

Graziella Diogenes Vieira Marques

MON
535.495
M357 m
TES/ME

**MIRMECOFAUNA DE SOLO E VEGETAÇÃO EM ÁREAS COM
MUITA E POUCA COBERTURA ARBÓREA NO CERRADO DA
RPPN DE GALHEIRO (CEMIG), PERDIZES-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do
título de Mestre em “Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais”.

Orientador

Prof. Dr. Kleber Del Claro

Co-orientadora

Prof^ª. Dra. Denise Garcia de Santana

UBERLÂNDIA
Fevereiro – 2005

SISBI/UFU



1000220659

FICHA CATALOGRÁFICA

Elaborado pelo Sistema de Bibliotecas da UFU / Setor de
Catalogação e Classificação

- M357m Marques, Graziella Diogenes Vieira.
Mirmecofauna de solo e vegetação em áreas com muita e pouca
cobertura arbórea no cerrado da RPPN de Galheiro (CEMIG), Perdizes-
MG / Graziella Diogenes Vieira Marques. - Uberlândia, 2005.
38f. : il.
Orientador: Kleber Del Claro.
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pro-
grama de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Natu-
rais.
Inclui bibliografia.
1. Formiga - Teses. 2. Cerrados - Teses. 3. Diversidade biológica -
Teses. I. Del-Claro, Kleber. II. Universidade Federal de Uberlândia.
Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais.III. Título.

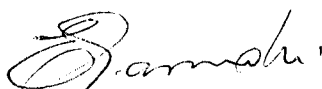
CDU: 595.796 (043.3)

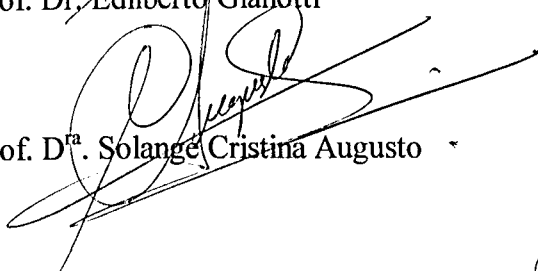
Graziella Diogenes Vieira Marques

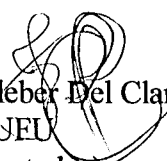
**MIRMECOFAUNA DE SOLO E VEGETAÇÃO EM ÁREAS COM
MUITA E POUCA COBERTURA ARBÓREA NO CERRADO DA
RPPN DE GALHEIRO (CEMIG), PERDIZES-MG**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de
Uberlândia, como parte das exigências para obtenção do
título de “Mestre em Ecologia e Conservação de Recursos
Naturais”.

APROVADA em 04 / de 02 de 2005


Prof. Dr. Edilberto Gianotti UNESP-Rio Claro


Prof. D^{ra}. Solange Cristina Augusto UFU


Prof. Dr. Kleber Del Claro
UFU
(Orientador)

Prof^a. Dra. Denise Garcia de Santana
(Co-orientadora)

UBERLÂNDIA
Fevereiro - 2005

Dedico esta dissertação aos meus pais Juarez e Mônica, às minhas irmãs Ana Paula, Daniela e Maria José e a mais nova integrante da família, minha afilhada Julia, que veio somar mais amor e carinho à minha vida.

Agradecimentos

Agradeço a Deus por ter me dado o dom da vida.

À minha família, que se não é a mais perfeita, mas ainda assim é a melhor que eu poderia sonhar. Por estarem sempre ao meu lado mesmo nos piores momentos. Em especial a uma pessoinha que entrou em minha vida e em meus pensamentos só para me fazer sorrir sozinha ao pensar nela onde quer que esteja e por seu amor puro e inocente, mas tão intenso que me faz sentir a melhor madrinha deste mundo. Julia, minha afilhada, amo você mais do que eu poderia imaginar...

À minha madrinha Lindaura Vieira Marques que sempre foi muito importante para mim, não somente por ter financiado os meus estudos, mas por sempre me incentivar em tudo o que fizesse.

A todos meus amigos de ontem, hoje e sempre e com quem venho convivendo durante toda a minha trajetória aqui na terra. Agradeço em especial às amigas sempre presentes e atuantes em minha vida Cristiane Teixeira e Charmenie Alves.

A todos aqueles que tiveram disponibilidade, paciência e boa vontade para me ajudar no meu mestrado, seja na coleta de dados, seja na apresentação da dissertação ou mesmo pelo simples fato de serem amigos e me darem força em todas as horas.

Ao pessoal do LECI - Marcela Yamamoto, Everton Pedrozo, Thiago Miguel, Thalita Izidoro, Greice Assis, Marina Mineo, Wilton Pereira, Jean Santos, Abner Elpino Campos, Vanessa Stefani.

O pessoal do Mestrado – Renata Nascimento, Ricardo Campos, Khelma Torga, Alexandre Franchin.

Ao pessoal da Graduação – Cauê Lopes, Ernane Vieira Neto.

Aos professores, Dr. Heraldo Vasconcelos, pelo empréstimo de artigos e do laboratório para identificação das formigas; Dr. Edilberto Gianotti e Dra. Solange Augusto, por terem participado da banca e colaborado com as correções; Dr. Jimi Nakajima, pela coordenação do projeto de Galheiro; Dr. Ariovaldo Giaretta e Msc. Marcelo Kokubum, pela ajuda nas coletas de campo e à Dra. Kátia Facure pela ajuda na análise estatística. Agradeço em especial ao Professor Dr. José Fernando Pinesi pelos momentos alegres e emocionantes que passamos em nossas idas e voltas da reserva de Galheiro e a amizade que naturalmente se desenvolveu nesse período de estudo. À professora Dra. Denise Garcia de Santana pela paciência, boa vontade, carinho e sabedoria ao aceitar me co-orientar já na fase final da dissertação.

Agradeço de modo especial ao meu orientador Dr. Kleber Del Claro, pessoa que admiro por seu empreendedorismo, dinamismo e coragem em tudo o que faz e pela amizade que construímos nesse período em que trabalhamos juntos e que aumentará com o decorrer desta nova etapa que se iniciará.

Agradeço aos órgãos financiadores desse trabalho, a Companhia Energética de Minas Gerais - CEMIG, pelo projeto de inventário da fauna e flora da RPPN Galheiro e à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, durante o mestrado. E aos funcionários da RPPN Galheiro pelo apoio que tivemos para as coletas de campo. E ainda à Universidade Federal de Uberlândia -UFU, por estar participando de projetos relevantes para a nossa região.

ÍNDICE

	Página
RESUMO.....	i
ABSTRACT.....	ii
1 - INTRODUÇÃO.....	01
2 - MATERIAL E MÉTODOS.....	05
3 - RESULTADOS.....	12
4 - DISCUSSÃO.....	23
5 - CONCLUSÕES.....	30
6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	31

Resumo

Marques, Graziella D. V. 2005. Mirmecofauna de solo e vegetação em áreas com muita e pouca cobertura arbórea no Cerrado da RPPN de Galheiro (CEMIG), Perdizes-MG. Dissertação de Mestrado em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais. UFU. Uberlândia-MG. 38p.

O presente estudo investigou a diversidade de formigas arborícolas e de solo em uma reserva ecológica no domínio do cerrado buscando caracterizar as diferenças segundo variáveis ambientais, principalmente relacionadas à estrutura da vegetação e sazonalidade. A amostragem da mirmecofauna foi realizada mensalmente no período de abril de 2002 a dezembro de 2003 em áreas com pouca cobertura arbórea (APCA; 0% - 35%) e em áreas com muita cobertura arbórea (AMCA; > 35%). As coletas foram feitas com o uso de iscas de atração (sardinha), sendo que foram feitos quatro tipos de coletas (solo, vegetação, diurno e noturno), durante dois períodos do ano (estações seca e chuvosa). Encontrou-se um total de 72 espécies de formigas distribuídas em 18 gêneros pertencentes a seis subfamílias. Dentre os gêneros amostrados, o que apresentou o maior número de espécies foi *Camponotus* (25), seguido de *Pheidole* (10). Quanto à diversidade (índice de Shannon), os maiores valores foram encontrados para áreas com pouca cobertura arbórea e em relação ao tipo de substrato, a maior diversidade foi encontrada na vegetação. A análise do agrupamento revelou a composição de dois grupos, os gêneros que foram mais freqüentes no solo (*Atta*, *Eciton*, *Ectatomma*, *Neivamyrmex*, *Linepithema*, *Odontomachus*, *Pheidole* e *Solenopsis*) e os que foram mais freqüentes na vegetação (*Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Gnamptogenys*, *Heteroponera*, *Paratrechina* e *Pachycondyla*). Não houve diferença sazonal na ocorrência dos gêneros entre as estações verão e inverno. O presente estudo verificou a necessidade da utilização de metodologias combinadas para uma amostragem mais eficiente que abranja os diversos segmentos da mirmecofauna. Verificou-se também que estudos de sazonalidade podem ser úteis para identificar a composição temporal das espécies de uma área e que as análises de agrupamento são ferramentas essenciais para evidenciar as possíveis guildas locais.

Palavras-chaves: Formicidae, índices de diversidade, cerrado, isca de sardinha.

Abstract

Marques, Graziella D. V. 2005. The ant fauna of ground and vegetation substrates in areas with different forest coverage in the Cerrado of RPPN de Galheiro (CEMIG), Perdizes-MG. MSc. thesis. UFU. Uberlândia-MG. 38p.

The present study investigated the diversity of ant fauna in the ground and vegetation of an ecological reserve in cerrado. The aim of this study was to characterize the differences in some environmental variables, mainly related to the vegetation structure and seasonality. The ant fauna sampling was made monthly between April 2002 and December 2003 in areas with little forest coverage (APCA; 0% - 35%) and in others with high forest coverage (AMCA; > 35%). The samples were made with sardine baits in four distinct combined conditions (soil or vegetation, diurnal or nocturnal), during two periods of the year (dry and wet season). A total of 72 ant species were collected, belonging to 18 genera and six subfamilies. *Camponotus* (25) species was the most common genera, followed by *Pheidole* (10) species. The major diversity values (Shannon index) were found for areas with little forest coverage and in relation to the type of substrate, the most diversity was found in vegetation. Assembly analyses revealed the composition of two groups, the genera that were most frequent in the soil (*Atta*, *Eciton*, *Ectatomma*, *Neivamyrmex*, *Linepithema*, *Odontomachus*, *Pheidole* e *Solenopsis*) and that most frequent in vegetation (*Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Gnamptogenys*, *Heteroponera*, *Paratrechina* e *Pachycondyla*). There was no seasonal difference in the occurrence of genera between dry and wet season. The present study point out to the necessity of combined methodologies for an efficient ant fauna sampling. It also verified that the studies of seasonality can be useful to identify the temporal composition of species of an area and that the assembly analyses are essential tools to evidence the possible local guilds.

Keywords: Formicidae, diversity indexes, cerrado vegetation, sardine bait.

1 - INTRODUÇÃO

As formigas são virtualmente onipresentes e usualmente conspícuas em quase todos os habitats terrestres, o que as tornam um dos grupos de insetos universalmente reconhecidos e amplamente estudados (Bolton 1997; Hölldobler e Wilson 1990). Além disso, na maioria dos habitats terrestres sua diversidade local é extraordinária, excedendo a de outros insetos sociais e em muitos casos saturando uma ampla variedade de nichos de alimentação no solo e na vegetação (Hölldobler e Wilson 1990). Classificada em uma única família (Formicidae) dentro da ordem Hymenoptera, as formigas são subdivididas em 16 subfamílias, 296 gêneros e 15.000 espécies (Folgarait 1998; Bolton 1997), entretanto somente 11.769 espécies foram registradas até o momento (Agosti 2004). De acordo com o último levantamento do banco de dados Hymenoptera On-Line Database aproximadamente 438 novas espécies de formigas foram descritas e acrescentadas ao site, somente no ano de 2003, sendo que o número de subfamílias subiu para 21 e o número de gêneros decresceu para 283 (Agosti 2004).

O impacto dos Formicidae no ambiente terrestre é relativamente grande, tanto por estarem entre os principais predadores de outros insetos e pequenos invertebrados quanto por alterarem seu ambiente físico profundamente (Folgarait 1998; Hölldobler e Wilson 1990). Tal alteração decorre do fato de transportarem restos de plantas e animais para as câmaras de seus ninhos, misturá-los com terra escavada tornando a área do ninho carregada com altos níveis de carbono, nitrogênio e fósforo, o que resulta num mosaico de concentrações de nutrientes e isto, por sua vez, pode criar distribuições agregadas de plantas, especialmente durante os estágios iniciais de sucessão (Hölldobler e Wilson 1990).

No ambiente arbóreo as formigas também exercem forte influência devido às funções que desempenham; não só para sua sobrevivência, mas para a de outros organismos

(Davidson *et al.* 2003; Hölldobler e Wilson 1990). Estudos que abordam as interações dos Formicidae com outros organismos têm revelado uma gama de benefícios que elas trazem, por exemplo, ao defender plantas de outros herbívoros, membracídeos de seus predadores ou ainda aves que capturam insetos que fogem das formigas de correição (Oliveira *et al.* 2002; Del-Claro e Oliveira 1999, 2000; Del-Claro e Santos, 2000; Rico-Gray 1993 Hölldobler e Wilson 1990). Além disso, em alguns casos podem atuar sobre o padrão de distribuição de plantas, herbívoros e formigas ou mesmo controlar suas diversidades em uma comunidade (Wimp e Whitham 2001; Fowler e Delabie 1995; Leston 1978).

A quantidade de gêneros de formigas difere em relação às oito regiões zoogeográficas em que se encontram; o maior número de gêneros decresce na seguinte ordem: Indo-australiana, Neotropical, Oriental, Australiana, Africana, Paleártica, Neártica e Madagascar, entre as quais as regiões Neotropical e Africana têm o maior número de gêneros endêmicos e as regiões Neártica e Oriental, o menor (Folgarait 1998; Bolton 1997). No continente Americano a diversidade de formigas também segue o padrão encontrado para as grandes regiões zoogeográficas, isto é, o maior número de espécies são encontradas nas zonas tropicais e sub-tropicais, e o menor nas zonas temperadas (Hölldobler e Wilson 1990; Bolton 1997; Folgarait 1998). Nota-se, ainda, que muitos grupos de formigas são fortemente influenciados por diversos tipos de gradientes, tais como latitudinal (Fowler *et al.* 1997), altitudinal (Fisher 1996; Araújo 1996), topográfico (Vasconcelos *et al.* 2003) etc.

O Brasil, um país de grande extensão territorial, possui diversos biomas, latitudes, altitudes, topografia entre outros gradientes que o torna fonte de diferentes tipos de assembléias de formigas. Vários estudos têm registrado altos índices de diversidade nas distintas regiões do país, principalmente na região amazônica e da mata atlântica (Fowler *et al.* 2000; Benson e Brandão 1987). Porém, algumas áreas ainda são pouco estudadas por razões que vão desde a dificuldade em se chegar ao local de estudo, à falta de interesse nas

pesquisas. O Cerrado foi considerado, até meados do século XX, como uma área imprópria à agricultura. Contudo, a pressão econômica decorrente do desenvolvimento acelerado do país e o fato da tecnologia agrícola descobrir que os cerrados podiam se transformar em áreas plenamente produtivas fez com que fosse sendo rapidamente incorporado à economia agrícola do país. Estava assim aberta uma nova fronteira agrícola (Marouelli 2003; Oliveira e Marquis 2002; Nogueira-Neto 1977). Atualmente, o cerrado ocupa 22-25% do território brasileiro, com uma área de aproximadamente 2 milhões de km² e embora possua, de acordo com a Conservation International (2002), 5% de toda a biodiversidade mundial, a perda de milhares de hectares a cada ano faz com que haja uma perda considerável dessa biodiversidade que, em muitos casos, sequer foi estudada (Bridgewater et al. 2004; Gesisky 2004; Marouelli 2003; Oliveira e Marquis 2002). Apesar de sua extensão e de sua importância para a conservação da biodiversidade, infelizmente o Cerrado possui poucas áreas protegidas na forma de parques e reservas federais e estaduais, correspondendo a menos de 4% do total. Para agravar a situação, a maioria das áreas protegidas do Cerrado tem tamanho reduzido, inferior a 100.000 hectares, o que coloca em evidência o grau de fragmentação do ecossistema (Gesisky 2004; Conservation International 2002).

Quanto a mirmecofauna, o Cerrado tem revelado, nos últimos anos, ser possuidor de uma diversidade considerável, tanto no solo quanto na vegetação (Oliveira *et al.* 2002; Del-Claro e Oliveira 1999; Araújo 1996; Oliveira e Brandão 1991). Vários fatores contribuem para a onipresença de formigas em suas folhagens; primeiro, os caules de muitas plantas são escavados por besouros e as galerias são então usadas como locais de nidificação por numerosas espécies de formigas arbóreas (Oliveira e Freitas 2004; Oliveira *et al.* 2002). Segundo, plantas que possuem nectários extraflorais são abundantes entre a flora local e tais glândulas têm sido apontadas como importantes promotores da atividade de formigas na folhagem do Cerrado (Oliveira e Del-Claro 2005; Del-Claro 2004; Oliveira e Freitas 2004;

Oliveira *et al.* 2002). Terceiro, insetos herbívoros que produzem secreções que servem de alimento desempenham uma função chave na atração de formigas à folhas (Oliveira e Freitas 2004; Oliveira *et al.* 2002).

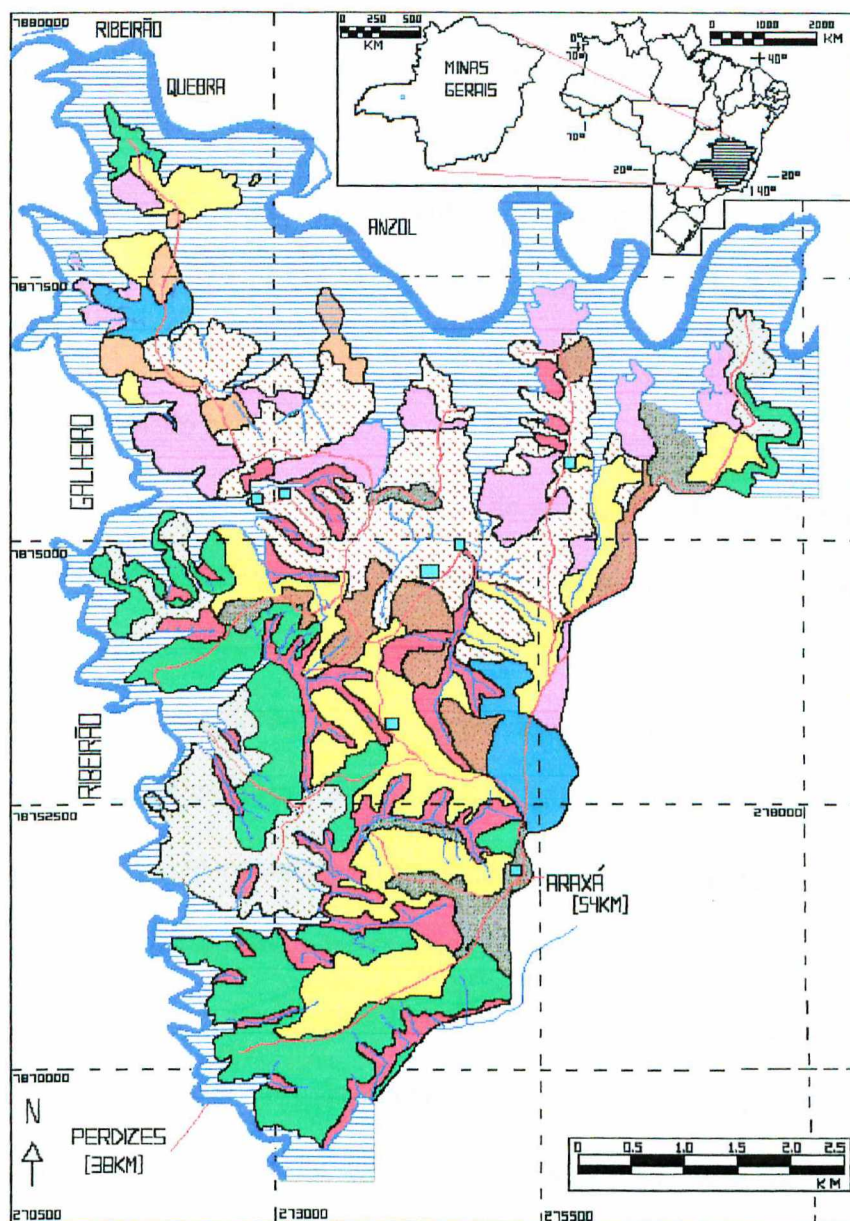
A presença de espécies de formigas edáficas no cerrado está principalmente ligada à complexidade estrutural do hábitat (Soares *et al.* 1998, Marinho *et al.* 2002), ou seja, em habitats mais heterogêneos, a possibilidade de um maior número de locais de nidificação e alimentação é um atrativo a mais para as formigas (Soares *et al.* 1998, Marinho *et al.* 2002). Embora muitas espécies de formigas desapareçam com o decréscimo da complexidade dos ecossistemas, outras respondem positivamente, o que é refletido no aumento de suas abundâncias nestes locais (Soares *et al.* 1998, Marinho *et al.* 2002; Fowler e Venticinque 1997).

Visto que as formigas são componentes dominantes no Cerrado, estudos a respeito desse táxon são importantes para compreender questões relevantes não só em relação aos impactos das formigas sobre a fauna e flora desse ecossistema (Oliveira *et al.* 2002; Del-Claro e Oliveira 1999, 2000; Del-Claro e Santos, 2000), mas também sobre os efeitos da ação antrópica e possíveis estratégias de conservação desse bioma (Del-Claro 2004); considerado um *hotspot* por possuir uma riqueza de espécies que, em alguns casos, não são encontradas em outro lugar (Gesisky 2004; Myers *et al.* 2000).

O presente estudo investigou a diversidade de formigas arborícolas e de solo em uma reserva ecológica no domínio do cerrado buscando caracterizar as diferenças segundo variáveis ambientais, principalmente relacionadas à estrutura da vegetação e sazonalidade.

2 - MATERIAL E MÉTODOS

A Unidade de Conservação Galheiro, de propriedade da Companhia Energética de Minas Gerais (CEMIG), está localizada no município de Perdizes – MG (S 19° 14'; O 47° 09' – S 19° 11'; O 47° 06'). A unidade é uma Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN) com 2.847 ha. A área possui relevo ondulado, com predominância de vegetação de cerrado. Nas partes mais altas há variações gradativas entre campo cerrado e cerrado denso nas proximidades das vertentes, onde ocorrem estreitas faixas de mata ciliar ou de galeria. Nas áreas mais baixas, onde o solo permite, encontram-se formações florestais de fisionomias diversas tais como: campo limpo, campo cerrado, cerrado, cerradão, mata subperenifólia, mata de galeria, pastos e áreas em regeneração (FIGURA 1).



Legenda

	Limite da unidade		Campo Limpo		Pasto Sujo
	Instalação		Campo Cerrado		Pasto de Jaraguá
	Estrada		Cerrado		Pasto de Braquiária
	Limite de Fitofisionomias		Cerradão		Área em Regeneração
	Drenagem		Mata Subperenifólia		
	Antigo Leito do Rio		Mata de Galeria		
	Reservatório (inundável)				

FIGURA 1- Mapa da RPPN de Galheiro, Perdizes-MG, mostrando as principais fitofisionomias de cerrado encontradas na área. Fonte: Castro (1995), digitalizado por Edivane Cardoso da Silva e modificado por Graziella Diogenes Vieira Marques.

A amostragem da mirmecofauna foi realizada mensalmente no período de abril de 2002 a dezembro de 2003 de acordo com o estado das fisionomias encontradas na reserva; ou seja, os pontos estariam em áreas com pouca cobertura arbórea (APCA; 0% - 35%) e em áreas com muita cobertura arbórea (AMCA; > 35%). Neste caso, as principais diferenças observadas entre estes pontos foram o nível de sombreamento do solo, temperatura, umidade e complexidade estrutural do hábitat.

As coletas foram feitas com o uso de iscas de atração, sendo que foram feitos quatro tipos de coletas (solo, vegetação, diurno e noturno) em dois tipos de ambientes (AMCA e APCA) durante dois períodos do ano (estações seca e chuvosa). As iscas foram dispostas em transectos de aproximadamente 200m ou mais, dependendo do número de unidades colocadas (o mínimo foi de 10), onde cada uma estava distante entre si 20m e em lados alternados da trilha. Cada isca consistia em pequenas porções de sardinha (macerada e com pouco óleo, apenas para não ressecar o material) – equivalentes a uma colher de café –, colocadas sobre um guardanapo de papel (aproximadamente 10cm²), em contato direto com o solo, ou sobre a vegetação, nesse último caso a aproximadamente 1m de altura. Quanto às iscas sobre a vegetação, não houve uma padronização dos locais colocadas (troncos, galhos ou folhas), pois se pretendeu apenas fixá-las em lugares que permitissem boa estabilidade das mesmas até o momento da coleta e que estivessem dentro do limite do transecto. Foram colocadas 10 iscas no solo e 10 sobre a vegetação, totalizando 20 iscas em cada transecto, um no período diurno e outro no período noturno, totalizando 40 armadilhas; sendo cinco amostragens em áreas com pouca cobertura (0% - 35%) e cinco em áreas com muita cobertura arbórea (> 35%), totalizando 400 coletas no total final. Os pontos amostrais colocados numa mesma área no período diurno não necessariamente foram os mesmos do período noturno, por terem sido dispostos aleatoriamente. O tempo de exposição de cada isca foi de 60 minutos, decorrido tal período, as formigas eram então capturadas por meio de pinça ou colocando-se a isca dentro

do pote de armazenamento. Cada pote foi devidamente identificado e continha álcool a 70% para a conservação dos espécimes.

No laboratório as formigas foram montadas e identificadas por meio de chaves de identificação até gênero seguindo Bolton (1997). A partir daí as mesmas foram identificadas até espécies de acordo com chaves disponíveis para alguns gêneros (Mariconi 1970; Hashmi 1973; Brown, Jr. 1976; Kluger e Brown, Jr. 1982), comparadas a outros espécimes já identificados ou separadas em morfoespécies e depositadas na coleção de referência do Museu de Biodiversidade do Cerrado (MBC-UFU).

Análise dos dados

Para determinar a dependência das espécies quanto ao tipo de hábitat, período do dia e tipo de substrato, calculou-se, primeiramente, o qui-quadrado para independência; em seguida o qui-quadrado de aderência entre os tipos de hábitat, período do dia e tipo de substrato.

Quanto à riqueza e diversidade, foram obtidos diversos índices para cada tipo de hábitat, período do dia e tipo de substrato. Os índices de Margalef (1958) e Menhinick (1964) são a mais simples medida de diversidade e suas fórmulas incorporam o número de espécies (s) e o total de indivíduos (N), porém são inadequados porque não permitem diferenciar as diversidades de comunidades diferentes quando essas apresentam o mesmo número de espécies (s) e total de indivíduos (N) (Brower e Zar 1984). O índice de rarefação de Hulbert (1971) permite a comparação de espécies entre comunidades quando não se tem o mesmo esforço amostral. Em sua equação é computado o número esperado de espécies em uma amostra aleatória de tamanho (N) como a soma das probabilidades de que cada espécie será incluída na amostra (Ludwig e Reynolds 1988). A família de números de diversidade de Hill (1973) mostra que as ordens 0, 1 e 2 dos números de diversidade coincidem com três das

mais importantes medidas de diversidade (número total de espécies, índice de Shannon e índice de Simpson) e que são chamadas de número efetivo de espécies, medem o grau com que abundâncias proporcionais estão distribuídas entre as espécies. Entretanto, tais números podem diferir entre si por sua tendência a incluir ou ignorar as espécies raras (Ludwig e Reynolds 1988). O índice de Simpson (1949) relaciona o número de indivíduos de cada espécie e o número total de indivíduos de todas as espécies na população (N). A probabilidade que dois indivíduos sejam capturados, ao acaso, de uma população pertençam a mesma espécie varia de 0 a 1. Por exemplo, se for encontrada uma alta probabilidade de ambos os indivíduos capturados pertencerem a mesma espécie, a diversidade daquele conjunto de dados será baixa (Ludwig e Reynolds 1988; Brower e Zar 1984). O índice de Shannon-Weaver (1949) é a medida do grau médio de incerteza em predizer que espécies numa escolha individual ao acaso de uma coleção de (s) espécies e (N) indivíduos pertencerão à determinada amostra, ou seja, a média de incerteza aumenta com o aumento do número de espécies e com a distribuição equivalente dos indivíduos entre as espécies. Existem duas propriedades do índice, $E = 0$ se, e somente se, há uma espécie na amostra e $E = \log_2(S)$ ou $E = \text{máximo}$, quando todas as espécies são representadas pelo mesmo número de indivíduos, que é, uma distribuição de abundâncias iguais (Ludwig e Reynolds 1988; Brower e Zar 1984).

A fim de estimar a riqueza de espécies amostrada na área, dois tipos de curvas foram calculados: curvas de rarefação baseadas na amostra e baseadas no indivíduo. As curvas de rarefação nada mais são do que curvas de acumulação de espécies – número de espécies descobertas dentro de uma área definida, como função de alguma medida do esforço gasto para encontrá-las – esperada (Ugland *et al.* 2003; Gotelli e Colwell 2001; Colwell e Coddington 1994). O método de rarefação padroniza a amostragem das espécies para um tamanho fixo de amostras o que reduz variações do número de espécies e aumenta a discriminação de locais tornando possível uma melhor comparação da riqueza de espécies

(Ugland *et al.* 2003; Kempton 2002; Hulbert 1971). As diferenças na riqueza e abundância relativa de espécies nas comunidades amostradas ressaltam diferenças na forma das curvas de acumulação (Thompson e Withers 2003; Ugland *et al.* 2003 Hughes *et al.* 2001). Como as comunidades contêm um número finito de espécies, uma estabilização (quando todas as espécies são amostradas) pode eventualmente ser alcançada se o pesquisador conseguir continuar sua amostragem até descobrir todas as espécies presentes na área (Hughes *et al.* 2001). Assim, as curvas contêm informação sobre quão bem comunidades têm sido amostradas (isto é, que fração das espécies na comunidade foi detectada; Hughes *et al.* 2001). As curvas foram calculadas por meio do software EstimateS (Colwell 2004) e são baseadas em dados de presença/ausência das espécies encontradas na área. Outro software utilizado foi o Biodiversity Program versão 2 (McAleece 1997), que utiliza a fórmula de Hulbert (1971) e são baseados em dados de abundância das espécies.

Foram calculados cinco índices de equidade para verificar quão homogêneas (equidade = máximo) ou heterogêneas (equidade = tendendo a zero) as amostras foram. O índice de equidade E1 (Pielou 1975,1977) expressa a equidade relativa ao máximo valor que ela pode alcançar, quando todas as espécies na amostra são perfeitamente iguais com um indivíduo por espécie. O índice E2 (Sheldon 1969) é a forma exponenciada de E1 e o E3 (Heip 1974) é o índice E2 subtraído de 1. O índice de equidade E4 (Hill 1973) é a razão do número de espécies muito abundantes (N2) por espécies abundantes (N1), por exemplo, caso a diversidade de uma comunidade for baixa, uma espécie tende a dominar e o N2 e N1 tenderão a um, convergindo E4 ao valor um. O índice E5 (Alatalo 1981) é a razão de Hill modificada, neste caso, quando E5 aproxima-se de zero uma espécie torna-se mais e mais dominante na comunidade. Os índices E1, E2 e E3 são sensíveis à riqueza de espécies e podem subestimar o número de espécies na comunidade, já os índices E4 e E5 não são

relativamente afetados e permanecem relativamente constantes com as variações amostrais (tais como a ocorrência de uma espécie rara; Ludwig e Reynolds 1988).

A análise de agrupamento foi feita para identificar diferenças no uso do hábitat, do substrato e do horário de atividade entre os gêneros de Formicidae. O agrupamento foi realizado sobre uma matriz do número de iscas em que estavam presentes cada gênero em cada amostragem, neste caso foram excluídos os gêneros representados por uma única ocorrência. Em seguida, os dados foram transformados (pelo $\log_{10} x + 1$) antes de se proceder a análise devido as discrepâncias nos valores de ocorrência entre os mesmos. Sobre essa matriz, foram calculados os coeficientes de dissimilaridade (distância Euclidiana simples), que foi utilizada para construir o cluster. O método de agrupamento utilizado foi UPGMA (agrupamento por pares não ponderados) (Ludwig e Reynolds 1988).

Para se verificar diferenças sazonais na ocorrência dos gêneros, fez-se uma correlação utilizando o coeficiente não paramétrico de Spearman, pois os dados não seguiram uma distribuição normal. Neste coeficiente, a hipótese nula testada é de que a abundância das espécies (no caso gêneros) não é correlacionada com o tipo de substrato e estação do ano ($r = 0$). Para testar a hipótese nula, comparou-se o valor absoluto de r com o valor crítico dado na tabela Rohlf e Sokal (1981), respeitando-se grau de liberdade e a probabilidade. Se o r excede o valor crítico, a hipótese nula é rejeitada. Porém, há limitações do coeficiente de Spearman, como o fato de tender a exagerar na importância global de valores muito grandes nos dados, ou proceder correlações ilegítimas quando há muitos zeros nas abundâncias (Ludwig e Reynolds 1988).

Para relacionar os gêneros de Formicidae encontrados com o substrato e estação do ano, foi feita também uma ordenação utilizando a análise do componente principal (PCA) na mistura das matrizes dos dados dos gêneros e dos fatores substrato e estação do ano (Ludwig e Reynolds 1988).

3 - RESULTADOS

Das 383 armadilhas amostradas encontrou-se um total de 72 espécies de formigas distribuídas em 18 gêneros pertencentes a seis subfamílias (TABELA 1).

O maior número de espécies encontradas pertenceu à subfamília Formicinae (28), seguida por Myrmicinae (22); e o menor número de espécies pertenceu às subfamílias Ecitoninae (2) e Pseudomyrmecinae (1) (FIGURA 2). Dentre os gêneros amostrados, o que apresentou o maior número de espécies foi *Camponotus* (25), seguido de *Pheidole* (10); os gêneros *Paratrechina*, *Heteroponera*, *Eciton*, *Neivamyrmex* e *Atta* apresentaram somente uma espécie (FIGURA 2).

Dentre os tipos de substratos investigados, as espécies de formigas foram distribuídas da seguinte forma: 28 espécies (38,89%) foram encontradas exclusivamente no solo, 21 (29,17%) somente sobre a vegetação e 23 (31,94%) ocorreram em ambos os tipos (TABELA 1). Quanto ao período do dia as espécies de formigas foram distribuídas da seguinte forma: 30 espécies foram capturadas em ambos os períodos (41,67%), 22 espécies (30,56%) foram exclusivamente diurnas e 20 espécies (27,78%) somente foram encontradas no período noturno (TABELA 1).

TABELA 1 – Espécies de formigas capturadas em iscas de sardinhas da RPPN Galheiro, Perdizes-MG com o número de ocorrências nas iscas (quanto ao tipo de hábitat) e caracterização quanto ao tipo de substrato e período do dia. AMCA = áreas com muita cobertura arbórea; APCA = áreas com pouca cobertura arbórea; s = solo; v = vegetação; d = diurno e n = noturno.

Subfamília	Gênero	Espécie	AMCA	APCA	Substrato	Período
Formicinae						
	<i>Brachymyrmex</i>	sp.1	4	1	s/v	d
		sp.2	1	5	v	n
	<i>Camponotus</i>	<i>atriceps</i> Fabricius	7	3	s/v	d/n
		<i>aff. blandus</i> Fr. Smith	2	7	s	d/n
		<i>crassus</i> Mayr	2	4	s/v	d/n
		<i>lespesii</i> Forel	7	0	s/v	n
		<i>leydigi</i> Forel	1	2	s	n
		<i>punctatus</i> Forel	1	1	v	d/n
		<i>renggeri</i> Emery	15	25	s/v	n
		<i>rufipes</i> Fabricius	6	2	s/v	d/n
		<i>sericeiventris</i> Guerin	0	3	s/v	d
		sp.1	2	0	s	n
		sp.2	2	0	s/v	d
		sp.3	3	19	s/v	d/n
		sp.4	4	1	s/v	n
		sp.5	1	4	v	d/n
		sp.6	1	0	s	n
		sp.7	1	4	v	d/n
		sp.8	1	0	v	d
		sp.9	6	13	s/v	d
		sp.10	2	0	v	d
		sp.11	0	3	v	n
		sp.12	0	10	s/v	n
		sp.13	1	3	v	n
		sp.14	0	3	v	n
		sp.15	1	0	v	n
		sp.16	1	0	v	d
	<i>Paratrechina</i>	sp.	3	1	s/v	d/n
Ponerinae						
	<i>Ectatomma</i>	<i>brunneum</i> Fr. Smith	1	2	s	d
		<i>edentatum</i> Roger	0	1	s	n
		<i>opaciventre</i> Roger	1	3	s	d
		<i>permagnum</i> Forel	2	3	s	d
		<i>tuberculatum</i> (Olivier)	0	3	v	d
	<i>Gnamptogenys</i>	<i>striatula</i> Mayr	1	0	v	d
	<i>Heteroponera</i>	sp.	0	1	v	n
	<i>Odontomachus</i>	<i>chelifer</i> Latreille	6	2	s	d/n

		<i>opaciventris</i> Forel	0	1	s/v	d/n
	<i>Pachycondyla</i>	<i>foedita</i> (Linnaeus)	0	1	s	d
		<i>obscuricornis</i> (Emery)	0	2	s	d
		<i>striata</i> Fr. Smith	1	2	s/v	d
		<i>villosa</i> (Fabricius)	4	4	s/v	d/n
		sp.1	1	0	v	d
Dolichoderinae						
	<i>Azteca</i>					
		sp.1	1	0	v	d
		sp.2	1	0	s	n
	<i>Linepithema</i>					
		<i>humile</i> (Mayr)	7	4	s/v	d/n
		sp.1	1	1	s	d
		sp.2	1	1	s	n
Ecitoninae						
	<i>Eciton</i>					
		sp.	0	1	s	d
	<i>Neivamyrmex</i>					
		sp.	1	0	s	n
Pseudomyrmecinae						
	<i>Pseudomyrmex</i>					
		<i>gracilis</i> (Fabricius)	1	1	s	d/n
Myrmicinae						
	<i>Atta</i>					
		<i>sexdens</i> (Forel)	4	4	s	d/n
	<i>Cephalotes</i>					
		<i>atratus</i> Linnaeus	2	5	s	d
		<i>clypeatus</i> (Fabricius)	2	0	v	d
		<i>pusillus</i> (Klug)	8	2	v	d/n
		<i>simillimus</i> (Kempf)	3	0	v	d/n
	<i>Crematogaster</i>					
		sp. prox. <i>victima</i> (Smith)	3	0	v	d/n
		sp.1	2	0	v	d/n
		sp.2	3	5	s/v	d/n
	<i>Pheidole</i>					
		sp.1	12	13	s/v	d/n
		sp.2	48	4	s/v	d/n
		sp.3	7	0	s/v	d/n
		sp.4	16	2	s/v	d/n
		sp.5	9	3	s/v	d/n
		sp.6	1	0	s	d
		sp.7	6	4	s	d/n
		sp.8	4	3	s	d/n
		sp.9	2	1	s	n
		sp.10	0	1	s	n
	<i>Solenopsis</i>					
		sp.1	3	1	s/v	d/n
		sp.2	2	1	s	n
		sp.3	3	2	s	d/n
		sp.4	2	1	s	d/n
Total			247	199		

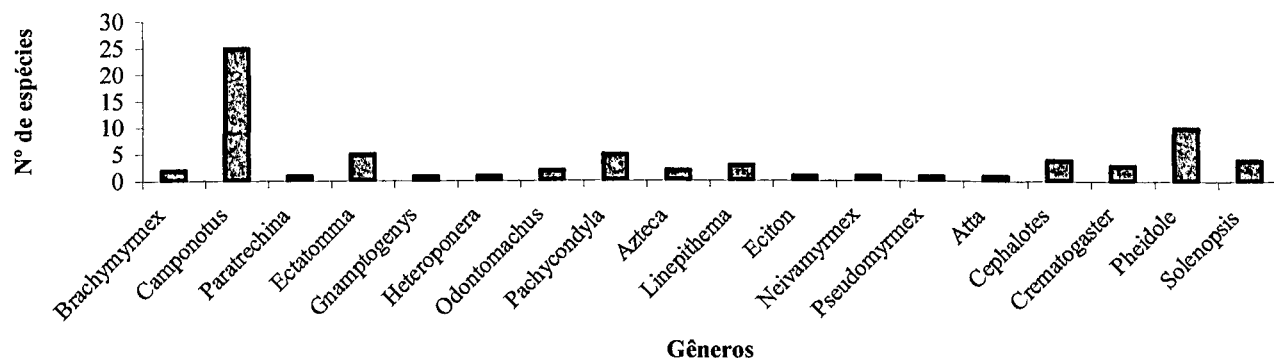


FIGURA 2 - Número de espécies por gênero encontradas na RPPN Galheiro, Perdizes-MG.

A partir do teste de X^2 para dependência verificou-se que a presença das espécies de formigas depende do tipo de habitat (áreas com pouca ou áreas com muita cobertura arbórea) ($X^2 = 166,698$; $P < 0,05$), do tipo de substrato (solo ou vegetação) ($X^2 = 175,383$; $P < 0,05$) do período do dia (noturno ou diurno) ($X^2 = 216,375$; $P < 0,05$).

As curvas de rarefação calculadas mostram um rápido aumento do número de espécies com o aumento do tamanho amostral seguido de uma leve inclinação, entretanto não há indicação de que as curvas estejam se aproximando de uma estabilização (FIGURA 3 e 4). Além disso, as curvas não mostraram uma diferença marcante entre os atributos investigados ou os softwares utilizados (FIGURA 3 e 4).

Áreas com pouca cobertura arbórea possuem maior diversidade (E) do que áreas com muita cobertura ($t = 32,90$; $P < 0,05$). Em relação ao tipo de substrato, a maior diversidade foi encontrada na vegetação ($t = 35,69$; $P < 0,05$) e o período diurno é o responsável pelo maior índice quanto ao período do dia ($t = 32,38$; $P < 0,05$) (TABELA 2).

Nas áreas com muita cobertura arbórea, as maiores diversidades foram encontradas na vegetação ($t = 24,01$; $P < 0,05$) e no período noturno ($t = 22,24$; $P < 0,05$). Nas áreas com pouca

cobertura arbórea, a vegetação ($t = 24,54$; $P < 0,05$) e o período diurno ($t = 19,10$; $P < 0,05$) alcançaram os maiores índices (TABELA 2).

Ao se comparar os índices de Shannon encontrados com o índice máximo que ele poderia alcançar ($E = 1,8574$), verificou-se que todos os atributos analisados possuem uma diversidade relativamente alta.

TABELA 2 - Resultado da comparação do índice de diversidade de Shannon (1949) quanto ao hábitat (AMCA e APCA), tipo de substrato (solo e vegetação) e período do dia em áreas com pouca cobertura arbórea (APCA) e em áreas com muita cobertura arbórea (AMCA).

Atributos	E	Probabilidade
AMCA	1,5101	32,90 ($P < 0,05$)
APCA	1,5270	
Solo	1,4704	35,69 ($P < 0,05$)
Vegetação	1,5606	
Diurno	1,4833	32,38 ($P < 0,05$)
Noturno	1,4727	
Área com muita cobertura arbórea		
Solo	1,3740	24,01 ($P < 0,05$)
Vegetação	1,4324	
Diurno	1,3725	22,24 ($P < 0,05$)
Noturno	1,4032	
Área com pouca cobertura arbórea		
Solo	1,3814	24,54 ($P < 0,05$)
Vegetação	1,4294	
Diurno	1,3243	19,10 ($P < 0,05$)
Noturno	1,2777	

$P < 0,05$ indica diferença significativa pelo teste t de Student.

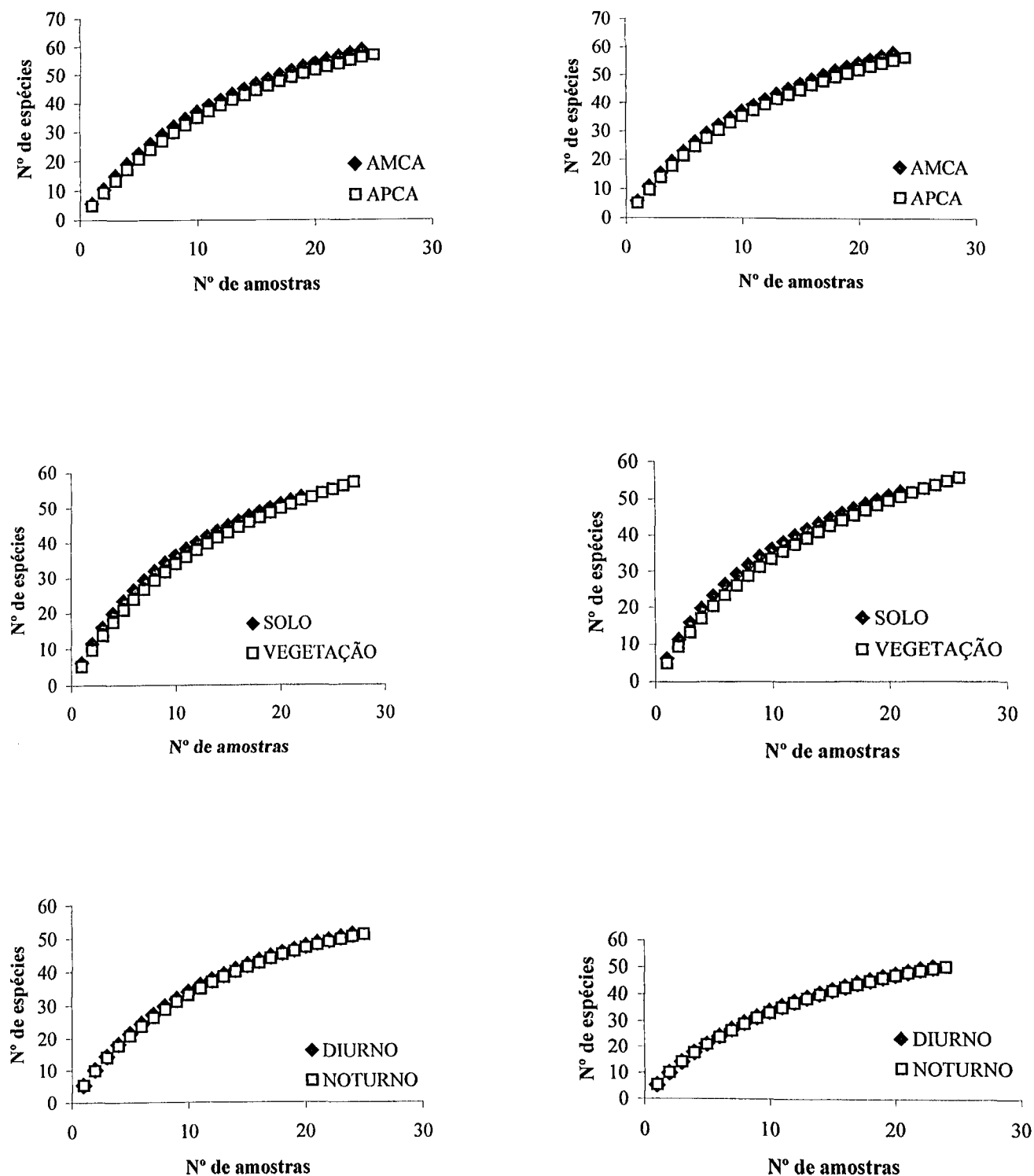


FIGURA 3 – Curvas de rarefação baseada na amostra (coluna esquerda) e no indivíduo (coluna direita) para os atributos: tipo de ambiente (AMCA e APCA), tipo de substrato (solo e vegetação) e período do dia (diurno e noturno). As seis curvas foram produzidas pelo software EstimateS (Colwell 2004).

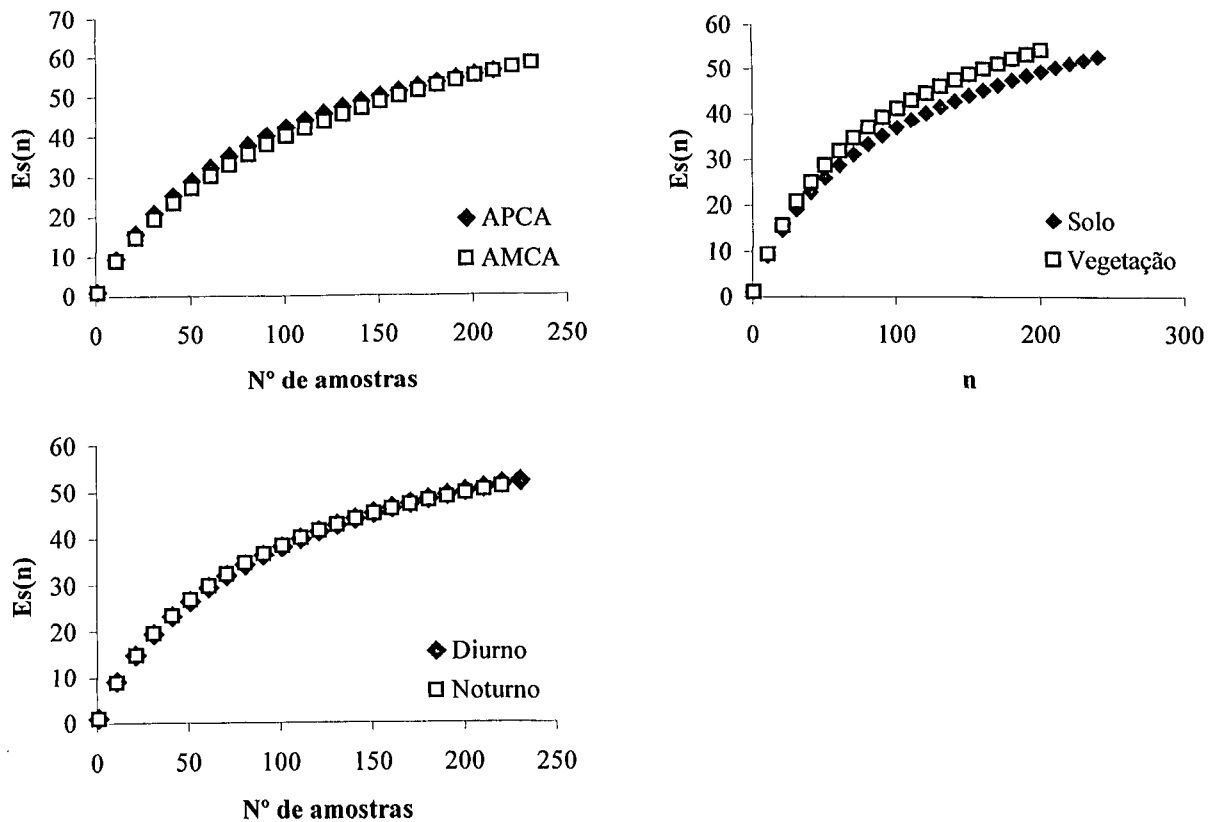


FIGURA 4 – Curvas de rarefação de Hulbet (1971) para os atributos: tipo de ambiente (AMCA e APCA), tipo de substrato (solo e vegetação) e período do dia (diurno e noturno). As três curvas foram produzidas pelo software Biodiversity Professional (McAleece *et al.* 1997).

Os índices de Margalef (1958) e Menhinick (1964), tiveram um resultado similar para todos os atributos. Verificou-se que a maior riqueza de espécies foi encontrada em áreas com muita cobertura arbórea (AMCA), na vegetação (AMCA e APCA) e no período diurno (AMCA e APCA) (TABELA 3). Quanto ao índice de rarefação de Hulbert (1971), que utiliza o número esperado de espécies em uma amostra aleatória, áreas com muita cobertura arbórea,

vegetação (AMCA e APCA) e período diurno (AMCA e APCA) apresentaram os mais altos índices, portanto espera-se que a mais alta diversidade de espécies seja encontrada para estes atributos (TABELA 3).

A diversidade medida pelos índices de Hill (1973) diferiu entre eles devido à suas tendências em incluir ou ignorar espécies raras na amostra (Alatalo e Alatalo 1977). Porém, houve um resultado similar entre todos, quanto à vegetação (AMCA) e ao período diurno (APCA), os quais apresentaram os maiores índices (TABELA 3). Áreas com pouca cobertura arbórea, diurno (AMCA) e vegetação (APCA) apresentaram a maior diversidade com relação a pelo menos dois índices (TABELA 4).

O índice de Simpson (1949) para todos os atributos foi mais próximo de zero, portanto, neste caso, a probabilidade de dois indivíduos capturados ao acaso pertencerem à mesma espécie é baixo, com isso a diversidade tende a ser alta (TABELA 3). A comparação dos atributos entre si mostrou que áreas com pouca cobertura arbórea (APCA), vegetação (AMCA), diurno (AMCA), solo (APCA) e diurno (APCA) foram os que apresentaram os maiores índices de diversidade (TABELA 3).

Quanto aos índices de equidade, apesar de alguns serem afetados pela riqueza de espécies (E1, E2 e E3), esses índices mostraram, relativamente, o mesmo resultado, ou seja, os atributos que menos equidade alcançaram foram áreas com muita cobertura arbórea (AMCA), solo e diurno (AMCA), vegetação e noturno (APCA), neles encontrou-se ocorrências divergentes das espécies, isto é, houve espécies muito freqüentes nas amostragens e espécies mais raras (TABELA 4).

A análise do agrupamento revelou a composição de dois grupos, os gêneros que foram mais freqüentes no solo e o utilizaram como nicho ecológico e os que utilizaram a vegetação para tal fim (FIGURA 5). Os gêneros responsáveis por esse padrão foram, *Atta*, *Eciton*, *Ectatomma*, *Neivamyrmex*, *Linepithema*, *Odontomachus*, *Pheidole* e *Solenopsis* (grupo mais

frequente no solo), *Brachymyrmex*, *Camponotus*, *Cephalotes*, *Crematogaster*, *Gnamptogenys*, *Heteroponera*, *Paratrechina* e *Pachycondyla* (grupo mais frequente na vegetação). Já os gêneros *Azteca*, e *Pseudomyrmex* podem ser encontrados em ambos os grupos.

TABELA 3 – Índices de riqueza e diversidade quanto ao hábitat (AMCA e APCA), tipo de substrato (solo e vegetação) e período do dia em áreas com pouca cobertura arbórea (APCA) e em áreas com muita cobertura arbórea (AMCA). S = número de espécies; R1 = índice de Margalef (1958); R2 = índice de Menhinick (1964); E (Sn) = índice de rarefação de Hulbert (1971); λ = índice de Simpson; N0, N1 e N2 = índices de diversidade de Hill (1973).

Atributos	S	R1	R2	E (Sn)	λ	N0	N1	N2
AMCA	60	10,709	3,818	30,29	0,0595	60	4,5273	16,82
APCA	53	9,824	3,757	28,66	0,0459	53	4,6042	21,77
Solo (AMCA)	53	9,466	3,400	26,31	0,0567	53	3,9513	17,64
Vegetação (AMCA)	57	10,705	4,168	32,46	0,0497	57	4,1889	20,11
Diurno (AMCA)	52	9,393	3,444	26,48	0,0523	52	3,9452	19,11
Noturno (AMCA)	50	9,100	3,386	26,25	0,0586	50	4,0682	17,06
Solo (APCA)	33	7,482	3,889	20,32	0,0559	33	3,9806	17,88
Vegetação (APCA)	41	8,957	4,396	22,63	0,0564	41	4,1761	17,73
Diurno (APCA)	32	6,703	3,168	17,80	0,0690	32	3,7595	14,49
Noturno (APCA)	31	6,558	3,148	17,28	0,0947	31	3,5885	10,56

TABELA 4 – Índices de equidade (E1, E2, E3, E4 e E5) quanto ao hábitat (AMCA e APCA), tipo de substrato (solo e vegetação) e período do dia em áreas com pouca cobertura arbórea (APCA) e em áreas com muita cobertura arbórea (AMCA). S = número de espécies.

Atributos	S	E1	E2	E3	E4	E5
AMCA	60	0,3688	0,0755	0,0598	3,7154	4,4852
APCA	53	0,3846	0,0869	0,0693	4,7285	5,7630
Solo (AMCA)	53	0,3653	0,0919	0,0703	3,2330	3,9897
Vegetação (AMCA)	57	0,3967	0,1132	0,0886	4,6584	5,8056
Diurno (AMCA)	52	0,3649	0,0917	0,0701	2,5308	3,0506
Noturno (AMCA)	50	0,3857	0,1071	0,0829	4,2193	5,2686
Solo (APCA)	33	0,3951	0,1206	0,0931	4,4907	5,6618
Vegetação (APCA)	41	0,3849	0,1019	0,0794	4,2446	5,2662
Diurno (APCA)	32	0,3821	0,1175	0,0890	3,8543	4,8886
Noturno (APCA)	31	0,3721	0,1158	0,0863	2,9428	3,6933

Não houve diferença sazonal na ocorrência dos gêneros entre as estações verão e inverno ($r_s = 0,601$; $n = 18$; $P < 0,05$), nem entre verão e inverno quando comparados em relação ao substrato vegetação ($r_s = 0,479$; $n = 18$; $P < 0,025$). As ocorrências dos gêneros diferiram sazonalmente nas armadilhas colocadas no solo ($r_s = 0,285$; $n = 18$; $P < 0,10$).

Quanto à análise de ordenação dos gêneros em relação ao tipo de substrato e estação do ano, houve uma separação entre verão e inverno, sendo que os gêneros com eixos mais próximos de cada amostragem (si, sv, vi, vv) foram os mais freqüentes. Dentre aqueles que mais contribuíram para esta distribuição estão *Atta*, *Camponotus*, *Crematogaster*, *Cephalotes*, *Eciton*, *Ectatomma*, *Gnamptogenys*, *Odontomachus* e *Pseudomyrmex* no verão e *Heteroponera*, *Linepithema*, *Neivamyrmex* e *Paratrechina* no inverno (FIGURA 6).

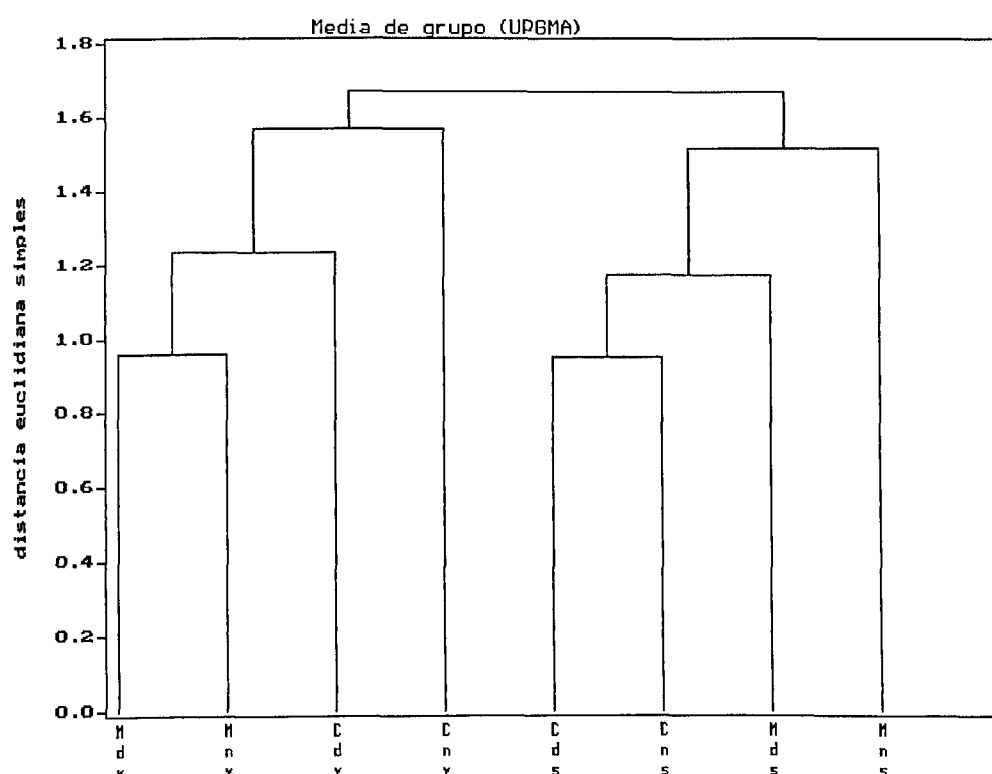


FIGURA 5 – Análise de agrupamento (método UPGMA) dos gêneros de Formicidae encontrados na RPPN de Galheiro, Perdizes-MG, utilizando o coeficiente de distância Euclidiana simples. M = área com muita cobertura arbórea; C = área com pouca cobertura arbórea; d = diurno; n = noturno; s = solo; v = vegetação.

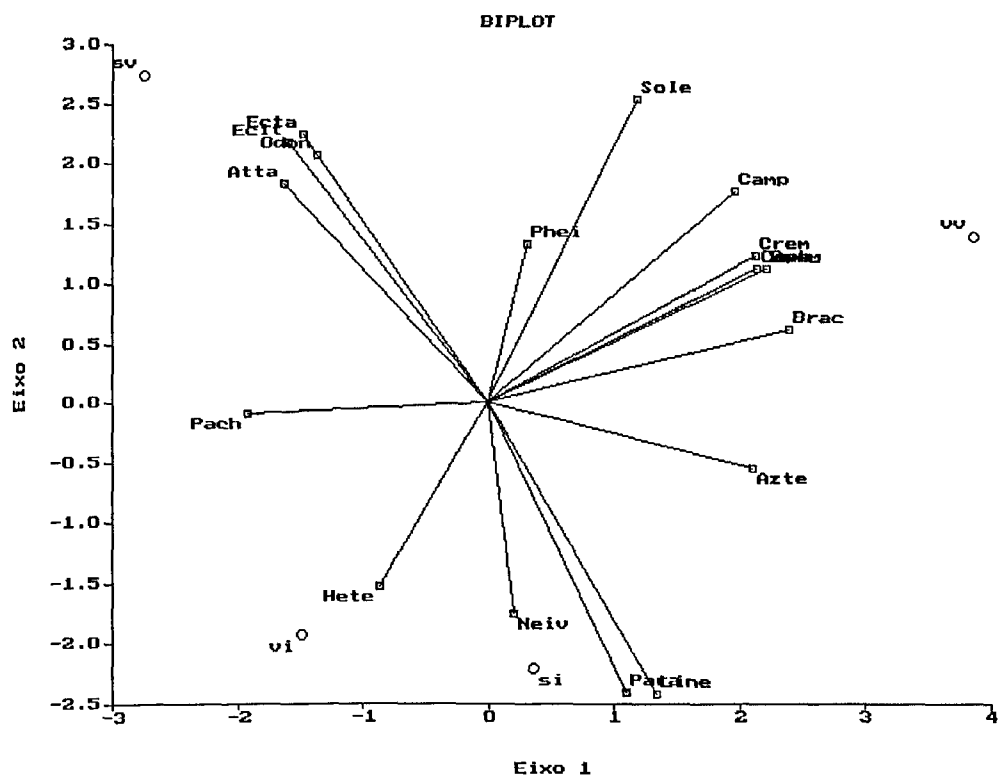


FIGURA 6 – Ordenação dos gêneros de Formicidade mostrando a correlação dos gêneros nos componentes vegetação e solo quanto às estações verão e inverno. si = solo e inverno; sv = solo e verão, vi = vegetação e inverno e vv = vegetação e verão.

4 - DISCUSSÃO

A riqueza de espécies é uma das medidas fundamentais para diversos estudos ecológicos e estratégias conservacionistas (ex: Andersen *et al.* 2004, 1995; Ribas *et al.* 2003). Embora a combinação de metodologias seja uma maneira eficiente de amostragem da mirmecofauna (Folgarait 1998), diversas metodologias têm sido empregadas para amostragem de espécies de formigas, o que resulta em diferentes abundâncias e assembléias encontradas. Ao utilizar o extrator de *Winkler*, Leponce *et al.* (2004) encontraram um total de 66 espécies de formigas de serrapilheira em floresta seca subtropical. Longino *et al.* (2002) utilizaram oito tipos de metodologias, de acordo com os diversos nichos ecológicos e encontraram 473 espécies de formigas em áreas de floresta tropical.

A entomofauna do cerrado vem sendo amostrada também de distintas formas. Silvestre e Silva (2001) utilizaram, além do extrator de *Winkler*, iscas de sardinha em solo e vegetação e coletas manuais e amostraram um total de 123 espécies, em uma unidade de conservação com vegetação nativa constituída em sua maior parte por matas secundárias de cerrado, cerradão e matas de galeria. Ribas *et al.* (2003) coletaram 133 espécies de formigas arbóreas com o uso de pitfall associado com iscas de sardinha e mel e coletas manuais em quatro tipos fisionômicos (campo sujo, campo cerrado, cerrado *sensu stricto* e cerradão). Castro *et al.* (1990) encontraram 82 morfoespécies utilizando iscas de sardinha dispostas no solo e sobre a vegetação em áreas de sucessão. A menor riqueza de espécies encontrada no presente estudo (72 espécies) em relação aos anteriores pode estar relacionada com a utilização de uma única metodologia ou o fato de que algumas áreas dentro da reserva, que antes eram pastagens, ainda estarem em processo de regeneração. Moutinho (1998) verificou que em ambientes de pastagens houve uma redução de 50% no número de espécies de formigas coletadas em relação aos ambientes florestados.

A maior riqueza de espécies encontrada, neste estudo, para o gênero *Camponotus* pode estar relacionada à sua adaptação às condições ambientais do bioma Cerrado, provavelmente as associações mutualísticas com plantas, hemípteros e lepidópteros sejam um dos fatores que possibilitam tal adaptação (Brandão *et al.* 2000; Del-Claro e Oliveira 1999; Araújo 1996; Oliveira e Brandão 1991). Outro fator que também pode ser sugerido não só para *Camponotus* mas também para *Pheidole* é a forma como exploram o ambiente, ou seja, ambos são em sua maioria onívoras, oportunistas e patrulham ativamente o ambiente a procura de alimentos (Silvestre e Silva 2001).

/A raridade em uma amostra pode ser causada por efeitos de borda metodológicos, no qual uma espécie é abundante no local de estudo, mas é subestimada devido à inadequação dos métodos amostrais (Longino *et al.* 2002). Uma maneira fácil de reconhecer espécies de borda, é utilizar múltiplas técnicas de amostragem em estudos de levantamento (Longino *et al.* 2002). Dessa forma os gêneros que foram mais raros neste estudo (*Paratrechina*, *Heteroponera*, *Eciton* e *Neivamyrmex*) podem ser o resultado desse efeito ou serem, na verdade, raros na reserva. O gênero *Atta* provavelmente apresenta uma ocorrência maior na reserva, nesse caso, a utilização de uma armadilha específica pode revelar uma frequência qualitativa e quantitativa mais adequada.

{ A diferença encontrada entre a diversidade máxima, $\ln(S)$, e o índice de Shannon (E) neste estudo foi menor do que a observada por Leponce *et al.* (2004) para uma comunidade de formigas de serrapilheira que girou em torno de pouco mais de um. A alta diversidade da mirmecofauna encontrada, pelo índice de Shannon, neste estudo para o hábitat de pouca cobertura arbórea (APCA) e para o substrato vegetação, pode estar relacionada provavelmente com uma maior heterogeneidade ambiental. De acordo com Ribas *et al.* (2003), a riqueza e a densidade de espécies de plantas presente nos hábitats pode influenciar a riqueza de espécies de formigas, visto que a quantidade de recursos tanto para espécies generalistas quanto

especialistas e interações mutualísticas dependem de quais espécies de plantas estão presentes na área. Além disso, a competição por recursos (temporal e espacialmente) pode ser um outro fator atuando sobre as espécies, pois a diversidade delas varia em função da quantidade de itens alimentares presentes no ambiente e da quantidade de sobreposição de nichos que uma espécie pode tolerar (Albrecht e Gotelli 2001; Castro *et al.* 1990; Bernstein 1979). A composição de espécies de formigas também varia quanto ao período do dia (Del-Claro e Oliveira 1999; Oliveira e Brandão 1991; Hölldobler e Wilson 1990) e provavelmente sofreu, neste estudo, a influência da amostragem do maior número de espécies no período diurno que são ativas tanto durante o dia quanto à noite (41,67%) e as que são exclusivamente noturnas serem menos abundantes na reserva (27,78%), uma exceção foi uma alta diversidade encontrada para o período noturno em áreas com muita cobertura arbórea, que provavelmente pode estar relacionada com a abundância das espécies exclusivamente noturnas. A discordância dos demais índices analisados com os resultados do índice de Shannon pode ser uma evidência de que a riqueza de espécies e o tamanho amostral tiveram uma influência muito expressiva para alguns atributos, tais como áreas com muita cobertura arbórea (AMCA) para os índices de Margalef (1958), Menhinick (1964) e Hulbert (1971) e solo (APCA) para o índice de Simpson (1949).

A dependência das espécies de formigas entre os habitats amostrados e a baixa equidade encontrada em áreas com muita cobertura arbórea, solo e diurno (AMCA), vegetação e noturno (APCA) provavelmente foi devida à sensibilidade ao esforço amostral, ou seja, espécies comuns ou raras não podem ser adequadamente amostradas com poucas amostras (Leponce *et al.* 2004; Longino *et al.* 2002). Outros fatores também podem ter contribuído para esses resultados, tais como a diferença de hábitos das formigas (arborícola, terrestre, serrapilheira, busca ativa de alimento etc.) ou as diferenças estruturais entre os ambientes, visto que cada espécie ocupa o nicho em que vive de forma diferente o que acaba

se refletindo na abundância de seus indivíduos no ambiente (Moutinho 1998; Hölldobler e Wilson 1990).

Silvestre e Silva (2001) encontraram 14 guildas de formigas na análise de agrupamento com nível de corte 4 da distância Euclidiana, o qual formou 17 grupos, o presente estudo separou os gêneros em apenas duas guildas (vegetação e solo). Esta separação por substrato sugere um maior relacionamento dos gêneros com o hábito arborícola ou edáfico mais do que propriamente do tipo do hábitat ou período do dia, ainda que algumas espécies possam ocorrer em ambos os estratos (Ribas *et al.* 2003; Silvestre e Silva 2001; Oliveira e Brandão 1991; Castro *et al.* 1990).

A coexistência de espécies de formigas pode refletir a partição temporal e espacial em formigas (Albrecht e Gotelli 2001; Del-Claro e Oliveira 1999; Brühl *et al.* 1998). A partição do estrato encontrada neste estudo corrobora o encontrado para outros estudos (Albrecht e Gotelli 2001; Brühl *et al.* 1998), os quais verificaram que tal coexistência pode ser mediada por diversas interações competitivas. Apesar da grande proporção de espécies estarem presentes em ambos os estratos (31,94%), isto pode ser devido à alta mobilidade das espécies de formigas para usar diferentes estratos para forrageamento e nidificação, neste caso, algumas espécies podem ser consideradas “turistas” naquele estrato onde a colônia não está estabelecida.

Neste estudo, a maioria das espécies de Myrmicinae foi encontrada no solo, assim como as espécies da subfamília Ponerinae. As espécies de Formicinae foram dominantes sobre a vegetação. Uma distribuição similar entre as subfamílias Myrmicinae e Formicinae não foi encontrada em alguns dos estudos que avaliam a diversidade de formigas em solo e vegetação (TABELA 5). A distribuição das espécies de formigas pode ser atribuída não só pelas diferenças nos micro-hábitats, mas também pela história evolutiva das formigas (Hölldobler e Wilson 1990). Subfamílias mais “primitivas”, como Ponerinae podem ser

principalmente encontradas na serrapilheira e solo, enquanto Myrmicinae e Formicinae são mais derivadas e possivelmente colonizaram o hábitat arbóreo vindas do solo e da serrapilheira, pois se suspeita que estes eram os hábitats originais das formigas (Brühl *et al.* 1998; Hölldobler e Wilson 1990). Além disso, as diferenças na distribuição entre Myrmicinae e Formicinae podem estar relacionadas às espécies do gênero *Pheidole* que limitariam o número de espécies de *Camponotus* por serem competidoras do mesmo recurso (Albrecht e Gotelli 2001; Moutinho 1998).

Padrões de atividade anual também podem ser importantes na estruturação de comunidades de formigas (Hölldobler e Wilson 1990). Albrecht e Gotelli (2001) documentaram padrões de atividade espacial e temporal em uma guilda de formigas edáficas de pastagem que se distribuíram de forma mais agregada ao longo do ano provavelmente devido às restrições térmicas de um ambiente sazonal. O cerrado por ser um ambiente com estação seca e chuvosa bem definidas (Goodland e Ferri 1979), possibilita a alternância da presença de espécies de formigas em uma área ao longo do tempo. No estudo de Del-Claro e Oliveira (1999), em uma área de cerrado, o gênero *Camponotus* ocorreu o ano todo, mas houve mudanças na composição das espécies durante todo o período. Entretanto, a não ocorrência de uma diferença sazonal das formigas neste estudo provavelmente não refletiu as mudanças temporais na composição em nível de espécies dentro dos gêneros. Além disso, a diferença sazonal significativa encontrada nas armadilhas de solo não apresentou uma correlação, pois ao retirar-se os gêneros *Camponotus* e *Pheidole* da amostra, os demais foram pouco freqüentes em uma das estações (1-2 indivíduos) ou exclusivos do verão ou do inverno.

TABELA 5 – Proporção de espécies de Myrmicinae e Formicinae em diferentes estudos.

Área de Estudo	Nº espécies	Porcentagem de		Estudo (substratos)
		Myrmicinae	Formicinae	
Kinabalu National Park, Sabah, Malaysia	524	39,90	31,50	Brühl <i>et al.</i> (1998) (solo e vegetação)
Kinabalu National Park, Sabah, Malaysia	54	46,30	37,04	Floren <i>et al.</i> (2002) (vegetação)
Clube de Caça e Pesca Itororó de Uberlândia, Uberlândia, Brasil	22	45,45	13,64	Santos e Del-Claro (2001) (vegetação)
Campus Pampulha - UFMG, Belo Horizonte, Brasil	82	59,5	24,39	Castro <i>et al.</i> (1990) (solo e vegetação)
Fazenda Dimona e Fazenda Porto Alegre, Manaus, Brasil	48	35,41	12,50	Vasconcelos (1999) (solo)
Fazenda Vitória, Paragominas, Brasil	54	55,00	13,00	Moutinho (1998) (solo)
RPPN Galheiro, Perdizes, Brasil	72	30,56	38,89	Presente estudo

Estudos que amostram comunidades naturais têm como preocupação investigar quão bem uma amostra reflete uma diversidade “verdadeira” da comunidade (Colwell *et al.* 2004; Ugland *et al.* 2003; Kempton 2002; Hughes *et al.* 2001; Guilbert 1998; Colwell e Coddington 1994). A relação entre o número de espécies observadas e o esforço amostral empregado para encontrá-las pode fornecer informações sobre a diversidade total da comunidade amostrada (Colwell *et al.* 2004; Ugland *et al.* 2003; Kempton 2002; Hughes *et al.* 2001; Guilbert 1998; Colwell e Coddington 1994). Todavia, a estimativa da riqueza de uma área esbarra em alguns problemas, tais como, a dificuldade de se alcançar uma estabilização para um conjunto de espécies que são difíceis de serem identificadas ou hiperdiversas (ex. artrópodos tropicais) e a dificuldades metodológicas e estatísticas para um melhor diagnóstico dessa riqueza (Hughes *et al.* 2001; Walther e Morand 1998; Colwell e Coddington 1994). Tais dificuldades podem ter contribuído para que as curvas encontradas no presente estudo não se aproximassem de uma estabilização e nem mostrassem diferenças marcantes entre os atributos investigados (tipo de hábitat, tipo de substrato e período do dia). Além disso, estas curvas sugerem que a

riqueza de espécies é bem maior do que a encontrada por este estudo, que há necessidade de um maior esforço amostral a fim de se capturar um conjunto mais completo de espécies e que se utilize pelo menos dois tipos de metodologias. Lopes (2003, dados não publicados) verificou que as metodologias que utilizam o extrator de Winkler e armadilhas de pitfall foram as mais eficientes para a captura da mirmecofauna em áreas de cerrado. Provavelmente, a amostragem de espécies raras ou que não foram capturadas pelo método de amostragem escolhido possam, num estudo posterior, mudar a forma das curvas de rarefação e possibilitar uma melhor estimativa do número de amostras necessárias para se conseguir um número de espécies de formigas mais próximo da riqueza de espécies da comunidade natural. Apesar dos computadores serem uma verdadeira revolução para o cálculo de riqueza e diversidade das espécies, vários softwares que medem ou estimam diversidade estão disponíveis (Magurran 2004), contudo, ainda não há nenhum estudo que os tenham comparado para avaliar a equivalência das fórmulas empregadas e dos resultados produzidos por eles. O presente estudo verificou que os dois softwares utilizados produziram resultados similares, mesmo utilizando diferentes entradas de dados e fórmulas distintas para as curvas de rarefação. Embora tais resultados sugiram que os programas tenham um desempenho similar, novos conjuntos de dados devem ser analisados quanto a estes programas para confirmar ou não este desempenho.

A utilização de grupos indicadores para demonstrar os efeitos de mudanças ambientais vem crescendo nos últimos anos, principalmente aqueles estudos que utilizam invertebrados. As formigas têm sido um dos grupos mais requisitados por possuir algumas vantagens, tais como amostragem prática e rápida, identificação relativamente simples para a maioria das espécies e por serem sensíveis às perturbações ambientais (Andersen *et al.* 2004; Andersen e Majer 2004; Silvestre e Silva 2001; Moutinho 1998; Fowler e Pesquero 1996). Contudo ainda

há poucos estudos, na prática, que utilizam invertebrados devido ao baixo apelo que estes animais possuem junto ao público e às agências financiadoras (Andersen *et al.* 2004, 2002).

5 - CONCLUSÕES

Este estudo teve como intenção servir como base para estudos de conservação que possam ser desenvolvidos na RPPN de Galheiro e que utilizem formigas como indicadoras do estado de conservação desta área; assim como outras. Além disso, o presente estudo verificou a necessidade da utilização de metodologias combinadas para uma amostragem mais eficiente que abranja os diversos segmentos da mirmecofauna. Verificou-se também que estudos de sazonalidade podem ser úteis para identificar a composição temporal das espécies de uma área e que as análises de agrupamento são ferramentas essenciais para evidenciar as possíveis guildas em uma localidade.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTI, D. 2004. Social Insects World Wide Web – Hymenoptera On-Line Data Base. Disponível em: <<http://atbi.biosci.ohio-state.edu:210/hymenoptera>>. Acesso em: 19 set. 2004.

ALATALO, R. V. 1981. Problems in the Measurement of Evenness in Ecology. *Oikos* 37: 199-204.

ALATALO, R. V.; ALATALO, R. 1977. Components of diversity: multivariate analysis with interaction. *Ecology* 58: 900-906.

ALBRECHT, M., GOTELLI, N. J. 2001. Spatial and Temporal Niche Partitioning in Grassland Ants. *Oecologia* 126: 134-141.

ANDERSEN, A. N. 1995. A Classification of Australian Ant Communities, Based on Functional Groups with Parallel Plant Life-forms in Relation to Stress and Disturbance. *Journal of Biogeography* 22: 15-29.

ANDERSEN, A. N. e MAJER, J. D. 2004. Ants Show the Way Down Under: Invertebrates as Bioindicators in Land Management. *Front Ecol. Environ* 2 (6): 291-298.

ANDERSEN, A. N., HOFFMAN, B. D., MÜLLER, W. J., GRIFFITHS, A. D. 2002. Using Ants as Bioindicators in Land Management: Simplifying Assessment of Ant Community Responses. *Journal Applied Ecology*. 39: 8-17.

ANDERSEN, A. N., FISCHER, A., HOFFMANN, B. D., READ, J. L., RICHARDS, R. 2004. Use of Terrestrial Invertebrates for Biodiversity Monitoring in Australian Rangelands, with Particular Reference to Ants. *Austral Ecology* 29: 87–92.

ARAÚJO, L. M. 1996. Diversidade e Distribuição de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) ao Longo de um Gradiente de Altitude. Dissertação (Mestrado em Ecologia, Conservação e Manejo de Vida Silvestre) – Universidade Federal de Minas Gerais. 38pp.

BENSON, W. W.; BRANDÃO, C. R. F. 1987. *Pheidole* Diversity in the Humid Tropics: a Survey from Serra do Carajas, Para, Brasil. *Social Insects in Ecosystems*. 593-594.

BERNSTEIN, R. A. 1979. Relations Between Species Diversity and Diet in Communities of Ants. *Insectes Sociaux* 26 (4): 313-321.

BOLTON, B. 1997. Identification Guide to the Ant Genera of the World. Cambridge (MA): Harvard University Press. 222pp.

BRANDÃO, C. R. F., SILVESTRE, R., REIS-MENEZES, A. 2000. Influência das Interações Comportamentais entre Espécies de Formigas em Levantamentos Faunísticos em Comunidades de Cerrado. In: MARTINS, R. P., LEWINSOHN, T. M., BARBEITOS, M. S. (eds). *Ecologia e Comportamento de Insetos. Série Oecologia Brasiliensis*. vol. VIII. PPGE-UFRJ. Rio de Janeiro. pp. 371-404.

BRIDGEWATTER, S., RATTER, J. A., RIBEIRO, J. F. 2004. Biogeographic Patterns, β -Diversity and Dominance in the Cerrado Biome of Brazil. *Biodiversity and Conservation* 13: 2295-2318.

BROWER, J. E., ZAR, J. H. 1984. Field and Laboratory Methods for General Ecology. Iowa: Wm. C. Brown Publishers. 2^a ed.

BROWN, Jr., W. L. 1976. Contributions Toward a Reclassification of the Formicidae. Part VI. Ponerinae, Tribo Ponerini, Subtribe Odontomachiti. Section A. Introduction, Subtribal Characters. Genus *Odontomachus*. *Studia Ent.* 19 (1-4): 67-171.

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: 285-297.

CASTRO, A. G., QUEIROZ, M. V. B., ARAÚJO, L. M. 1990. O Papel do Distúrbio na Estrutura de Comunidades de Formigas (Hymenoptera, Formicidae). *Revista Brasileira de Entomologia* 34 (1): 201-213.

CASTRO, N. M. F. de. 1995. Projeto Executivo Unidade de Conservação Galheiro Estudo de Fauna e Flora. Relatório Final – Estudos Ambientais. Volume 2. Belo Horizonte: Leme Engenharia Ltda.

COLWELL, R. K. 2004. EstimateS: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 7. User's Guide and application published at: <<http://purl.oclc.org/estimates>>.

COLWELL, R. K.; MAO, C. X.; CHANG, J. 2004. Interpolating, Extrapolating, and Comparing Incidence-Based Species Accumulation Curves. *Ecology* 85 (10): 2717-2727.

COLWELL, R. K.; CODDINGTON, J. A. 1994. Estimating Terrestrial Biodiversity Through Extrapolation. *Phil. Trans. R. Soc. Lond. B* 345: 101-118.

CONSERVATION INTERNATIONAL 2002. Cerrado. Disponível em: <www.conservation.org.br>. Acesso em: 10 set. 2002.

DAVIDSON, D. W.; COOK, S. C.; SNELLING, R. R.; CHUA, TOCK H. 2003. Explaining the Abundance of Ants in Lowland Tropical Rainforest Canopies. *Science* 300: 969-972.

DEL-CLARO, K. 2004. *Comportamento Animal: Uma Introdução à Ecologia Comportamental*. Uberlândia: Kleber Del Claro. 132pp. ISBN: 85-89874-02-8.

DEL-CLARO, K.; OLIVEIRA, P. S. 1999. Ant-Homoptera Interactions in a Neotropical Savanna: The Honeydew-Producing Treehopper, *Guayaquila xiphias* (Membracidae), and its Associated Ant Fauna on *Didymopanax vinosum* (Araliaceae). *Biotropica* 31 (1): 135-144.

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): 156-165.

DEL-CLARO, K.; SANTOS, J. C. 2000. A função dos Nectários Extraflorais em Plantas do Cerrado. In: CAVALCANTI, T. B.; WALTER, B. M. T. (Org.). *Tópicos Atuais em Botânica*. Brasília: Sociedade Botânica do Brasil. pp. 84-89.

FISHER, B. L. 1996. Ant Diversity Patterns Along an Elevational Gradient in the Réserve Naturelle Intégrale d'Andringitra, Madagascar. *Fieldiana Zoology* (n. s.) 85: 93-108.

FLOREN, A., BIUN, A., LINSENMAIR, K. E. 2002. Arboreal Ants as Key Predators in Tropical Lowland Rainforest Trees. *Oecologia* 131: 137-144.

FOLGARAIT, P. J. 1998. Ant Biodiversity and its Relationship to Ecosystem Functioning: a Review. *Biodiversity and Conservation* (7): 1221-1244.

FOWLER, H. G., DELABIE, J. H. C. 1995. Resource Partitioning among Epigaeic and Hypogaeic Ants (Hymenoptera: Formicidae) of a Brazilian Cocoa Plantation. *Ecologia Austral*. 5: 117-124.

FOWLER, H. G.; PESQUERO, M. A. 1996. Ant Assemblages (Hymenoptera: Formicidae) of the Ilha do Cardoso State Park and their Relation with Vegetation Types. *Revista Brasileira de Biologia* 56 (2): 427-433.

FOWLER, H. G.; VENTICINQUE, E. 1997. Respostas de Invertebrados à Fragmentação Florestal e Uso da Terra: Implicações em Grandes Escalas. *Revista Bioikos, PUC-Campinas* 11 (1,2): 40-45.

FOWLER, H. G.; DELABIE, J. H. C.; MOUTINHO, P. R. S. 2000. Hypogaeic and Epigaeic Ant (Hymenoptera: Formicidae) Assemblages of Atlantic Coastal Rainforest and Dry Mature and Secondary Amazon Forest in Brazil: Continuums or communities. *Tropical Ecology* 41 (1): 73-80.

FOWLER, H. G.; MOUTINHO, P. R. de SOUZA; DELABIE, J. H. C.; AGUIAR, A. M. D. de 1997. Ground Ant Assemblages (Hymenoptera: Formicidae) Along Stress Gradients in Neotropical Habitats. *Naturalia* (22): 179-182.

GESISKY, J. 2004. Suporte para o Cerrado. *Ciência Hoje* 35 (210): 42-43.

GOODLAND, R.; FERRI, M. G. 1979. *Ecologia do Cerrado*. São Paulo: Ed. da Universidade de São Paulo. 196p. (Reconquista do Brasil).

GOTELLI, N. J.; COLWELL, R. K. 2001. Quantifying Biodiversity: Procedures and Pitfalls in the Measurement and Comparison of Species Richness. *Ecology Letters* 4: 379-391.

GUILBERT, E. 1998. Studying Canopy Arthropods in New Caledonia: How to Obtain a Representative Sample. *Journal of Tropical Ecology* 14: 665-672.

HASHMI, A. A. 1973. A Revision of the Neotropical Ant Subgenus *Myrmothrix* of Genus *Camponotus* (Hymenoptera: Formicidae). *Studia Ent.* 16 (1-4): 1-140.

HEIP, C. 1974. A New Index Measuring Evenness. *Journal of Marine Biological Association* 54: 555-557.

HILL, M. O. 1973. Diversity and Evenness: A Unifying Notation Method of Ordination. *Journal of the Royal Statistical Society, Series C* 23: 340-354.

KLUGER, C.; BROWN, Jr., W. L. 1982. Revisionary and Other Studies on the Ant Genus *Ectatomma*, Including the Description of Two New Species. *Search: Agriculture* 24: 1-8.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. 1990. *The Ants*. Cambridge: Belknap of Harvard University Press. 732 pp.

HUGHES, J.; HELLMANN, J. J.; RICKETTS, T. H.; BOHANNAN, B. J. M. 2001. Counting the Uncountable: Statistical Approaches to Estimating Microbial Diversity. *Applied and Environmental Microbiology* 67 (10): 4399-4406.

HULBERT, S. H. 1971. The Non-Concept of Species Diversity: A Critique and Alternative Parameters. *Ecology* 52: 577-586.

KEMPTON, R. A. 2002. Species Diversity. In: EL-SHAARAWI, A. H.; PIEGORSCH, W. W. *Encyclopedia of Environmetrics*. v. 4. Chichester: John Wiley and Sons. pp. 2086-2092.

LEPONCE, M.; THEUNIS, L.; DELABIE, J. H. C.; ROISIN, Y. 2004. Scale Dependence of Diversity Measures in a Leaf-litter Ant Assemblage. *Ecography* 27: 253-267.

LESTON, D. 1978. A Neotropical Ant Mosaic. *Annals of the Entomological Society of America* 71 (4): 649-653.

LONGINO, J. T.; CODDINGTON; COLWELL, R. K. 2002. The Ant Fauna of a Tropical Rain Forest: Estimating Species Richness Three Different Ways. *Ecology* 83 (3): 689-702.

LOPES, C. T. 2003. Avaliação de diferentes métodos para a captura de formigas (Hymenoptera: Formicidae) do Cerrado. Trabalho de Conclusão de Curso - Universidade Federal de Uberlândia (Monografia). 27f. (dados não publicados).

LUDWIG, J. A.; REYNOLDS, J. F. 1988. *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. New York: John Wiley and Sons, Inc. 338p.

MARGALEF, R. 1958. Information Theory in Ecology. *General Systematics* 3: 36-71.

MARICONI, F. A. M. 1970. *As Saúvas*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 167pp.

MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R., DELABIE, J. H. C.; SCHLINDWEIN, M. N. RAMOS, L. de S. 2002. Diversidade de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Serrapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e Área de Cerrado de Minas Gerais. *Neotropical Entomology* 31 (2): 187-195.

MARQUELLI, R. P. 2003. O Desenvolvimento Sustentável na Agricultura do Cerrado Brasileiro. Brasília: ISAE-FGV/ECOBUSINESS SCHOOL. 54p. (Monografia – MBA em Gestão Sustentável da Agricultura Irrigada, área de concentração “Planejamento Estratégico”).

MAGURRAN, A. E. 2004. *Measuring Biological Diversity*. Malden: Blackwell Pub.

MCALEECE, N.; LAMBSHEAD, P.; PATERSON, G.; GAGE, J. 1997. *Biodiversity Professional*. Versão 2. The Natural History Museum and The Scottish Association for Marine Science. Disponível em: <<http://www.sams.ac.uk/index.htm>>. Acesso em: 29/01/2005.

MENHINICK, E. F. 1964. A Comparison of Some Species-Individuals Diversity Indices Applied to Samples of Field Insects. *Ecology* 45: 859-861.

MOUTINHO, P. R. S. 1998. Impactos da Formação de Pastagens sobre a Fauna de Formigas: Conseqüências para a Recuperação Florestal na Amazônia Oriental. In: GASCON, C. e MOUTINHO, P. (eds). *Floresta Amazônica: Dinâmica, Regeneração e Manejo*. Ministério da Ciência e Tecnologia/ Instituto Nacional de Pesquisa da Amazônia (INPA). pp. 155-170.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R. A.; MITTERMEIER, C. G.; FONSECA, G. A. B. da; KENT, J. 2000. Biodiversity Hotspots for Conservation Priorities. *Nature* 403: 853-858.

NOGUEIRA-NETO, P. 1977. Conservação da Natureza no Cerrado. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO: Bases para Utilização Agropecuária. 4. 1977. Belo Horizonte: Itatiaia; São Paulo: Universidade de São Paulo. pp. 349-352.

OLIVEIRA, P. S.; DEL-CLARO, K. 2005. Multitrophic Interactions in a Neotropical Savanna: Ant-hemipteran Systems, Associated Insect Herbivores, and a Host Plant. In:

BURSLEM, D.F. R. P., PINARD, M. A., HARTLEY, S. E. (eds). Biotic Interactions in the Tropics. Cambridge: Cambridge University Press. (in press).

OLIVEIRA, P. S., FREITAS, A. V. L. 2004. Ant-Plant-Herbivore Interactions in the Neotropical Cerrado Savanna. *Naturwissenschaften* 91:557-570.

OLIVEIRA, P. S.; FREITAS, A. V. L.; DEL-CLARO, K. 2002. Ant Foraging on Plant Foliage: Contrasting Effects on the Behavioral Ecology of Insect Herbivores. In: OLIVEIRA, P. S., MARQUIS, R. J. (eds). *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. New York: Columbia University Press. pp. 287-305.

OLIVEIRA, P. S., MARQUIS, R. J. 2002. *The Cerrados of Brazil: Ecology and Natural History of a Neotropical Savanna*. New York: Columbia University Press. pp. 398.

OLIVEIRA, P. S.; BRANDÃO, C. R. F. 1991. The Ant Community Associated with Extrafloral Nectarines in the Brazilian Cerrados. In: HUXLEY, C. R.; CUTLER, D. F. (eds). 1991. *Ant-Plant Interactions*. Oxford: Oxford University Press. pp. 199-212.

PIELOU, E. C. 1977. *Mathematical Ecology*. New York: Wiley. 385p.

PIELOU, E. C. 1975. *Ecological Diversity*. New York: Wiley. 165p.

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* 28:305-314.

RICO-GRAY, V. 1993. Use of Plant-Derived Food Resource by Ants in the Dry Tropical Lowlands of Coastal Veracruz, Mexico. *Biotropica* 25 (3): 301-315.

ROHLF, F. J.; SOKAL, R. R. 1981. *Statistical Tables*. San Francisco: Freeman. 2^a ed.

SANTOS, J. C., DEL-CLARO, K. 2001. Interactions Between Ants, Herbivores and Extrafloral Nectarines in *Tocoyena formosa* (Cham. e Schlechtd) K. Schum. (Rubiaceae) in Cerrado Vegetation. *Revista Brasileira de Zoociências* 3 (1): 35-44.

SHANNON, C. E.; WEAVER, W. 1949. *The Mathematical Theory of Communication*. Urbana: University Illinois Press.

SHELDON, A. L. 1969. Equitability Indices: Dependence on the Species Count. *Ecology* 50: 466-467.

SILVESTRE, R.; SILVA, R. R. da. 2001. Guildas de Formigas da Estação Ecológica Jataí, Luiz Antônio-SP – Sugestões para Aplicação do Modelo de Guildas como Bio-Indicadores Ambientais. *Biotemas* 14 (1): 37-69.

SIMPSON, E. H. 1949. Measurement of Diversity. *Nature* 163: 688.

SOARES, S. de M.; MARINHO, C. G. S.; DELLA LUCIA, T. M. C. 1998. Riqueza de Espécies de Formigas Edáficas em Plantação de Eucalipto e em Mata Secundária Nativa. *Revista Brasileira de Zoologia* 15 (4): 889-898.

THOMPSON, G. G.; WITHERS, P. 2003. Effect of Species Richness and Relative Abundance on the Shape of the Species Accumulation Curve. *Austral Ecology* 28: 355-360.

UGLAND, K. I.; GRAY, J. S.; ELLINGSEN, K. E. 2003. The Species-Accumulation Curve and Estimation of Species Richness. *Journal of Animal Ecology* 72: 888-897.

VASCONCELOS, H. L. 1999. Effects of Forest Disturbance on the Structure of Ground-Foraging Ant Communities in Central Amazonia. *Biodiversity and Conservation* 8: 409-420.

VASCONCELOS, H. L.; MACEDO, A. C. C.; VILHENA, J. M. S. 2003. Influence of Topography on the Distribution of Ground-Dwelling Ants in an Amazonian Forest. *Studies on Neotropical Fauna and Environment* 38 (2): 115-124.

WALTHER, B. A.; MORAND, S.; 1998. Comparative Performance of Species Richness Estimation Methods. *Parasitology* 116: 395-405.

WIMP, G. M.; WHITHAM, T. G. 2001. Biodiversity consequences of predation and host plant hybridization on an aphid-ant mutualism. *Ecology* 82 (2): 440-452.