

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
***Campus* de Dourados**
Programa de Mestrado em Entomologia e Conservação da
Biodiversidade

**A COMUNIDADE DE FORMIGAS QUE FORRAGEIAM
EM ÁRVORES É AFETADA PELA COMPLEXIDADE
AMBIENTAL DE DIFERENTES FRAGMENTOS
FLORESTAIS NO MATO GROSSO DO SUL, BRASIL?**

ANDREIA BORGHETTI FALLEIROS

Orientador:
Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes

Dourados/MS
Junho/2004

Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
***Campus* de Dourados**
Programa de Mestrado em Entomologia e Conservação da
Biodiversidade

**A COMUNIDADE DE FORMIGAS QUE FORRAGEIAM
EM ÁRVORES É AFETADA PELA COMPLEXIDADE
AMBIENTAL DE DIFERENTES FRAGMENTOS
FLORESTAIS NO MATO GROSSO DO SUL, BRASIL?**

ANDREIA BORGHETTI FALLEIROS

Orientador

Prof. Dr. Wedson Desidério Fernandes

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Entomologia e Conservação da Biodiversidade, da Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, *Campus* de Dourados, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Zoologia, área de concentração Entomologia.

Dourados/MS
Junho/2004

Dedico este trabalho aos meus pais e irmãos, pelo apoio, carinho e oportunidade de realiza-lo, se não fosse por eles isso não teria sido possível.

Ao meu companheiro Vanderlei, pelo apoio, dedicação e paciência durante a realização deste trabalho e pelo amor que sempre dedicou a mim e a minha família.

AGRADECIMENTOS

Ao curso de Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade pela oferta de aprimoramento pessoal e intelectual.

Ao meu orientador, pelo incentivo, apoio e paciência durante todo este curso. E principalmente pela sua amizade, carinho e atenção (mesmo doente ele nunca deixou de me auxiliar).

Ao professor Dr. Manoel Araújo Uchôa-Fernandes por ter aceitado me orientar em um projeto, que infelizmente não deu certo e pela ajuda durante meus primeiros passos no curso.

Às secretarias Adriana, Gisele e Vanessa que sempre me atenderam e estiveram solícitas durante os dois anos de curso.

Ao amigo Josué Raizer por toda paciência, apoio, sugestões e “brigas” durante todo o curso e principalmente durante o desenvolvimento dos meus projetos.

Aos amigos Vandinho, Sergiane, Dani, Dylan, Russo, Almir, Solangela, Cris, João Vitor e Ju pelo auxílio no trabalho de campo.

Ao Roger por ter caído de pára-quedas na hora em que eu mais precisava.

Aos amigos Almir, Ritoca e Ze por todo carinho, dedicação e amizade.

À todos meus colegas de sala: Ângela, Magda, Gisele, João, Luciane, Onofre, Anna Kátia, Michelle, Vilma, Paulo e Dielma. Obrigada pela amizade e companheirismo.

Ao amigo Helton, que mesmo a distância nunca deixou de estar presente em todas as fases da minha vida.

Aos meus primos amados: Rafa, Carol, Lucas e Daniel.

Aos meus tios Ricardo, Syrene, Marta e Calemes por toda preocupação, socorro, incentivo e reconhecimento.

Aos meus avós Florinda e Renato pela compreensão por tantas vezes eu estar ausente e pelo carinho, preocupação e por serem tão maravilhosos, amo vocês.

A minha irmã Amanda por estar presente e me ajudar de todas as maneiras possíveis durante este mestrado.

Ao meu irmão Haroldo pela torcida e incentivo nas horas de desespero.

Ao meu companheiro, Vandinho que fez de tudo que podia, e o que não podia, para me ajudar durante o curso e principalmente pelo amor dedicado a mim. Sem contar os inúmeros fins de semanas que eu passei trabalhando sem poder lhe dar atenção, obrigada pela sua compreensão.

Aos meus sogros Vanderlei e Marisa e as minhas cunhadas Claudine e Francine pelo apoio e carinho.

Aos meus pais que me deram instrução, amor e apoio para que eu chegasse até aqui.

E, finalmente, aquele que fez tudo ser possível, Deus, por sempre ter colocado pessoas tão especiais em meu caminho, por atender aos meus pedidos e ouvir meus agradecimentos.

Amo todos vocês.

ÍNDICE

Lista de Figuras.....	i
Lista de Tabelas.....	ii
Resumo.....	iii
Abstract.....	iv
Introdução.....	1
Metodologia	4
Área de estudo.....	4
Coleta de dados.....	5
Análise de dados.....	7
Resultados	10
Biodiversidade.....	10
Co-ocorrência.....	11
Discussão.....	18
Referências	23
Apêndice.....	31

INTRODUÇÃO

A degradação ambiental pode acarretar conseqüências drásticas à fauna silvestre. Em ambientes florestais, por exemplo, essas conseqüências podem ser resultados de alterações do microclima, da oferta de abrigos, alimentos e sítios de reprodução, causando um declínio nas populações de animais ou mesmo a extinção de algumas espécies (WEYGOLDT, 1989; SOUZA e SILVA, 1994; DELIS *et al.*, 1996).

A fragmentação de habitat aumentou nos últimos anos principalmente pela construção de estradas e crescimento das áreas destinadas a agricultura e pastagem. A paisagem criada pela fragmentação raramente é planejada e não leva em consideração a forma e o tamanho dos remanescentes (SCHOEREDER *et al.*, no prelo). Para animais o processo de fragmentação cria barreiras que diminuem o fluxo de indivíduos provocando a diminuição da biodiversidade (VIANA, 1990). As principais conseqüências para a vegetação seriam a eliminação direta de algumas espécies, o aumento do efeito de borda e o favorecimento ao estabelecimento de espécies invasoras (SOUZA e SILVA, 1994).

LOPES (2000) e SCHOEREDER *et al.* (no prelo) citam a redução da área da vegetação e a mudança da matriz onde o fragmento está inserido, como efeitos da fragmentação. Neste caso, matriz corresponde ao habitat circundante de um fragmento e sua mudança consiste na substituição de uma área florestada por pastos, culturas agrícolas e estradas.

Florestas tropicais chuvosas possuem a comunidade de espécies de animais mais rica do planeta. Porque sua estrutura e dinâmica são pouco conhecidas, os efeitos da destruição destas florestas, através da fragmentação de habitat, necessitam ser melhor

estudados. As copas destas florestas são reconhecidas como habitat de uma enorme riqueza de espécies (SCHULZ e WAGNER, 2002) e normalmente são ocupadas por espécies dominantes de formigas (DJIETO-LORDON e DEJEAN, 1999).

Em áreas de floresta, as formigas compreendem cerca de 18% da fauna de artrópodes arborícolas e estão presentes nos mais diversos habitat (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990). Algumas formigas são estritamente arbóreas e outras nidificam no solo, mas regularmente sobem nas plantas para a obtenção de néctar, “honeydew”, presas ou folhas. Por serem abundantes, as interações entre formigas e plantas podem ser importantes para o aumento ou a diminuição da população de herbívoros (FERNANDES *et al.*, 1994, 2001; WESELOH, 2001).

Formigas cortadoras de folhas (particularmente *Atta* spp.) são consumidoras importantes de vegetação nos trópicos do Novo Mundo (WETTERER, 1994) removendo, em florestas intactas, aproximadamente 17% do total da produção foliar anual (FOLGARAIT *et al.*, 1996). A distribuição destas formigas parece ser influenciada pela presença de outras formigas arbóreas. WETTERER (1994), por exemplo, observou indivíduos de *Paraponera clavata*, uma formiga que forma ninhos na base de árvores, atacando uma coluna de forrageamento de *Atta cephalotes* numa floresta da Costa Rica.

O forrageamento de formigas nas plantas tem sido pouco estudado, apesar de muitos trabalhos enfocarem a interação formiga-planta ou, simplesmente, seu forrageamento no solo. Muitas espécies de formigas desenvolveram maneiras mais ou menos elaboradas de construir ninhos dentro ou sobre ramos da copa de árvores aumentando a proximidade da fonte de recurso alimentar (DAVIDSON, 1997).

Como o sucesso da colônia depende da disponibilidade de locais adequados para a nidificação e estes são controlados por fatores bióticos e abióticos (SOARES e

SCHOEREDER, 2001), a fragmentação do habitat pode influenciar na estrutura da comunidade de formigas. A família Formicidae é um táxon ideal para ser usado em estudos de comunidades, pois são insetos onívoros importantes e acredita-se que a estrutura de suas comunidades seja fortemente organizada por interações interespecíficas (GOTELLI e ELLISON, 2002). Além das interações interespecíficas, a complexidade e a riqueza da vegetação, a latitude e a altitude são alguns dos fatores que podem interferir na estrutura da comunidade de formigas (JEANNE, 1979; BENSON e HARADA, 1988; HÖLLDOBLER e WILSON, 1990; LEAL, 2002, 2003).

Este estudo teve como principal objetivo, caracterizar a comunidade de formigas que forrageiam em árvores de fragmentos florestais no sudoeste de Mato grosso do Sul, verificar se a complexidade ambiental interfere na riqueza e na composição desta comunidade e se mecanismos biológicos podem estar interferindo na co-ocorrência das espécies .

METODOLOGIA

Área de estudo

Este trabalho foi desenvolvido em 11 fragmentos florestais em dois municípios que fazem parte da região da Grande Dourados, no sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, Brasil. Esta região faz parte da Bacia do Rio Paraná e está localizada entre as coordenadas geográficas 21°02'40'' e 24°05'45'' de latitude sul e 52°09'54'' e 50°53'53'' de longitude oeste, abrangendo uma área de 67.447km² (EMBRAPA, 1986). Situa-se numa das principais áreas de produção agrícola do Brasil, onde são cultivados, principalmente, soja e milho (FIETZ *et al.*, 2001).

O clima apresenta características de verão quente e chuvoso e inverno frio e seco. As temperaturas médias acima de 22°C ocorrem de outubro a abril e nos outros meses do ano são registradas médias de 17 a 21°C. Os meses mais frios são junho e julho e os mais quentes são dezembro e janeiro. As chuvas geralmente não são bem distribuídas durante o ano. Os meses mais chuvosos ocorrem de novembro a janeiro e os menos chuvosos de junho a agosto. As precipitações anuais variam entre 1300 e 1700mm (EMBRAPA, 1986). A altitude é de 430m acima do nível do mar, apresentando um relevo plano com suaves ondulações (C.O.E.S.T./S.E.P.L.A.N., 1990).

Os fragmentos florestais amostrados estão numa região de transição de floresta estacional semidecidual, floresta mesófila e cerradão. Mesmo antes do desmatamento, as florestas já eram fragmentárias devido ao seu padrão disjuncto de distribuição na América do Sul (POTT e POTT, 2003).

Coleta de dados

Os fragmentos foram numerados e suas coordenadas anotadas, com o auxílio de um aparelho GPS. Com esses dados, pôde-se acessar a imagem da composição das bandas três, quatro e cinco de 2002 do satélite Landsat 7 e calcular a área de cada fragmento (ver Apêndice, Tabela 1).

A complexidade vegetal foi avaliada em cada ponto de amostragem de três maneiras diferentes: sombreamento, complexidade estrutural do sub-bosque e peso seco da serapilheira. O sombreamento, medido através da quantidade de sombra do local, foi obtido com o auxílio de um densiômetro. Os valores de sombreamento foram obtidos pela seguinte expressão:

$$C\% = 100 - (1,04 * n)$$

Onde:

C% é a porcentagem de cobertura vegetal média;

1,04 é o valor de correção; e

n é o número de pontos onde a luz incidia no densiômetro, observado em campo.

A complexidade estrutural do sub-bosque foi medida com o auxílio de “uma cruz” de madeira formada por dois eixos com 1m de comprimento cada, segundo metodologia proposta por VIEIRA (1999). Foi contado o número de galhos e folhas que atravessavam o plano de $0,5\text{m}^2$ compreendido entre as pontas dos eixos desta cruz, disposta paralelamente ao solo a 0,3m, 1m e 2m de altura. Um valor médio foi obtido a partir desses três valores em cada ponto amostral.

O peso seco da serapilheira de cada ponto de amostragem foi obtido a partir de uma única amostra de todo o material vegetal acima do solo e contido dentro de uma moldura quadrada de madeira com 25cm de lado, desidratado posteriormente em estufa.

Com o auxílio de uma calculadora, foram sorteados dez ângulos (variando de 0 a 360 graus) e dez distâncias (variando de 0 a 100m) para cada fragmento e cada conjunto de medidas ângulo-distância determinou um ponto de amostragem, totalizando dez pontos de amostragem em cada fragmento. Cada ponto foi localizado com o auxílio de uma bússola, a partir do ponto zero (próximo à região central do fragmento). Na árvore mais próxima a cada um destes pontos, foi instalada uma armadilha de queda com isca de sardinha e mel. A armadilha era composta de um recipiente plástico com 12cm de diâmetro e 8cm de altura, com um recipiente plástico menor colado no centro do pote, onde a isca era colocada. A armadilha foi fixada na árvore a aproximadamente 1,5m de altura com um pedaço de barbante colado na borda do recipiente maior e permaneceu no campo por 48h. As formigas eram atraídas pela isca e caíam em uma solução de detergente a 5%. A armadilha foi protegida da chuva por uma cobertura fixada na borda do recipiente (Figura 1).



Figura 1: Armadilha de queda fixada com auxílio de barbante em tronco de árvore. A seta aponta o pote que contém a isca para atração de formigas

Os espécimes de formigas coletados foram armazenados em álcool a 70%. Os indivíduos foram, então, lavados em alcoolcetona para retirada do óleo que ficava no seu exoesqueleto quando elas entravam em contato com a isca, devido ao transporte. Depois de lavadas, as formigas eram secas e montadas com as antenas e o primeiro par de pernas voltados para frente e os dois últimos pares de pernas voltados para traz. Na montagem as formigas eram coladas em triângulos de papel entre o primeiro e segundo pares de pernas. As alturas dos triângulos e das etiquetas foram padronizadas em todos os alfinetes da coleção mirmecológica. As formigas foram então identificadas com a utilização de chaves de identificação de BOLTON (1994) e conferidas pelo Prof. Dr. Rogério Silvestre (Universidade Federal de Mato Grosso do Sul/*Campus* de Dourados). O material testemunho está depositado no Laboratório de Ecologia de Insetos no *Campus* de Dourados/UFMS.

Análise de dados

Biodiversidade

Para estimar a riqueza de espécies de formigas, utilizou-se o programa EstimateS 5.0 (COLWELL, 1999). As curvas cumulativas de espécies das amostras e os índices extrapolados foram baseados nos cálculos de Jack-Knife de primeira ordem (Jack-Knife 1) e Bootstrap (BURNHAM e OVERTON, 1978 *apud* SCHULZ e WAGNER, 2002). Todos os cálculos foram aleatorizados 100 vezes.

Para obter o gradiente de variação da estrutura da comunidade de formigas baseado na sua composição de espécies, foi utilizado o método de ordenação de escalonamento multidimensional híbrido (HMDS) (FAITH *et al.*, 1987). Esta ordenação foi feita a partir da matriz de ocorrência de espécies de formigas (número de armadilhas

em que cada espécie foi encontrada em cada fragmento). O índice de dissimilaridade Bray-Curtis (BRAY e CURTIS, 1957) foi usado para obter a matriz de associação. Para decidir quantas dimensões a ordenação teria, usou-se, além do valor stress, o valor de ajuste (r^2) obtido a partir de uma análise de regressão linear entre os valores das distâncias originais da matriz de associação e aqueles derivados da ordenação para uma, duas e três dimensões. Para as análises optou-se pela ordenação em três dimensões.

Para verificar os efeitos das variáveis ambientais (peso seco de serapilheira, área, sombreamento, complexidade do sub-bosque e matriz ambiental) sobre a composição de espécies da comunidade de formigas (representada pela ordenação em 3 dimensões dos fragmentos), foi usada uma análise de covariância multivariada (MANCOVA). A estatística Pillai Trace foi usada para verificar a significância destes efeitos a partir do modelo:

$$\text{HMDS1, HMDS2, HMDS3} = a + b_1 \text{ARE} + b_2 \text{SER} + b_3 \text{COB} + b_4 \text{COM} + b_5 \text{MAT}$$

Onde:

HMDS1, 2 e 3 são os vetores que definem a ordenação dos fragmentos em 3 dimensões;

a, b_1 , b_2 , b_3 , b_4 e b_5 são constantes;

ARE área do fragmento;

SER peso seco de serapilheira;

COB sombreamento;

COM complexidade do sub-bosque; e

MAT tipo de matriz ambiental.

Para verificar o efeito das variáveis ambientais sobre a riqueza de espécies de formigas foi usada análise de covariância (ANCOVA).

Co-ocorrência

A verificação dos padrões de distribuição de espécies das formigas que ocorreram nos fragmentos foi feita através de uma matriz de incidência e análise de modelo nulo, usando o programa EcoSim 5.0 (GOTELLI e ENTSMINGER, 2001). Utilizando o método de Monte Carlo, este programa criou 1000 matrizes aleatórias de presença/ausência, com base na matriz original, para testar padrões não aleatórios de co-ocorrência de espécies. Cada matriz aleatorizada gerou um índice de co-ocorrência e, depois de feitas as aleatorizações, uma distribuição de frequência de índices foi produzida. A hipótese nula é a de que a presença de uma espécie de formiga não influencia a ocorrência de outra espécie. O índice C-Score de co-ocorrência é a média dos índices para todos os pares possíveis de espécies, mantendo fixo o número de linhas e colunas da matriz original. Se o índice de co-ocorrência da matriz original coincide dentro dos 95% da distribuição de frequência das matrizes aleatorizadas, a hipótese nula é aceita. Por outro lado, se o C-Score observado estiver fora dos 95% do limite de confiança das matrizes aleatorizadas, a hipótese nula é rejeitada e, portanto considera-se que mecanismos biológicos podem estar interferindo na co-ocorrência das espécies.

RESULTADOS

Biodiversidade

Foram coletadas 5089 formigas distribuídas em 5 subfamílias – Dolichoderinae, Formicinae, Myrmicinae, Ponerinae e Pseudomyrmecinae – compreendendo 13 tribos, 18 gêneros e 51 morfoespécies. A subfamília Myrmicinae foi a que apresentou maior número de tribos (seis), gêneros (nove) e espécies (23). A tribo Dolichoderini, apesar de ser a única da subfamília Dolichoderinae, foi a que apresentou maior número de gêneros (três). O gênero *Camponotus* foi o melhor representado em número de espécies. *Camponotus crassus* foi a espécie que apresentou maior frequência de ocorrência (0,91), seguida de *Pseudomyrmex* sp.1 com 0,64 e *Solenopsis* sp.2, *Solenopsis* sp.3 e *Crematogaster* sp.2 com 0,54. Vinte espécies foram coletadas em apenas um fragmento (Tabela 1).

As curvas cumulativas de espécies estimadas pelos índices de Jack-Knife 1 e Bootstrap mostraram que os valores observados não diferem dos esperados, pois as barras de desvio padrão estão sobrepostas. Observa-se que as linhas ainda estão ascendentes com tendência à estabilização, o que indica a existência provável de espécies que não foram amostradas (Figura 2).

A variação na composição de espécies de formigas, representada pela ordenação (HMDS) dos fragmentos (Figura 3), não foi explicada significativamente pelas variáveis ambientais (MANCOVA, Tabela 2). As variáveis ambientais também não explicaram significativamente a variação na riqueza de espécies de formigas entre os fragmentos (ANCOVA, Tabela 3).

Co-ocorrência

O índice de co-ocorrência observado coincidiu dentro dos 95% da distribuição de frequência das matrizes aleatorizadas (Índice observado = 2,71; $p=0,07$), portanto a hipótese nula é aceita e, nestes fragmentos, a comunidade de formigas apresenta um padrão de distribuição aleatório (Figura 4).

Tabela 1: Espécies frequência absoluta de formigas em 11 fragmentos florestais do sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul.

Taxa	Fragmentos											Frequência de ocorrência
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Dolichoderinae												
Dolichoderini												
<i>Azteca</i> sp.1		X	X		X			X			X	0,45
<i>Azteca</i> sp.2		X	X	X				X		X		0,45
<i>Dolichoderus</i> sp.										X		0,09
<i>Linepithema</i> sp.			X									0,09
Formicinae												
Brachymyrmecini												
<i>Brachymyrmex</i> sp.1								X		X	X	0,27
<i>Brachymyrmex</i> sp.2		X										0,09
Camponotini												
<i>Camponotus crassus</i>	X	X	X	X	X	X		X	X	X	X	0,91
<i>Camponotus rufipes</i>				X				X		X		0,27
<i>Camponotus</i> sp.1							X			X		0,18
<i>Camponotus</i> sp.2				X		X		X		X	X	0,45
<i>Camponotus</i> sp.3							X				X	0,18
<i>Camponotus</i> sp.4			X	X	X	X	X					0,45
<i>Camponotus</i> sp.5								X				0,09
<i>Camponotus</i> sp.6										X		0,09
<i>Camponotus</i> sp.7										X		0,09
<i>Camponotus</i> sp.8			X					X		X		0,27
Myrmelachistini												
<i>Myrmelachista</i> sp.		X	X				X	X				0,36
Myrmicinae												
Attini												
<i>Acromyrmex</i> sp.1										X		0,09
<i>Acromyrmex</i> sp.2								X				0,09
<i>Atta</i> sp.			X							X		0,18
Blepharidattini												
<i>Wasmannia</i> sp.							X			X		0,18
Cephalotini												
<i>Cephalotes atratus</i>				X	X	X			X			0,36
<i>Cephalotes clipeatus</i>				X		X		X				0,27
<i>Cephalotes</i> sp.										X		0,09
<i>Procryptocerus</i> sp.								X				0,09
Crematogastrini												
<i>Crematogaster</i> sp.1							X		X	X		0,27
<i>Crematogaster</i> sp.2					X	X	X	X	X	X		0,54
<i>Crematogaster</i> sp.3	X								X	X		0,27
<i>Crematogaster</i> sp.4							X	X			X	0,27
<i>Crematogaster</i> sp.5	X											0,09
<i>Rogeria</i> sp.							X					0,09

Tabela 1: Continuação

Espécies	Fragmentos											Frequência de ocorrência
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	
Pheidolini												
<i>Pheidole</i> sp.1								X	X			0,18
<i>Pheidole</i> sp.2								X				0,09
<i>Pheidole</i> sp.3		X								X		0,18
<i>Pheidole</i> sp.4	X											0,09
<i>Pheidole</i> sp.5							X	X		X		0,27
<i>Pheidole</i> sp.6						X						0,09
Solenopsidini												
<i>Solenopsis</i> sp.1		X						X			X	0,27
<i>Solenopsis</i> sp.2		X			X	X	X	X			X	0,54
<i>Solenopsis</i> sp.3	X				X	X	X		X	X		0,54
Ponerinae												
Ectatommini												
<i>Ectatomma</i> sp.				X				X		X		0,27
Ponerini												
<i>Pachycondyla villosa</i>		X	X				X	X			X	0,45
<i>Pachycondyla</i> sp.			X									0,09
Pseudomyrmecinae												
Pseudomyrmecini												
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	X	X				X		X	X	X	X	0,64
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2										X	X	0,18
<i>Pseudomyrmex</i> sp.3		X						X				0,18
<i>Pseudomyrmex</i> sp.4					X					X		0,18
<i>Pseudomyrmex</i> sp.5					X							0,09
<i>Pseudomyrmex</i> sp.6			X									0,09
<i>Pseudomyrmex</i> sp.7							X					0,09
<i>Pseudomyrmex</i> sp.8										X		0,09

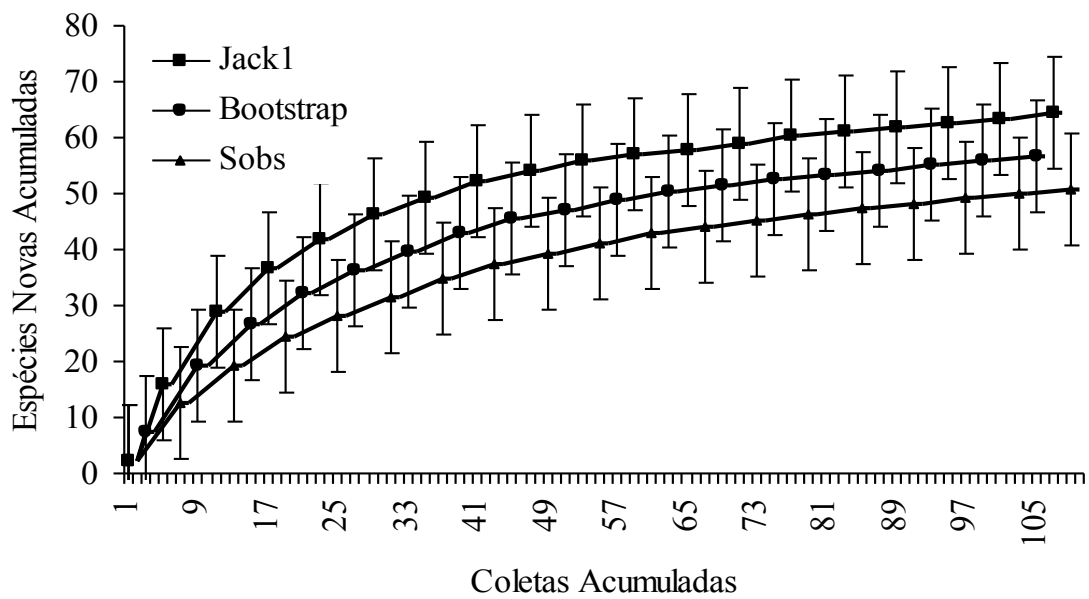


Figura 2: Curvas cumulativas de riqueza média de espécies de formigas para 11 fragmentos florestais do sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul. Sobs: riqueza de espécies observada; Jack1: riqueza de espécies estimada pelo método de Jack-Knife 1; Bootstrap: riqueza de espécies estimada pelo método Bootstrap.

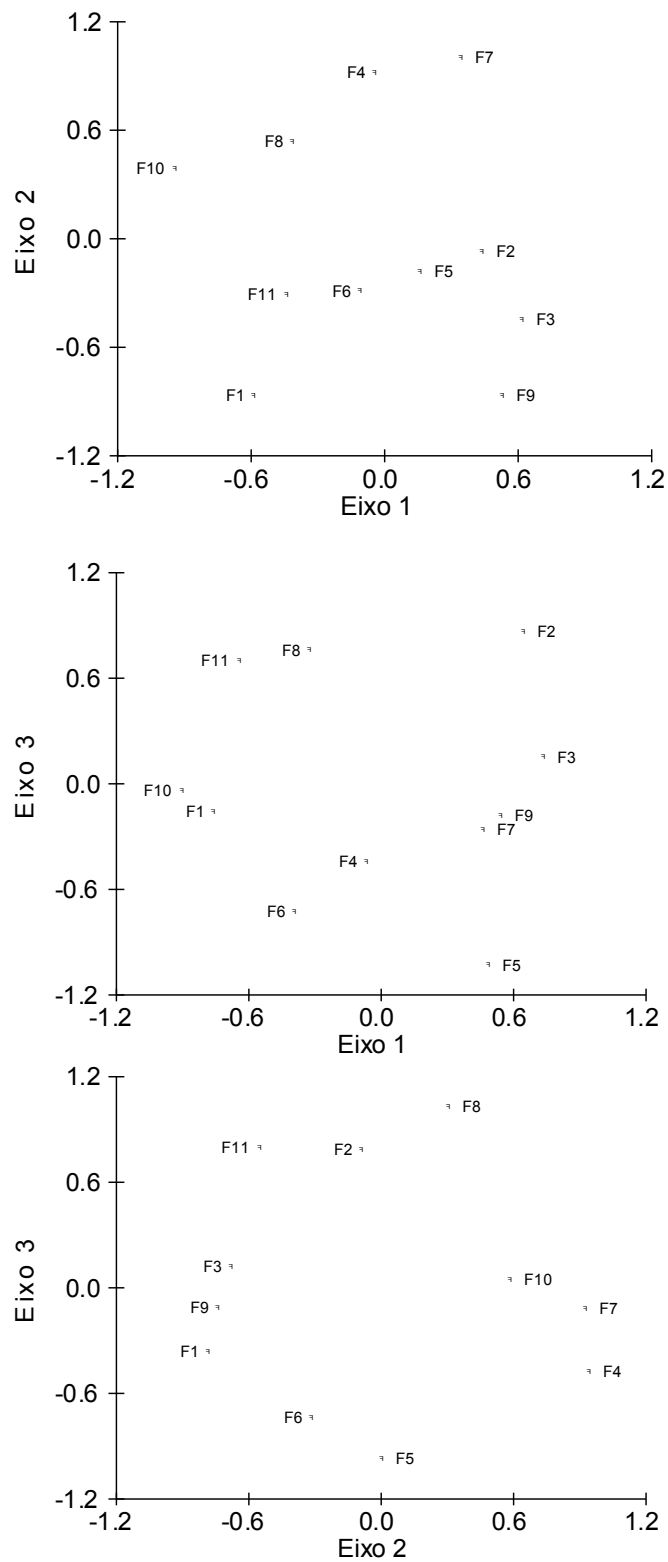


Figura 3: Ordenação (HMDS) em três dimensões (stress=0,14 e $r^2=0,77$) de 11 fragmentos florestais do sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul, com base na composição de espécies.

Tabela 2: Resultados da análise de covariância multivariada entre as variáveis ambientais (área, quantidade de serapilheira, sombreamento, complexidade do sub-bosque e matriz ambiental) e a composição de espécies da comunidade de formigas representada pela ordenação (HMDS) em três dimensões de 11 fragmentos florestais do sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul.

Fonte de variação	Pillai Trace	F	gl	p
Área	0,504	0,338	3 e 1	0,816
Quantidade de serapilheira	0,307	0,148	3 e 1	0,920
Sombreamento	0,851	1,899	3 e 1	0,480
Complexidade do sub-bosque	0,456	0,279	3 e 1	0,845
Matriz ambiental	1,564	1,089	9 e 9	0,450

Tabela 3: Resultados da análise de covariância entre as variáveis ambientais (área, quantidade de serapilheira, sombreamento, complexidade do sub-bosque e matriz ambiental) e a riqueza de espécies de formigas de 11 fragmentos florestais ($r^2=0,724$) do sudoeste do estado de Mato Grosso do Sul.

Fonte de variação	Soma de quadrados	Média dos quadrados	F	gl	p
Área	5,322	5,322	0,168	1	0,710
Quantidade de serapilheira	1,107	1,107	0,035	1	0,864
Sombreamento	21,122	21,122	0,666	1	0,474
Complexidade do sub-bosque	31,427	31,427	0,991	1	0,393
Matriz ambiental	144,919	48,306	1,523	3	0,369
Erro	95,129	31,710		3	

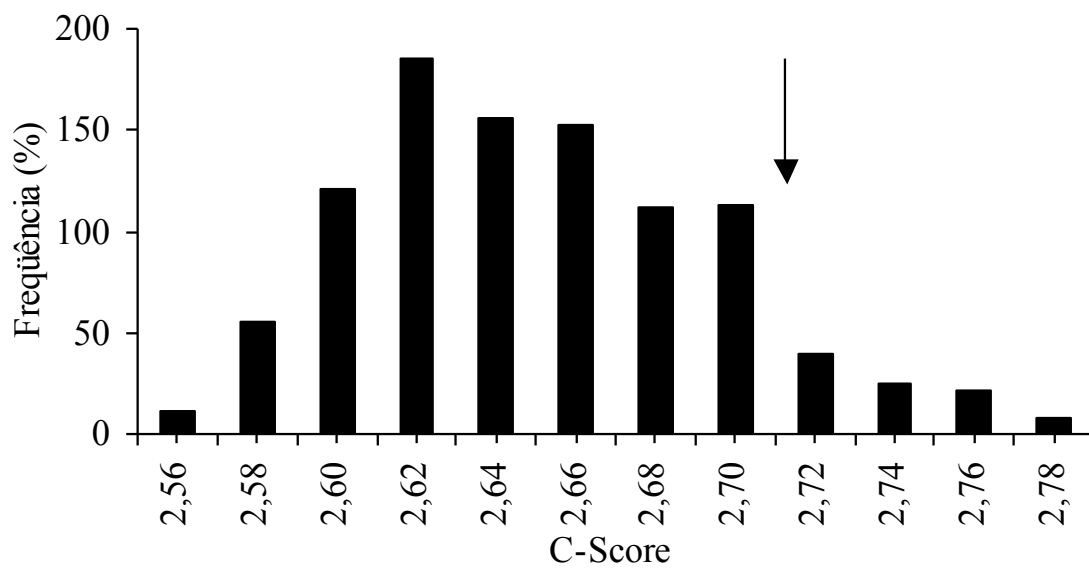


Figura 4: Distribuição de freqüências em 1000 matrizes aleatórias (Método de Monte Carlo) de associação de espécies (C-Score) estimados a partir de uma matriz de incidência de espécies de formigas em 11 fragmentos florestais do sudoeste de Mato grosso do Sul. A seta indica o valor do C-Score (2,71) obtido para a matriz original.

DISCUSSÃO

Neste trabalho, os gêneros com o maior número de espécies foram *Camponotus* e *Pseudomyrmex* e os mais freqüentes foram *Camponotus*, *Pseudomyrmex* e *Crematogaster*. Este resultado foi semelhante ao encontrado por FLORES *et al.* (2002) trabalhando em duas espécies de árvores, *Inga marginata* e *Jacaranda micrantha*.

A subfamília Myrmicinae foi a melhor representada em número de espécies neste trabalho (23 espécies). Este resultado foi semelhante ao encontrado por outros autores (FLOREN *et al.*, 2002; CAMPOS *et al.*, 2003; SOARES *et al.*, 2003).

Algumas formigas arbóreas foram coletadas nestes fragmentos, como as pertencentes à subfamília Pseudomyrmecinae. Estas formigas normalmente são predadoras e algumas espécies possuem um alto grau de interação com plantas, onde as plantas oferecem locais para nidificação e alimento em troca de proteção contra herbívoros (BENTLEY, 1976; BEATTIE, 1985).

A área dos fragmentos amostrados não interferiu significativamente na riqueza e na composição de espécies de formigas, como esperado pela teoria da relação espécie-área (MACARTHUR e WILSON, 1967). CORRÊA (2002) discute que a pequena variação na área de capões (fragmentos naturais) no Pantanal dificulta a análise da relação espécie-área para formigas. Os fragmentos aqui amostrados também não variaram muito quanto a sua área (Apêndice 1) e, portanto, essa variável não permitiu explicar a variação na riqueza e na composição de espécies da comunidade de formigas.

A influência da complexidade do ambiente na estrutura da comunidade de formigas pode ser observada em estudos quando se comparam áreas com diferentes estágios de sucessão (LEAL e LOPES, 1992; LEAL *et al.*, 1993), tipos de vegetação

(LEAL 2002), complexidades da vegetação (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990; LEAL, 2003), densidades e riquezas vegetais (LEAL, 2003), altitudes (JEANNE, 1979) e latitudes (BENSON e HARADA, 1988). Em estudo realizado no Pantanal sul-matogrossense, a diversidade de formigas foi positivamente correlacionada com a complexidade da vegetação dos capões, sendo que ocorreu um aumento significativo de espécies de formigas que nidificam em solo, em vegetação e predadoras em função do aumento da complexidade da vegetação nestes ambientes (CORRÊA, 2002).

No presente estudo, a complexidade ambiental, medida através das variáveis, peso seco da serapilheira, sombreamento e complexidade do sub-bosque, não explicou a variação na riqueza e na composição de espécies de formigas. Essas variáveis aparentemente eram diferentes entre armadilhas dentro de cada fragmento, mas a média feita para cada variável em cada fragmento uniformizou essas medidas entre os fragmentos, possivelmente afetando este resultado. A variação local (entre armadilhas) da complexidade ambiental poderia ter explicado a variação local na riqueza e na composição de formigas, mas estas análises não foram feitas neste trabalho. Resultados obtidos por CAMPOS *et al.* (2003) mostraram uma relação positiva entre o peso da serapilheira e a riqueza local de formigas.

Assim como a fauna de formigas arborícolas é diretamente influenciada pela densidade e arquitetura da vegetação (HÖLLDOBLER e WILSON, 1990), a presença de folhígio e galhos caídos no solo aumentam o número de recursos disponíveis para as formigas nidificarem e para as predadoras forragearem. SOARES *et al.* (2003), trabalhando com formigas de solo em caatinga, mata higrófila e campos rupestres, coletaram maior número de espécies na mata, único dos três ambientes com serapilheira. Esses autores sugerem que a presença de serapilheira fornece um sítio adicional para a nidificação de formigas, explicando seus resultados. A presença de

serapilheira também é responsável por variações microclimáticas, o que favorece algumas espécies de formigas em detrimento de outras espécies (CAMPOS *et al.*, 2003).

TEIXEIRA e SCHOEREDER (2003), estudando ninhos de *Atta robusta* em restinga, constataram que quanto maior a cobertura do dossel, maior o número de ninhos encontrados. O sombreamento, assim como o peso seco da serapilheira, pode ter variado localmente dentro dos fragmentos da região sudoeste de Mato Grosso do Sul, mas não em escala regional (entre os fragmentos). A fisionomia da vegetação de todos os fragmentos era homogênea, possuindo características de ambiente de mata mesófila semidecidual (Alan Sciamarelli, comunicação pessoal).

Os resultados deste estudo mostraram que o índice de co-ocorrência da matriz original de dados está dentro dos 95% do limite de distribuição de frequência das matrizes aleatorizadas. O índice C-Score é uma estimativa do número de unidades de tabuleiro que apareceram em cada matriz aleatorizada e na matriz original de dados. Unidade de tabuleiro é determinada pela ocorrência de uma espécie em um local sem a presença de qualquer outra espécie. DIAMOND (1975) *apud* GOTELLI e MCCABE (2002) argumenta que quanto maior o número de unidades de tabuleiro, maior é a competição interespecífica. O índice de co-ocorrência observado no presente estudo (Índice obs=2,71; p=0,07; ver Figura 4) sugere que a estrutura da comunidade de formigas destes fragmentos florestais não está sendo fortemente influenciada por competição interespecíficas.

Poucos trabalhos têm usado a análise de modelo nulo de co-ocorrência para estudar a estrutura da comunidade de formigas. RIBAS e SCHOEREDER (2002) fizeram um estudo com 14 mosaicos de espécies de formigas de nove trabalhos publicados, testando o modelo nulo de co-ocorrência. Em sete destes mosaicos, eles

encontraram um índice C-Score menor que o esperado pelo acaso e, em seis mosaicos, o índice de co-ocorrência estava dentro dos 95% do limite de distribuição das frequências. Esses autores discutem que a distribuição em mosaico é geralmente atribuída à competição e outros processos determinísticos, mas pode também estar sendo estruturada por processos estocásticos. GOTELLI e ELLISON (2002) encontraram diferentes padrões de co-ocorrência entre pântano e floresta da Nova Inglaterra. Eles discutem que as características físicas do pântano podem estar agindo como um filtro, restringindo o potencial de espécies colonizadoras e alterando o padrão de co-ocorrência.

SANDERS *et al.* (2003), estudando a invasão de *Linepithema humile* na Califórnia, e GOTELLI e ARNETT (2000), estudando a invasão de *Solenopsis invicta* na Flórida, constataram que estas formigas interferem na presença de outras espécies, levando a uma reorganização dos padrões de co-ocorrência das espécies nativas. Interferência semelhante pode estar acontecendo nas áreas estudadas no presente trabalho, que estão sobre constante perturbação humana, pois se encontram em região de agricultura, onde o processo de rotação de cultura, a utilização de agroquímicos e de processos mecânicos para o manejo do solo é intensa. Os fragmentos podem estar sendo invadidos constantemente por espécies de formigas oportunistas e generalistas, vindas da matriz circundante, desestabilizando a comunidade residente de formigas.

A metodologia utilizada neste trabalho pode não ser a ideal para o estudo da análise de modelo nulo de co-ocorrência e sua distribuição em tabuleiro, pois a armadilha usada possuía isca de sardinha e mel, atraindo formigas especialistas e generalistas, e permanecia no campo por 48 horas, capturando formigas diurnas e noturnas. Outros táxons encontrados neste estudo contêm formigas que nidificam e/ou forrageiam preferencialmente no solo, mas podem subir nas plantas para forragear.

Estas espécies de solo foram capturadas nas árvores, possivelmente, por causa da altura em que a armadilha ficou fixada na árvore (um metro e meio), somada a atração que a isca exerceu sobre essas formigas. Algumas destas espécies podem simplesmente não estar co-ocorrendo por conta de seus hábitos circadianos e especializados de forrageamento.

O padrão de distribuição das comunidades de formigas dos fragmentos florestais do sudoeste de Mato Grosso do Sul parece ser aleatório. Os fatores ambientais estudados não interferiram na estrutura da comunidade de formigas, possivelmente, por serem uniformes entre os fragmentos e/ou porque as espécies mais freqüentes podem ser oportunistas e possuir uma alta capacidade de dispersão. Novos estudos devem ser conduzidos antes que afirmações conclusivas possam ser feitas, principalmente as que antecedem tomadas de decisões sobre conservação.

REFERÊNCIAS

- BEATTIE, A. J. 1985. **The evolutionary ecology of ant-plant mutualisms**. Cambridge University Press, Cambridge, England, 182p.
- BENSON, W. W. e HARADA, A. Y. 1988. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Amazônica**, **18**: 275-289.
- BENTLEY, B. L. 1976. Plants bearing extrafloral nectaries and the associated ant community: interhabitat differences in the reduction of herbivore damage. **Ecology**, **57**: 815-820.
- BOLTON, B. 1994. **Identification guide to the ant genera of the world**. London, England: Harvard University Press, 222p.
- BRAY, J. R. e CURTIS, J. T. 1957. An ordination of the upland forest communities of southern Wisconsin. **Ecological Monographs**, **27**: 325-349.
- CAMPOS, R. B. F., SCHOEREDER, J. H. e SPERBER, C. F. 2003. Local determinants of species richness in litter ant communities (Hymenoptera: Formicidae). **Sociobiology**, **41**: 357-367.
- C.O.E.S.T./S.E.P.L.A.N. 1990. **Município: Dourados. Informações básicas**. Dourados, MS: Governo do Estado de Mato Grosso do Sul, 16p.

- COLWELL, R. K. 1999. EstimateS 5 version 5.0.1. Statistical Estimation of species richness and shared species from samples. Web site: viceroy.eeb.uconn.edu/estimates.
- CORRÊA, M. M. 2002. Efeito do tamanho e complexidade vegetal dos capões na diversidade de formigas no Pantanal da Nhecolândia. **Dissertação de Mestrado**. Campo Grande, MS. 43p.
- DAVIDSON, D. W. 1997. The role of resource imbalances in the evolutionary ecology of tropical arboreal ants. **Biological Journal of the Linnean Society**, **61**: 153-181.
- DELIS, P. R., MUSHINSKY, H. R. e MCCOY, E. D. 1996. Decline of some west-central Florida anuran populations in response to habitat degradation. **Biodiversity and Conservation**, **5**: 1579-1595.
- DIAMOND, J. M. 1975. Assembly of species communities. **In**: CODY, M. L. e DIAMOND, J. M. (eds). **Ecology and evolution of communities**. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA. 342-444.
- DJIETO-LORDON, C. e DEJEAN, A. 1999. Tropical arboreal ant mosaics: innate attraction and imprinting determine nest site selection in dominant ants. **Behavioral Ecology and Sociobiology**, **45**: 219-225.

EMBRAPA. 1986. **Programa de pesquisa em irrigação na região da Grande Dourados**. Dourados, MS: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, 42p.

FAITH, D. P., MINCHIN, P. R. e BELBIN, L. 1987. Compositional dissimilarity as a robust measure of ecological distance. **Vegetatio**, **69**: 57-68.

FERNANDES, W. D., OLIVEIRA, P. S., CARVALHO, S. L. e HABIB, M. E. M. 1994. *Pheidole* ants as potential control agents of the boll weevil *Anthonomus grandis* (Coleoptera: Curculionidae), in southeast Brazil. **Journal Applied Entomology**, **118**: 437-441.

FERNANDES, W. D., CARVALHO, S. L. e HABIB, M. E. M. 2001. Attractiveness of cotton boll weevil, *Anthonomus grandis* Boh. (Coleoptera: Curculionidae) adults to the aggregation pheromone during between-season periods. **Scientia Agrícola**, **58**: 229-234.

FIETZ, C. R., URCHEI, M. A. e FRIZZONE, J. A. 2001. Probabilidade de ocorrência de déficit hídrico na região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, **5**: 558-562.

FLOREN, A., BIUN, A. e LINSENMAIR, K. E. 2002. Arboreal ants as key predators in tropical lowland rainforest trees. **Oecologia**, **131**: 137-144.

- FLORES, D. G., GOETTERT, C. L. e DIEHL, E. 2002. Comunidades de formigas em *Inga marginata* (Fabaceae) e *Jacaranda micrantha* (Bignoniaceae) em uma área suburbana. **Acta Biologica Leopoldensia**, **24**: 147-155.
- FOLGARAIT, P. J., DYER, R. M. e BRAKER, H. E. 1996. Leaf-cutting ant preferences for five native tropical plantation tree species growing under different light conditions. **Entomologia Experimentalis et Applicata**, **80**: 521-530.
- FOWLER, H. G., FORTI, L. C., BRANDÃO, C. R. F., DELABIE, J. H. C. e VASCONCELOS, H. L. 1991. Ecologia nutricional de formigas. **In**: PANIZZI, A. R. e PARRA, J. R. P. (eds). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Manole, São Paulo, SP. 131-224.
- GOTELLI, N. J. e ARNETT, A. E. 2000. Biogeographic effects of red fire ant invasion. **Ecology Letters**, **3**: 257-261.
- GOTELLI, N. J. e ELLISON, A. M. 2002. Assembly rules for New England ant assemblages. **Oikos**, **99**: 591-599.
- GOTELLI, N. J. e ENTSMINGER, G. L. 2001. EcoSim: null models software for ecology, version 5.0. Acquired Intelligence, Kesey-Bear. Web site: <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.html>
- GOTELLI, N. J. e MCCABE, D. J. 2002. Species co-occurrence: a meta-analysis of J. M. Diamond's assembly rules model. **Ecology**, **83**: 2091-2096.

HÖLLDOBLER, B. e WILSON, E. O. 1990. **The ants**. Harvard Univ. Press, Cambridge, MA. 732p.

JEANNE, R. L. 1979. A latitudinal gradient in rates of ant predation. **Ecology**, **60**: 1211-1224.

LEAL, I. R. 2002. Diversidade de formigas no estado de Pernambuco. **In**: SILVA, J. M. e TABARELLI, M. (eds), **Atlas da biodiversidade de Pernambuco**. Editora UFPE, Recife, PE.

LEAL, I. R. 2003. Diversidade de formigas em diferentes unidades da paisagem da Caatinga, **In**: LEAL, I. R., TABARELLI, M. e SILVA, J. M. (eds), **Ecologia e conservação da caatinga**. Editora UFPE, Recife, PE.,435-460.

LEAL, I. R. e LOPES, B. C. 1992. Estrutura das comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de solo e vegetação no Morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. **Biotemas**, **5**: 107-122.

LEAL, I. R., FERREIRA, S. O. e FREITAS, A. V. L. 1993. Diversidade de formigas de solo em um gradiente sucessional de Mata Atlântica, ES, Brasil. **Biotemas**, **30**: 42-53.

- LOPES, P. P. 2000. A relação espécie/área em fragmentos florestais: testando hipóteses através das comunidades de coleópteros predadores (Histeridae). **Tese de Doutorado**. UNESP, Rio Claro, SP. 149p.
- MACARTHUR, R. H. e WILSON, E. O. 1967. **The theory of island biogeography**. Princeton University Press, London. 224p.
- POTT, A. e POTT, V. J. 2003. Espécies de fragmentos florestais em Mato Grosso do Sul. In: COSTA, R. B. (org.). **Fragmentação florestal e alternativas de desenvolvimento rural na região Centro-Oeste**. UCDB, Campo Grande, MS. 26-52.
- RIBAS, C. R. e SCHOEREDER, J. H. 2002. Are all ant mosaics caused by competition? **Oecologia**, **131**: 606-611.
- SANDERS, N. J., GOTELLI, N. J., HELLER, N. E. e GORDON, D. M. 2003. Community disassembly by an invasive species. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, **100**: 2474-2477.
- SCHOEREDER, J. H., SOBRINHO, T. G., RIBAS, C. R. e CAMPOS, R. B. F. No prelo. The colonization and extinction of ant communities in a fragmented landscape. **Austral Ecology**.

- SCHULZ, A. e WAGNER, T. 2002. Influence of forest type and tree species on canopy ants (Hymenoptera: Formicidae) in Budongo Forest, Uganda. **Oecologia**, **133**: 224-232.
- SOARES, S. M. e SCHOEREDER, J. H. 2001. Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, **48**: 280-286.
- SOARES, I. M. F., SANTOS, A. A., GOMES, D., DELABIE, J. H. C. e CASTRO, I. F. 2003. Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em uma “ilha” de floresta ombrófila serrana em região de caatinga (BA, Brasil). **Acta Biologica Leopoldensia**, **25**: 197-204.
- SOUZA, A. L. e SILVA, E. 1994. Manejo para conservação da biodiversidade em fragmentos florestais. **Informativo SIF**, **2**: 1-2.
- TEIXEIRA, M. C. e SCHOEREDER, J. H. 2003. The effect of plant cover on *Atta robusta* (Hymenoptera: Formicidae) distribution in restinga vegetation. **Sociobiology**, **41**: 615-623.
- VIANA, V. M. 1990. Biologia e manejo de fragmentos florestais naturais. **In**: CONGRESSO FLORESTAL BRASILEIRO, 6, Campos de Jordão: SBS/SBEF. 113-118.

- VIEIRA, E. M. 1999. Estudo comparativo de comunidades de pequenos mamíferos em duas áreas de Mata Atlântica situadas a diferentes altitudes no sudeste do Brasil. **Tese de Doutorado**. Universidade Estadual de Campinas, Campinas, SP.
- WESELOH, R. M. 2001. Patterns of foraging of the forest ant *Formica neogagates* Emery (Hymenoptera: Formicidae) on tree branches. **Biological Control**, **20**: 16-22.
- WETTERER, J. K. 1994. Attack by *Paraponera clavata* prevents herbivory by the leaf-cutting ant, *Atta cephalotes*. **Biotropica**, **26**: 462-465.
- WEYGOLDT, P. 1989. Changes in the composition of mountain stream frog communities in the Atlantic mountains of Brazil: frogs as indicators of environmental deteriorations. **Studies on Neotropical Fauna and Environment**, **243**: 249-255.

Apêndice 1: Fragmentos amostrados na região sudoeste de Mato Grosso do Sul, apresentando as coordenadas geográficas, áreas, variáveis ambientais e tipo de matriz circundante (os asteriscos estão presentes na cultura que não havia sido colhida).

Fragmentos	Coordenadas geográficas		Área (ha)	Peso seco de serapilheira	Cobertura do dossel	Complexidade do sub-bosque	Matriz ambiental
	Oeste	Sul					
F1	55°19'39.10''	22°26'36.05''	2,44	60,56	94,4	2,3	Trigo*/Milho
F2	55°20'39.39''	22°26'02.65''	6,65	59,816	96,0	2,5	Milho
F3	55°21'03.15''	22°26'50.88''	7,15	50,37	96,568	1,8	Trigo*
F4	54°58'06.85''	22°08'55.55''	18,22	56,574	94,8	5,2	Milho
F5	54°57'25.86''	22°08'58.64''	3,98	67,09	96,152	3,3	Milho
F6	54°56'54.39''	22°10'06.61''	6,91	66,58	97,1	5,6	Milho
F7	54°59'51.46''	22°09'05.74''	302,82	59,74	93,656	5,4	Soja*
F8	54°41'15.94''	22°10'52.24''	13,09	86,84	95,0	3,4	Soja*
F9	54°41'29.21''	22°12'44.71''	12,66	64,72	97,192	5,3	Soja*
F10	54°42'08.02''	22°11'53.99''	4,85	63,6	94,5	1,9	Soja*
F11	54°39'25.53''	22°12'46.91''	9,35	97,17	95,216	4,1	Soja*