complementares devem ser realizados para detectar qual pode ser o processo envolvido na estruturação de comunidades de formigas arborícolas.

Referências

- Adams, E.S. (1994) Territory defense by the ant *Azteca trigona*: maintenance of an arboreal ant mosaic. *Oecologia*, 97, 202-208.
- Andersen, A.N. (1986) Patterns of ant community organization in mesic southeastern Australia. *Australian Journal of Ecology*, 11, 87-97.
- Begon, M., Harper, C.R. & Townsend, C.R. (1996) *Ecology, individuals, populations and communities*. Blackwell Science Ltd., Cambridge, MA.
- Bolton, B. (1994) *Identification guide to the ant genera of the world*. Harvard University Press., Cambridge.
- Brooks, D.R. & McLennan, D.A. (1993) Historical Ecology: Examining Phylogenetic Components of Community Evolution. In: *Species Diversity in Ecological Communities: Historical and Geographical Perspectives* (Ed. Ricklefs, R.E. & Schuler, D.), 267-280. The University of Chicago Press, Chicago.

- Cerdá, X., Retana, J. & Cros, S. (1997) Thermal disruption of transitive hierarchies in Mediterranean ant communities. *Journal of Animal Ecology*, 66, 363-374.
- Connor, E.F. (1979) The Assembly of Species Communities: Chance or Competition? *Ecology*, 60, 1132-1140.
- Connor, E.F. & Simberloff, D. (1983) Interspecific competition and species co-occurrence patterns on islands: null models and the evaluation of evidence. *Oikos*, 41, 455-465.
- De Medeiros, M.A., Fowler, H.G. & Bueno, O.C. (1995a) Ant (Hym., Formicidae) mosaic stability in Bahian cocoa plantations: implications for management. *J. Appl. Ent.*, 119, 411-414.
- De Medeiros, M.A., Fowler, H.G. & Delabie, J.H.C. (1995b) O mosaico de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em cacauais do sul da Bahia. *Científica São Paulo*, 23, 291-300.
- Gotelli, N.F. & Entsminger, G.L. (1999) EcoSim: Null models software for ecology (Version 4.0). Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>.
- Hölldobler, B. & Wilson, E.O. (1990) The ants. New York: Harvard University Press.
- Jackson, D.A. (1984) Ant distribution patterns in a Cameroonian cocoa plantation: investigation of the ant mosaic hypothesis. *Oecologia*, 62, 318-324.
- Leston, D. (1973) The ant mosaic - tropical tree crops and the limiting of pests and diseases. *PANS*, 19, 311-341.
- Majer, J.D. (1993) Comparison of the Arboreal Ant Mosaic in Ghana, Brazil, Papua New Guinea and Australia - its Structure and Influence on Arthropod Diversity. In: *Hymenoptera and Biodiversity* (Ed. Salle, J.L. & Gauld, I.D.), 115-141. Cab International, Wallingford, UK.
- Majer, J.D. & Camer-Pesci, P. (1991) Ant Species in Tropical Australian Tree Crops and Native Ecosystems - Is There a Mosaic? *Biotropica*, 23, 173-181.
- Majer, J.D., Delabie J.H.C. & Smith M.R.B. (1994) Arboreal ant community patterns in Brazilian cocoa farms. *Biotropica*, 26, 73-83.
- Mercier, J.-L. (1999) Territorialité et agressivité intra- et interspécifique dans les mosaï ques des fourmis arboricoles. *L'Année Biologique*, 38, 149-168.
- Mercier, J.L. & Dejean, A. (1996) Ritualized behavior during competition for food between two Formicinae. *Insects Sociaux*, 43, 17-29.

- Paulson, G.S. & Akre, R.D. (1991) Behavioral interactions among formicid species in the ant mosaic of an organic pear orchard. *Pan-Pacific Entomologist*, 67, 288-297.
- Pearson, D.L. & Juliano, S.A. (1993) Evidence for the Influence of Historical Processes in Co-occurrence and Diversity of Tiger Beetle Species. In: *Species Diversity in Ecological Communities - Historical and Geographical perspectives* (Ed. Ricklefs, R.E. & Schuler, D.), 194-202. The University of Chicago Press, Chicago.
- Perfecto, I. (1994) Foraging behavior as a determinant of asymmetric competitive interaction between two ant species in a tropical agroecosystem. *Oecologia*, 98, 184-192.
- Retana, J. & Cerdá, X. (2000) Patterns of diversity and composition of Mediterranean ground ant communities tracking spatial and temporal variability in the thermal environment. *Oecologia*, 123, 436-444.
- Room, P.M. (1975) Diversity and Organization of the Ground Foraging Ant Faunas of Forest, Grassland and Tree Crops in Papua New Guinea. *Aust. J. Zool.*, 23, 71-89.
- Schoener, T.W. (1983) Field experiments on interspecific competition. *The American Naturalist*, 122, 240-285.
- Silvestre, R. (2000). *Estrutura de Comunidades de Formigas do Cerrado*. (Tese de doutorado) Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras, Universidade de São Paulo (USP), Ribeirão Preto
- Taylor, B. (1977) The ant mosaic on cocoa and other tree crops in Western Nigeria. *Ecological Entomology*, 2, 245-255.
- Tobin, J.E. (1997) Competition and Coexistence of Ants in a Small Patch of Rainforest Canopy in Peruvian Amazonia. *J. New York Entomol. Soc.*, 105, 105-112.
- Wisheu, I.C. (1998) How organisms partition habitats: different types of community organization can produce identical patterns. *Oikos*, 83, 246-258.

2. CONCLUSÕES

1. A riqueza de espécies de formigas arborícolas no cerrado *sensu stricto* do Distrito Federal não varia com o aumento da riqueza de espécies vegetais arbóreas.
2. A riqueza de espécies de formigas arborícolas não varia com uma maior heterogeneidade do habitat. O habitat é homogêneo para as espécies de formigas.
3. A riqueza de espécies de formigas arborícolas está relacionada positivamente com o volume das árvores.
4. O aumento na riqueza de espécies com o volume pode ser devido a um aumento na quantidade de recursos disponíveis. Logo, os recursos podem ser limitantes.
5. Parcelas de 20 x 50 m são unidades amostrais inadequadas para avaliação de co-ocorrência de espécies em comunidades de formigas arborícolas.
6. As comunidades de formigas em árvores são estruturadas por processos biológicos.
7. O processo biológico envolvido na estruturação das comunidades de formigas pode ser a competição interespecífica.

APÊNDICE

Tabela 1A – Espécies de formigas capturadas manualmente e com armadilhas em 30 parcelas no cerrado *sensu stricto* no período de janeiro a março de 2000, em Brasília -DF, e suas respectivas frequências

Subfamília	Espécie	Frequência (%)	
		Planta	Parcela
Dolichoderinae	<i>Azteca instabilis</i> (F. Smith, 1862)	17,4	63,3
	<i>Dolichoderus lamellosus</i> (Mayr, 1870)	0,7	6,7
	<i>Linepithema</i> sp.1	0,3	3,3
Ecitoninae	<i>Labidus praedator</i> (F. Smith, 1858)	1,0	6,7
	<i>Neivamyrmex orthonotus</i> (Borgmeier, 1933)	0,3	3,3
Formicinae	<i>Brachymyrmex</i> sp.1	5,0	30,0
	<i>Brachymyrmex</i> sp.2	1,3	10,0
	<i>Camponotus (Myrmobrachys) arboreus</i> (F. Smith, 1858)	3,3	20,0
	<i>Camponotus (Myrmobrachys) crassus</i> Mayr, 1862	31,1	100,0
	<i>Camponotus (Myrmobrachys) godmani</i> Forel, 1899	1,0	6,7
	<i>Camponotus (Myrmobrachys)</i> sp.1	0,3	3,3
	<i>Camponotus (Myrmophaenus) genatus</i> Santschi, 1922	54,5	100,0
	<i>Camponotus (Myrmophaenus)</i> sp.1	0,3	3,3
	<i>Camponotus (Myrmophaenus)</i> sp.2 prox. <i>blandus</i>	0,3	3,3
	<i>Camponotus (Myrmothrix) atriceps</i> (F. Smith, 1858)	27,1	70,0
	<i>Camponotus (Myrmothrix) cingulatus</i> Mayr, 1862	1,3	13,3
	<i>Camponotus (Myrmothrix) rufipes</i> (Fabricius, 1775)	3,3	16,7
	<i>Camponotus (Myrmothrix)</i> sp.1	1,3	13,3
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex) balzani</i> Emery, 1894	2,0	13,3
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex) melanoticus</i> Emery 1864	25,8	90,0
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp.1	0,3	3,3
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp. gp. <i>punctulatus</i>	34,1	100,0
	<i>Camponotus (Tanaemyrmex) vitattus</i> Forel, 1940	6,0	33,3
	<i>Myrmelachista</i> sp.1	1,0	10,0
	<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)	0,3	3,3
Myrmicinae	<i>Atta sexdens rubropilosa</i> (Linnaeus, 1758)	0,7	6,7
	<i>Cephalotes adolphi</i> (Emery, 1906)	1,0	6,7
	<i>Cephalotes atratus</i> (Linnaeus, 1758)	4,7	13,3
	<i>Cephalotes betoi</i>	22,1	66,7
	<i>Cephalotes depressus</i> (Klug, 1824)	8,7	53,3
	<i>Cephalotes frigidus</i> (Kempf, 1960)	1,0	10,0
	<i>Cephalotes grandinosus</i> (F. Smith, 1860)	12,0	56,7
	<i>Cephalotes minutus</i> (Fabricius, 1804)	25,4	80,0
	<i>Cephalotes simillimus</i> (Kempf, 1951)	0,3	3,3
	<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.1 gp. <i>quadriformis</i>	13,4	50,0
	<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp.2 gp. <i>quadriformis</i>	3,0	30,0
	<i>Leptothorax (Nesomyrmex) spininodis</i> Mayr, 1887	6,7	30,0
	<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	0,7	6,7
	<i>Pheidole fallax</i> Mayr, 1870	0,3	3,3
	<i>Pheidole</i> sp.1	3,7	26,7
	<i>Pheidole</i> sp.2	0,3	3,3
	<i>Pheidole</i> sp.3	0,7	6,7
	<i>Pheidole</i> sp.4	0,3	3,3
	<i>Pheidole suzanae</i> Forel, 1886	2,0	20,0
	<i>Solenopsis (Diplorhoptum)</i> sp.1	19,1	83,3
	<i>Solenopsis substituta</i> Santschi, 1925	0,3	3,3
	<i>Trachymyrmex</i> sp.1	0,3	3,3
	<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	0,7	6,7
	<i>Wasmannia</i> sp. prox. <i>rochai</i>	6,0	43,3

Continua...

Tabela 1A, Cont.

Subfamília	Espécie	Frequência (%)	
		Planta	Parcela
Ponerinae	<i>Dinoponera australis</i> Emery, 1901	0,7	3,3
	<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Olivier, 1792)	0,3	3,3
	<i>Pachycondyla restrata</i>	1,3	6,7
	<i>Pachycondyla villosa</i> (Fabricius, 1804)	11,0	60,0
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex cubaensis</i> Forel, 1901	0,7	6,7
	<i>Pseudomyrmex elongatus</i> Mayr, 1870	0,7	6,7
	<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)	8,4	56,7
	<i>Pseudomyrmex kuenckeli</i> Emery, 1890	0,7	6,7
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.1 gp. <i>Pallidus</i>	0,7	6,7
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.2 gp. <i>Pallidus</i>	2,7	23,3
	<i>Pseudomyrmex</i> sp.3 gp. <i>Pallidus</i>	0,3	3,3
	<i>Pseudomyrmex tenuissimus</i> Emery, 1906	1,7	13,3
	<i>Pseudomyrmex unicolor</i> F. Smith, 1855	11,7	46,7
	<i>Pseudomyrmex urbanus</i> F. Smith, 1877	0,7	6,7
Indeterminada	indeterminada 1		

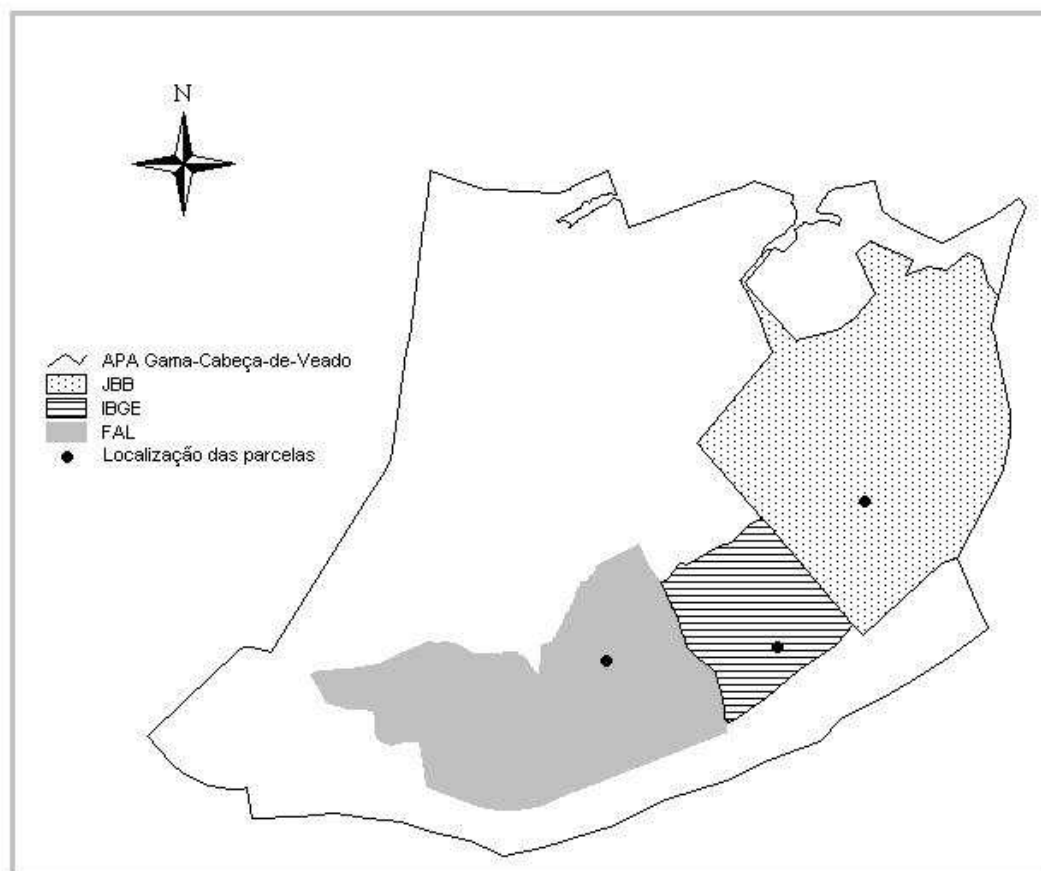


Figura 1A – Mapa de localização das áreas e parcelas.

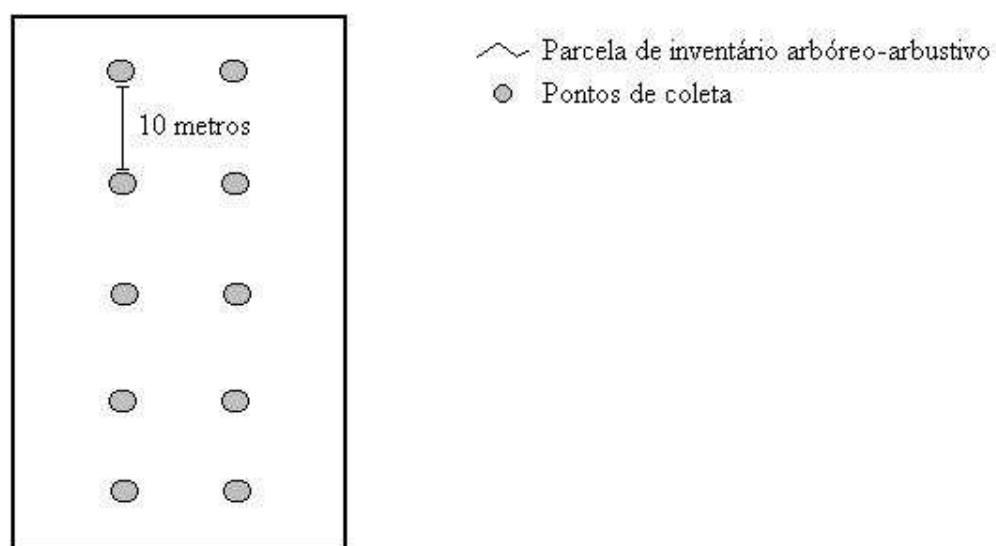


Figura 2A – Localização das armadilhas tipo *pitfall* e coletas manuais dentro da parcela.

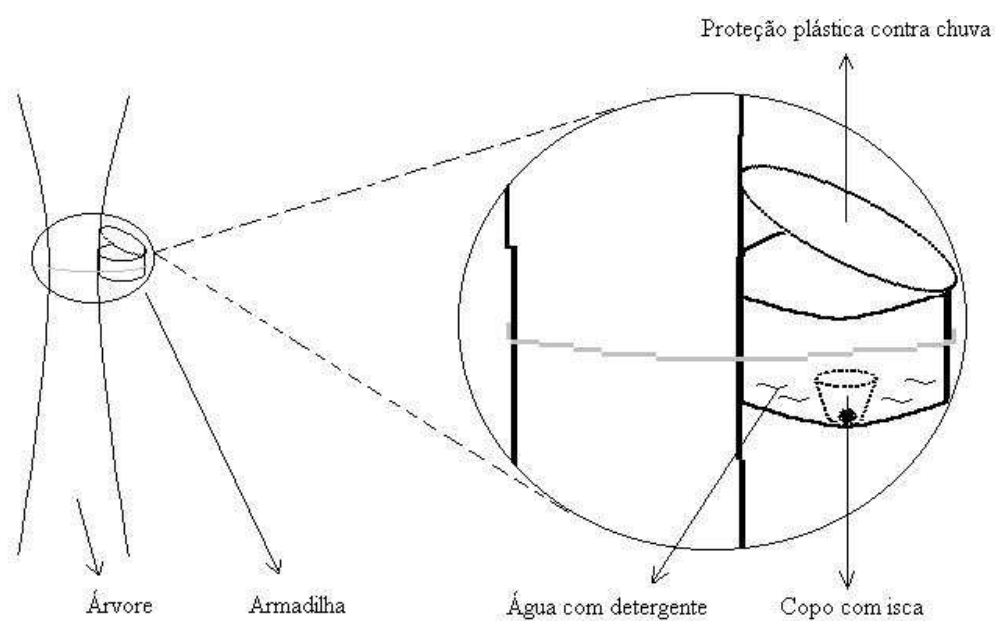


Figura 3A – Armadilha tipo *pitfall* utilizada nas coletas de formigas arborícolas.