

Estratificação vertical de formigas em Cerrado *strictu sensu* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil

Ricardo I. Campos¹, Cauê T. Lopes¹, Wagner C. S. Magalhães² & Heraldo L. Vasconcelos¹

1. Laboratório de Ecologia de Insetos Sociais, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Uberlândia (UFU), Campus Umuarama, Caixa Postal 593, 38400-902 Uberlândia, MG. (ricardoicampos@yahoo.com.br)

2. Laboratório de Biologia, Departamento de Biologia, Centro Universitário de Lavras (UNILAVRAS), Campus Lavras, 37220-000 Lavras, MG.

ABSTRACT. Vertical stratification of ants in savanna vegetation in the Serra de Caldas Novas State Park, Goiás, Brazil.

Formicidae is an abundant group in the soil and is also well distributed in all vegetation strata, representing a good model for studies on vertical stratification of the fauna. The aim of this study was to verify a possible stratification of ant assemblages inhabiting the soil, the lower and the higher vegetation strata. Data was collected in the Serra de Caldas Novas State Park, in an area of Cerrado *strictu sensu*. Ant collection was performed using pitfall traps. A total of 11 traps were placed in the soil, 17 in the lower vegetation stratum (dominated by shrubs and small trees) and 23 in the higher vegetation stratum (dominated by taller, mature trees). Forty-nine species of ants from 15 genera and five subfamilies were collected. Accumulation curves indicated that there is 37.5% more species in the soil than in mature trees and 35% more species in mature trees than in shrubs/young trees. There was not a clear vertical stratification between the soil and the two vegetation strata. Therefore, the species present in the vegetation tended to represent a nested subset of those found in the soil. Even without a clear vertical stratification, the diversity of ants in the cerrado vegetation is high, and part of this diversity appears to be explained by the fact that some species are specialized in nesting and/or foraging in the soil, while others in the vegetation.

KEYWORDS. Ant assemblages, ant-plant interactions, richness, composition, similarity.

RESUMO. Formicidae é um grupo abundante no solo e também largamente distribuído em todos os estratos da vegetação, constituindo-se em um bom modelo biológico para estudos de estratificação vertical. O objetivo geral do trabalho foi determinar os padrões de estratificação da assembléia de formigas em três estratos verticais (solo, estrato arbustivo e estrato arbóreo). Os dados foram coletados no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, em uma área de Cerrado *strictu sensu*. A coleta de formigas foi realizada utilizando-se armadilhas do tipo pitfall. Foram instaladas 11 armadilhas no solo, 17 em plantas do estrato arbustivo e 23 em plantas do estrato arbóreo (uma armadilha por planta). Foi coletado um total de 49 espécies de formigas, pertencentes a 15 gêneros e cinco subfamílias. Através de curvas de acumulação de espécies, pôde-se verificar que existem 37,5% a mais de espécies no solo do que nas árvores e 35% a mais de espécies nas árvores do que nos arbustos. Uma análise de agrupamento indicou uma similaridade mediana entre as espécies de formigas do solo e vegetação (estrato arbustivo e arbóreo). Uma análise de aninhamento demonstrou que as espécies presentes no solo são um subconjunto das espécies presentes nos dois estratos de vegetação. Mesmo sem uma estratificação vertical muito clara, a alta diversidade de formigas encontrada no cerrado pode ser explicada em parte pelo fato de algumas espécies serem especializadas em forragear e/ou nidificar no solo e outras na vegetação.

PALAVRAS-CHAVE. Assembléia de formigas, interação formiga-planta, riqueza, composição, similaridade.

As formigas são o grupo de insetos mais importante do Cerrado em termos de biomassa, número de indivíduos e impacto ecológico (SILVA *et al.*, 2004). Apesar disso, o número de levantamentos de formigas no Cerrado ainda continua insatisfatório (KEMPF, 1978; RIBAS *et al.*, 2003; SILVA *et al.*, 2004). Tal fato se torna mais grave devido ao alto grau de destruição a que esse habitat vem sendo submetido, causada principalmente pela expansão da agricultura extensiva (KLINK & MOREIRA, 2002).

De modo geral, a estratificação vertical pode gerar faunas adaptadas a explorar diferentes tipos de recursos, diminuindo assim a competição e aumentando o número de espécies que podem co-existir em um mesmo local (TOBIN, 1997). Formicidae é um táxon abundante no solo e também largamente distribuído em todos os estratos da vegetação (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), sendo dessa forma um bom modelo biológico para estudos de estratificação vertical (BRÜHL *et al.*, 1998). Para habitats de mata, a fauna de formigas parece estar distribuída em três estratos bem definidos: solo, sub-bosque e dossel (ITINO & YAMANE, 1995; BRÜHL *et al.*, 1998). Em cada um desses estratos, parece existir uma fauna bem

diferenciada, sendo que em um levantamento intensivo na floresta tropical de Borneo (524 espécies amostradas), 75% das espécies foram relacionadas exclusivamente a um determinado estrato (BRÜHL *et al.*, 1998).

O Cerrado *strictu sensu* (RIBEIRO & WALTER, 1998), devido ao aspecto geralmente mais aberto da vegetação, não possui uma clara subdivisão entre estratos verticais, tais como um dossel e sub-bosque numa mata (RIBEIRO, 2003). Apesar disso, fatores como locais de nidificação (alta rugosidade de tronco – OLIVEIRA-FILHO & RATTER, 2002) e recursos alimentares específicos (nectários extraflorais, excretas açucaradas de hemípteros – DEL-CLARO & OLIVEIRA, 2000) podem ser indicativos de uma mirmecofauna altamente adaptada ao forrageio e nidificação em plantas, sendo assim esperada uma baixa similaridade de espécies entre a vegetação e o solo. A partir disso, o objetivo geral do trabalho foi determinar os padrões de estratificação da assembléia de formigas em três estratos verticais (solo, estrato arbustivo e estrato arbóreo) em uma área de Cerrado na Serra de Caldas, Goiás. Em particular, foram testadas as seguintes hipóteses: (1) a riqueza de espécies de formigas é maior

no solo e, em ordem decrescente, no estrato arbóreo e arbustivo; (2) nos estratos de vegetação, existe um efeito positivo do tamanho das plantas sobre a riqueza de formigas, sendo que esse efeito é dependente da presença de nectários extraflorais; (3) existe estratificação vertical (solo, estrato arbustivo e estrato arbóreo) na composição da fauna de formigas.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados foram coletados no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas (PESCAN) que está localizado na região sudeste do estado de Goiás, entre os municípios de Caldas Novas e Rio Quente (17°43'56"S; 48°40'0"O). A área de Cerrado delimitada para o estudo está localizada no platô da Serra de Caldas Novas a 1.090 metros de altitude e fica a aproximadamente 900 metros da sede do parque. Caracterizada por apresentar solo do tipo latossolo vermelho escuro e em relevo plano, a área pode ser considerada uma boa representante da formação savânica mais comum no Brasil Central (Cerrado). Apresenta um estrato herbáceo com predominância de gramíneas e um lenhoso que varia de 3 a 5 metros de altura, com cobertura arbórea de 10 a 60% (EITEN, 1979).

A coleta de formigas foi realizada utilizando-se armadilhas do tipo *pitfall*. Estas foram confeccionadas utilizando-se tubos plásticos (5 cm de diâmetro por 8 cm de altura) contendo água e detergente, usando como atrativo óleo de sardinha comercial que foi passado dentro e na borda dos tubos. Os *pitfalls* de solo foram enterrados, sendo que a borda aberta do tubo ficava exatamente no nível do solo. Já as armadilhas colocadas nos arbustos e nas árvores foram fixadas com fita adesiva, o mais perto possível das copas das plantas. As coletas ocorreram em novembro de 2004, sendo que os *pitfalls* foram recolhidos 48 horas após sua instalação. O material foi triado, montado e identificado até o nível de espécie quando possível. Espécimes testemunhos de cada espécie de formiga foram depositados na coleção de referência do Laboratório de Ecologia de Insetos Sociais (LEIS) da Universidade Federal de Uberlândia.

As armadilhas foram distribuídas aleatoriamente ao longo de um transecto de aproximadamente 1 km, com espaçamento de 20 m entre as armadilhas. Ao todo, foram instaladas 11 armadilhas no solo, 17 no estrato arbustivo e 23 no estrato arbóreo. A diferença no esforço amostral entre os estratos de vegetação foi dependente da densidade de arbustos e árvores ao longo do transecto. As armadilhas de solo foram instaladas a uma distância mínima de 10 metros de qualquer árvore ou arbusto, sendo que, para não afetar a aleatoriedade das amostras, o número de armadilhas de solo ficou reduzido. No estrato arbustivo, as armadilhas foram colocadas em arbustos ou árvores jovens com altura entre 0,5 até 1,5 m. No estrato arbóreo, as armadilhas foram colocadas somente em árvores com uma altura mínima de 5 m. Todas as espécies de plantas foram identificadas em campo por botânico especialista em Cerrado. Foram também medidas a circunferência a 30 cm do solo e a altura total de todas as plantas.

Para comparar o número de espécies de formigas entre os três estratos amostrados (solo, estrato arbustivo,

estrato arbóreo), foram construídas três curvas de acumulação de espécies baseadas no número de espécies observado (GOTELLI & COLWELL, 2001). As curvas foram geradas através do programa EstimateS 7.0 (COLWELL, 2004). Devido à alta correlação entre altura e circunferência basal ($r = 0,84$), o parâmetro altura foi escolhido como representante do tamanho da planta. Para determinar o efeito do tamanho da planta e da presença de nectários extraflorais sobre a riqueza de formigas foi utilizado um modelo de ANCOVA (ZAR, 1999), tendo como variáveis explicativas o tamanho da planta (altura total) e a presença ou ausência de nectários extraflorais. A variável resposta do modelo foi o número total de espécies de formigas por *pitfall*. A variável resposta foi transformada para logaritmo para se adequar à premissa de normalidade do teste. Para verificar a similaridade da fauna de formigas, foi utilizada uma análise de agrupamento baseada no índice de Bray-Curtis (baseado na frequência relativa das espécies nas amostras). Para a construção do agrupamento, foi utilizado o método de distâncias médias por UPGMA (MCGARIGAL *et al.*, 2000). As análises estatísticas supracitadas foram realizadas utilizando-se o programa Systat 10 (SPSS inc., 2000). Para calcular o grau de aninhamento da assembléia de formigas, foi utilizado o programa Nestedness Temperature Calculator (ATMAR & PATTERSON, 1995). Esse método estima o máximo grau de aninhamento de uma determinada matriz através do rearranjo das linhas e colunas de presença e ausência. Esse rearranjo tem o objetivo de minimizar a ocorrência inesperada de espécies e dessa forma testar o grau de aninhamento da matriz a partir da comparação da matriz real com uma gerada pelo modelo nulo (ATMAR & PATTERSON, 1993). O grau de aninhamento é calculado pela temperatura da matriz (T°), variando de 0° para uma matriz perfeitamente aninhada e 100° para uma matriz totalmente aleatória.

RESULTADOS

Foi coletado um total de 49 espécies de formigas, pertencentes a 15 gêneros e cinco subfamílias. Entre estas, destacam-se Myrmicinae e Formicinae, com 22 e 15 espécies respectivamente, perfazendo 75,5% do número total (Tab. I).

Pertencendo ao estrato arbustivo e arbóreo, foram amostrados 40 indivíduos de plantas distribuídos em 19 espécies e 13 famílias. As famílias mais ricas em espécies foram Fabaceae, com quatro espécies, seguida por Vochysiaceae, com três espécies. Em relação ao número de indivíduos, essas duas famílias também foram as mais abundantes, com oito indivíduos cada (Tab. II).

Mesmo considerando o menor esforço amostral (11 amostras no solo, contra 17 e 23 amostras no estrato arbustivo e arbóreo, respectivamente), o solo foi o estrato mais rico em espécies de formigas (32 espécies no total). O estrato arbóreo foi o segundo mais rico, com 28 espécies, seguido do estrato arbustivo, com apenas 16 espécies no total. Considerando o esforço amostral equivalente (11 amostras), seria esperado encontrar 32 espécies de formigas no solo, 20 nas árvores e 13 nos arbustos (Fig. 1). Ou seja, a partir do esforço amostral mínimo observado na curva de acumulação de espécies, pode-se verificar 37,5% a mais de espécies no solo do

Tabela I. Frequência relativa de espécies de formigas por estrato vertical (solo, arbustivo e arbóreo) em uma área de cerrado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO, novembro de 2004.

	Estrato		
	Solo (%)	Arbustivo (%)	Arbóreo (%)
DOLICHODERINAE			
<i>Azteca</i> sp. 1	0	6	22
<i>Dorymyrmex</i> sp. 1	18	6	0
Ectatominae			
<i>Ectatomma</i> sp. 1	18	0	4
<i>Ectatomma</i> sp. 2	27	0	0
FORMICINAE			
<i>Dolichoderus lobicornis</i>	0	0	13
<i>Camponotus atriceps</i>	9	0	17
<i>Camponotus</i> sp. 1	27	35	9
<i>Camponotus</i> sp. 2	9	18	39
<i>Camponotus</i> sp. 3	9	0	4
<i>Camponotus</i> sp. 4	0	0	22
<i>Camponotus</i> sp. 5	0	0	4
<i>Camponotus</i> sp. 6	0	12	35
<i>Camponotus</i> sp. 7	36	41	70
<i>Camponotus</i> sp. 8	45	65	52
<i>Camponotus</i> sp. 9	9	18	4
<i>Camponotus</i> sp. 10	55	6	17
<i>Camponotus</i> sp. 11	18	0	17
<i>Camponotus</i> sp. 12	0	6	0
<i>Camponotus</i> sp. 13	9	0	4
<i>Linepithema</i> sp. 1	0	0	4
<i>Linepithema</i> sp. 2	36	0	0
<i>Paratrechina</i> sp. 1	0	6	4
MYRMICINAE			
<i>Cephalotes atratus</i>	0	0	9
<i>Cephalotes</i> sp. 1	0	6	9
<i>Cephalotes</i> sp. 2	0	0	4
<i>Cephalotes</i> sp. 3	0	0	13
<i>Cephalotes</i> sp. 4	9	0	4
<i>Crematogaster</i> sp. 1	9	18	22
<i>Crematogaster</i> sp. 2	0	0	4
<i>Crematogaster</i> sp. 3	0	6	0
<i>Crematogaster</i> sp. 4	9	0	0
<i>Crematogaster</i> sp. 5	9	0	0
<i>Crematogaster</i> sp. 6	9	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 5	9	6	0
<i>Pheidole</i> sp. 6	9	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 7	9	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 8	18	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 9	9	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 10	9	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 12	9	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 13	18	0	0
<i>Pheidole</i> sp. 14	9	0	0
<i>Solenopsis (Diplorhoptrum)</i> sp. 1	18	0	0
<i>Wasmania auropunctata</i>	9	0	0
PONERINAE			
<i>Dinoponera</i> sp. 1	45	0	0
<i>Pachycondyla</i> sp.1	0	0	4
Pseudomyrmecinae			
<i>Pseudomyrmex gracilis</i>	0	29	35
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	9	0	0
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	0	0	4

que nas árvores e 35% a mais de espécies nas árvores do que nos arbustos. É preciso ressaltar que as curvas de acumulação de espécies não atingiram uma assíntota (Fig. 1), e dessa forma seria esperado encontrar mais espécies no local amostrado.

Restringindo-se aos estratos de vegetação, foi observado um efeito positivo e significativo do tamanho de plantas sobre a riqueza de formigas ($F_{1,38} = 6,01$; $p = 0,02$), independente da presença de nectários extraflorais ($F_{1,37} = 0,10$; $p = 0,75$; Fig. 2). Desse modo, não houve influência da presença de nectários extraflorais sobre a riqueza de espécies de formigas.

Em relação à sobreposição da fauna de formigas entre os estratos verticais, uma análise de agrupamento baseada na frequência relativa das espécies (Índice de Bray-Curtis), separou dois clados bem definidos: solo e vegetação (arbustos e árvores). Esse mesmo agrupamento demonstrou valores medianos de dissimilaridade entre os três estratos, sendo a distância média UPGMA 0,61 entre solo e vegetação e 0,44 entre o estrato arbustivo e

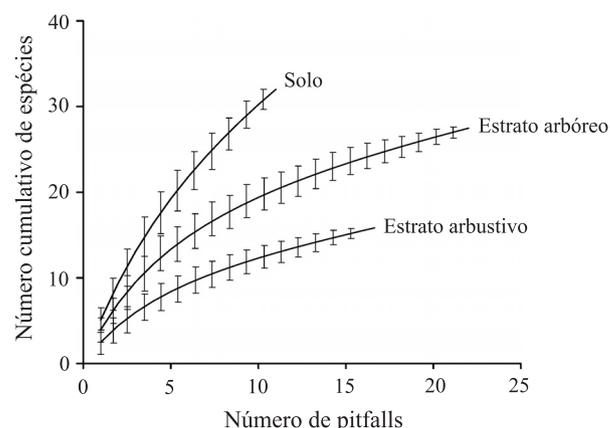


Fig. 1. Número cumulativo de espécies coletadas nos três diferentes estratos, em função do esforço amostral. As linhas verticais representam os desvios padrões obtidos a partir da aleatorização da ordem das amostras, com 50 repetições. Foram instaladas no total 11 armadilhas pitfall no solo, 17 no estrato arbustivo e 23 no estrato arbóreo em uma área de cerrado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO, novembro de 2004.

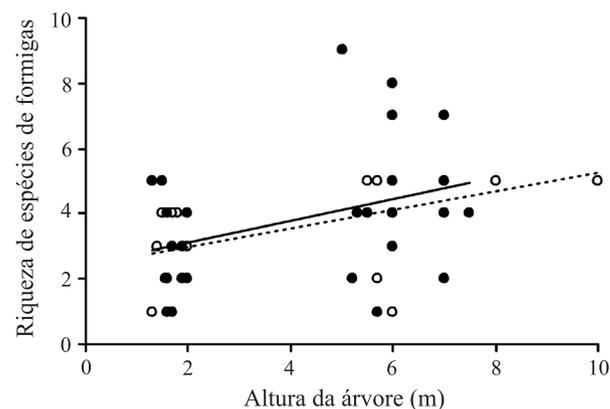


Fig. 2. Relação entre a riqueza de espécies de formigas e a altura da planta, para plantas com (pontos vazios - reta pontilhada) ou sem (pontos preenchidos - reta contínua) nectários extraflorais em área de cerrado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO, novembro de 2004.

o estrato arbóreo (Fig. 3). Isto indica que as espécies mais frequentes tenderam a ocorrer em todos ou na maioria dos estratos (Tab. I).

Em concordância com o resultado do agrupamento, uma análise de aninhamento demonstrou que a assembléia estudada encontra-se significativamente aninhada ($T^{\circ}_{\text{obs}} = 11,2$; $T^{\circ}_{\text{rand}} = 26,5$; $SD = 2,17$; $p < 0,001$). Dessa forma, as espécies de formigas que ocorreram nos arbustos e nas árvores nada mais são do que subconjuntos das espécies presentes no solo. Isso demonstra que não existe uma clara estratificação vertical entre os três estratos estudados. De fato, 16 das 32 espécies que ocorrem na vegetação ocorreram também

no solo. Em relação aos dois estratos de vegetação isoladamente o aninhamento aparece ainda mais claro, sendo que apenas quatro das 16 espécies do estrato arbustivo não apareceram também nas árvores.

DISCUSSÃO

O aumento na complexidade estrutural do habitat geralmente leva a um concomitante aumento na riqueza de espécies de formigas (RIBAS *et al.*, 2003). Para estas espécies, pode haver uma maior disponibilidade de alimento e locais para nidificação no solo do que em árvores e arbustos. Na fisionomia de Cerrado, não há interligação entre copas, o que torna o hábitat arbóreo tridimensionalmente menos complexo, dificultando a dispersão e colonização nesse ambiente em comparação com o solo. Por outro lado, árvores são maiores e estruturalmente mais complexas que arbustos, permitindo que uma fauna mais rica de formigas forrageie e nidifique em seus troncos, galhos e folhas. De fato, o número de espécies de formigas mostrou-se positivamente relacionado com o tamanho da planta.

Ao contrário, nectários extraflorais (NEFs) não influenciaram a riqueza de formigas. A presença de NEFs, apesar de ser considerada um agente de aumento de riqueza de espécies de formigas em plantas (BLÜTHGEN *et al.*, 2000, 2004), pode não influenciar em todas as épocas do ano. A produção de néctar em NEFs é extremamente variável e parece estar relacionada ao período do ano onde a abundância de herbívoros é maior (revisão em HEIL & McKEY, 2003). Além disso, em alguns casos, como os NEFs geram exudatos de forma previsível, espécies dominantes passam a monopolizar o recurso (HEIL *et al.*, 2004; BLÜTHGEN & FIEDLER, 2004), excluindo outras espécies e diminuindo assim a riqueza de espécies de formigas na planta.

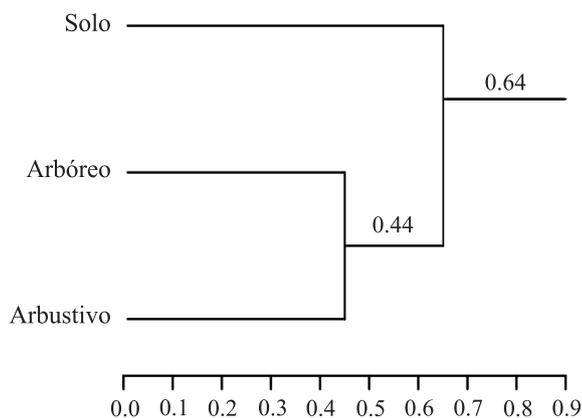


Fig. 3. Análise de agrupamento de três diferentes estratos verticais (solo, estrato arbóreo e estrato arbustivo) em função da composição de espécies de formigas coletadas durante o mês de novembro de 2004 em uma área de cerrado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO. O método de agrupamento utilizado foi o das distâncias médias por UPGMA baseado em uma matriz de dissimilaridade gerada pelo índice de Bray-Curtis.

Tabela II. Lista de plantas amostradas destacando o estrato, o número de indivíduos e a presença (S) ou ausência (N) de nectários extraflorais (NEF) em uma área de cerrado no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, GO, novembro de 2004.

Família	Espécie	Estrato	Nº Ind.	NEF
Annonaceae	<i>Annona crassiflora</i> Mart.	Arbóreo	4	N
Apocynaceae	<i>Aspidosperma tomentosum</i> A. DC.	Arbustivo	3	N
Bombacaceae	<i>Eriotheca pubescens</i> Schott. & Endl.	Arbóreo	2	N
Clusiaceae	<i>Kielmeyera coriacea</i> Mart.	Arbustivo	2	N
	<i>Kielmeyera speciosa</i> St. Hil.	Arbóreo	1	N
Erythroxylaceae	<i>Erythroxylum suberosus</i> St. Hil.	Arbustivo	2	N
Fabaceae	<i>Bowdichia virgilioidis</i> H. B. & K.	Arbóreo	3	N
	<i>Dalbergia violacea</i> Malme	Arbóreo	2	N
	<i>Pterodon pubescens</i> Benth.	Arbóreo	2	S
	<i>Stryphnodendron polyphyllum</i> Mart.	Arbustivo	1	S
Loganiaceae	<i>Strychnos pseudo-quina</i> St. Hil.	Arbóreo	1	N
Myrtaceae	<i>Psidium sartorianum</i> (O.Berg) Nied.	Arbustivo	1	N
Rubiaceae	<i>Tocoyena formosa</i> K. Schum.	Arbóreo	2	S
Sapotaceae	<i>Pouteria ramiflora</i> (Mart.) Radlk	Arbóreo	2	N
Sapindaceae	<i>Matayba guianensis</i> Aubl.	Arbustivo	3	N
Tiliaceae	<i>Lafoencia pacari</i> St. Hil.	Arbustivo	1	S
Vochysiaceae	<i>Qualea grandiflora</i> Mart.	Ambos	5	S
	<i>Qualea parviflora</i> Mart.	Arbustivo	1	S
	<i>Salvertia convallarieodora</i> St. Hil.	Arbóreo	2	N

Os resultados de composição de fauna do estudo apontam não haver uma clara estratificação vertical na assembléia, sendo que as espécies de formigas que ocorreram nos arbustos e nas árvores constituem um subconjunto das espécies presentes no solo. Corroborando o presente resultado, dados obtidos em um estudo realizado no Cerrado amazônico indicam 75% de similaridade entre o solo e a vegetação baixa (VASCONCELOS & VILHENA, 2006). No entanto, ao compararmos os trabalhos, deve-se levar em consideração que, além do esforço amostral apresentado por VASCONCELOS & VILHENA (2006) ter sido substancialmente maior, o método de coleta utilizado foi isca de sardinha, sendo que este método geralmente amostra uma porção menor da fauna em comparação ao pitfall.

Apesar do aninhamento significativo da fauna de formigas, é possível observar alguns grupos de formigas que nidificam e forrageiam preferencialmente em um determinado estrato. Tal é o caso de *Pheidole* Westwood, 1841 e *Cephalotes* Latreille, 1802 que são gêneros normalmente associados a solo e vegetação respectivamente (ANDRADE & URBANI, 1999; WILSON, 2003). Mesmo para o Cerrado, é normalmente esperado que o local de nidificação das formigas influencie também no local de forrageamento. Dessa forma, parte da mirmecofauna estaria adaptada a nidificar e forragear em plantas e outra no solo. Além disso, considerando que o hábitat original das formigas é o solo (HÖLLDOBLER & WILSON, 1990), o fato de o Cerrado ser considerado um bioma extremamente antigo (LEDRU, 2002), pode ter permitido que algumas espécies de formiga se especializassem no hábitat arborícola, existindo então atualmente uma parcela da fauna adaptada ao hábito escavador/predatório e outra adaptada a uma dieta praticamente líquida, à base de néctar de nectários extraflorais e exudatos de hemípteros (BRÜHL *et al.*, 1998).

Por outro lado, para o presente trabalho, as espécies de formigas mais freqüentes foram registradas tanto no solo quanto na vegetação, indicando que, diferentemente das florestas tropicais (BRÜHL *et al.*, 1998), não foi possível separar claramente a composição da fauna de formigas entre estratos verticais. Esse padrão foi claramente influenciado por várias espécies de *Camponotus* Mayr, 1861 que foram registradas em altas freqüências tanto no solo quanto na vegetação. De fato, várias espécies comumente encontradas no Cerrado forrageiam no solo e nidificam na vegetação, como por exemplo, vários representantes de *Camponotus* e *Ectatomma* Smith, 1858 (VASCONCELOS & VILHENA, 2006).

Em relação à sobreposição de espécies entre o estrato arbustivo e arbóreo, ficou claramente demonstrado que a mirmecofauna do estrato arbustivo nada mais é do que um subconjunto do estrato arbóreo (CAMPOS *et al.*, 2006). De fato, apenas quatro das 16 espécies do estrato arbustivo não ocorreram no estrato arbóreo. Devido ao aspecto geralmente mais aberto da vegetação do Cerrado, não existe uma clara subdivisão entre estratos verticais, como dossel e o sub-bosque em uma mata. Além disso, de uma forma geral, as formigas que forrageiam e nidificam em plantas do cerrado possuem o mesmo requerimento alimentar e de nidificação e parecem ser influenciadas pela heterogeneidade ambiental (RIBAS *et al.*, 2003). Desse modo, a estratificação vertical na vegetação não fica clara,

pois árvores maiores podem disponibilizar maior quantidade de recursos do que árvores menores, gerando um padrão de aninhamento da fauna do estrato arbóreo para o estrato arbustivo.

Mesmo sem uma estratificação vertical muito clara, a simples preferência de algumas espécies em forragear e/ou nidificar em determinado estrato pode gerar faunas adaptadas a explorar diferentes tipos de recursos, diminuindo assim a competição e aumentando o número de espécies que podem co-existir em um mesmo local (TOBIN, 1997). Assim, a diferenciação da fauna entre o solo e a vegetação no cerrado pode ser considerada um importante fator determinante da alta riqueza de formigas nesse bioma (SILVA *et al.*, 2004).

Agradecimentos. Ao programa de Pós-graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais da Universidade Federal de Uberlândia pela possibilidade da participação no curso de campo, juntamente com os dirigentes do Parque Estadual da Serra de Caldas Novas pela disponibilidade do parque. Ao Prof. Dr. Glein Monteiro Araújo pela identificação das plantas em campo. Agradecemos também aos amigos Sinara Cristina, Ronan Caldeira Costa, Alexandre Gabriel Franchin e Kelly Cordeiro Spena pela ajuda no campo e confecção do manuscrito.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ANDRADE, M. L. & URBANI, C. B. 1999. Diversity and adaptation in the ant genus *Cephalotes*, past and present. **Stuttgarter Beiträge zur Naturkunde Serie B (Geologie und Paläontologie)** 271(B):1-889.
- ATMAR, W. & PATTERSON, B. D. 1993. The measure of order and disorder in the distribution of species in fragmented habitat. **Oecologia** 96(3): 373-382.
- . 1995. **The nestedness temperature calculator: a visual basic program, including 294 presence-absence matrices.** AICS Research, Inc., University Park, NM, and The Field Museum, Chicago, IL. Disponível em: <<http://aics-research.com/nestedness/tempcalc.html>> Acesso em: 01.07.2007.
- BLÜTHGEN, N. & FIEDLER, K. 2004. Preferences for sugars and amino acids and their conditionality in a diverse nectar-feeding ant community. **Journal of Animal Ecology** 73(1):155-166.
- BLÜTHGEN, N.; GOTTSBERGER, G. & FIEDLER, K. 2004. Sugar and amino acid composition of ant-attended nectar and honeydew sources from an Australian rainforest. **Austral Ecology** 29(4):418-429.
- BLÜTHGEN, N.; VERHAAGH, M.; GOITIA, W.; JAFFE, K.; MORAWETZ, W. & BARTHOLOTT, W. 2000. How plants shape the ant community in the Amazonian rainforest canopy: the key role of extrafloral nectaries and homopteran honeydew. **Oecologia** 125(2):229-240.
- BRÜHL, C. A.; GUNSALAM, G. & LINSENMAIR, K. E. 1998. Stratification of ants (Hymenoptera, Formicidae) in a primary rain forest in Sabah, Borneo. **Journal of Tropical Ecology** 14(3):285-297.
- CAMPOS, R. I.; VASCONCELOS, H. L.; RIBEIRO, S. P.; NEVES, F. S. & SOARES, J. P. 2006. Relationship between tree size and insect assemblages associated with *Anadenanthera macrocarpa*. **Ecography** 29(3):442-450.
- COLWELL, R. K. 2004. **EstimateS: statistical estimation of species richness and shared species from samples, version 7.0.** Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates/>>. Acesso em: 20.12.2004.
- DEL-CLARO, K. & OLIVEIRA, P. S. 2000. Conditional outcomes in a neotropical treehopper-ant association: temporal and species-specific variation in ant protection and homopteran fecundity. **Oecologia** 124(2):156-165.
- EITEN, G. 1979. Formas fisionômicas do Cerrado. **Revista Brasileira de Botânica** 2:139-148.
- GOTELLI, N. & COLWELL, R. K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters** 4(4):379-391.

- HEIL, M. & MCKAY, D. 2003. Protective ant-plant interactions as model systems in ecological and evolutionary research. **Annual Review of Ecology, Evolution and Systematics** **34**(2):425-453.
- HEIL, M.; HILPERT, A.; KRÜGER, R. & LINSENMAIR, K. E. 2004. Competition among visitors to extrafloral nectaries as a source of ecological costs of an indirect defense. **Journal of Tropical Ecology** **20**(2): 201-208.
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. 1990. **The Ants**. Cambridge, Harvard University Press. 732p.
- ITINO, T. & YAMANE, S. 1995. The vertical distribution of ants on canopy trees in a Bornean lowland rain forest. **Tropics** **4**(2/3):277-281.
- KEMPF, W. W. 1978. A preliminary zoogeographical analysis of a regional ant fauna in Latin America. 114. **Studia Entomologica** **20**(1-4):43-62.
- KLINK, C. A. & MOREIRA, A. D. 2002. Past and current human occupation, and land use. *In*: OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. eds. **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**. New York, Columbia University. p.69-90.
- LEDRU, M. 2002. Late quaternary history and evolution of the cerrados as revealed by palynological records. *In*: OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. eds. **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**. New York, Columbia University. p.33-50.
- MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S. & STAFFORD, S. 2000. **Multivariate statistics for wildlife and ecology research**. New York, Springer-Verlag. 283p.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T. & RATTER, J. A. 2002. Vegetation physiognomies and wood flora of the Cerrado biome. *In*: OLIVEIRA, P. S. & MARQUIS, R. J. eds. **The cerrados of Brazil: ecology and natural history of a Neotropical savanna**. New York, Columbia University. p.91-120.
- RIBAS, C. R.; SCHOEREDER, J. H.; PIC, M. & SOARES, S. M. 2003. Tree heterogeneity, resource availability, and larger scale processes regulating arboreal ant species richness. **Austral Ecology** **28**(3):305-314.
- RIBEIRO, S. P. 2003. Insect herbivores in the canopies of savannas and rainforests. *In*: BASSET, Y.; NOVOTNY, V.; MILLER, S. & KITCHING, R. eds. **Arthropods of tropical forests: spatio-temporal dynamics and resource use in the canopy**. New York, Cambridge. p.348-359.
- RIBEIRO, J. F. & WALTER, B. M. T. 1998. Fitofisionomias do bioma Cerrado. *In*: SANO, S. M. & ALMEIDA, S. P. eds. **Cerrado ambiente e flora**. Planaltina, EMBRAPA/CPAC. p.89-166.
- SILVA, R. R.; BRANDÃO, C. R. F. & SILVESTRE, R. 2004. Similarity between cerrado localities in central and southeastern Brazil based on the dry season bait visitors ant fauna. **Studies on Neotropical Fauna and Environment** **39**(3):191-199.
- SPSS INC. 2000. **Systat® version 10.0**. Chicago, SPSS Inc.
- TOBIN, J. E. 1997. Competition and coexistence of ants in a small patch of rainforest canopy in Peruvian Amazonia. **Journal of New York Entomological Society** **105**(1-2):105-112.
- VASCONCELOS, H. L. & VILHENA, J. M. S. 2006. Species turnover and vertical partitioning of ant assemblages in the Brazilian Amazon: a comparison of forests and savannas. **Biotropica** **38**(1):100-106.
- WILSON, E. O. 2003. **Pheidole in the New World: a dominant, hyperdiverse ant genus**. Cambridge, Harvard University. 804p.
- ZAR, J. 1999. **Biostatistical analysis**. New Jersey, Prentice Hall. 663p.