

CONTRIBUIÇÃO AO CONHECIMENTO DA FAUNA DE FORMIGAS (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) EM BORDAS DE FRAGMENTOS FLORESTAIS DO NORTE DE MATO GROSSO, BRASIL

JAMES MACHADO BILCE¹, SOLANGE APARECIDA ARROLHO DA SILVA², ROSÂNGELA
ROQUE LELES GALDENCIO³, AMARILDO FERREIRA ROMERA³, ANDRÉIA BRITES³ E
EIDI NÉIA MARTINS³

Recebido em 01.09.2010 e aceito em 14.12.2011

¹ Biólogo licenciado, pesquisador DT13, Programa de Pesquisa de Biodiversidade/ Universidade do Estado de Mato Grosso – PPBio – UNEMAT. james_bilce@hotmail.com

² Profa. Dra. Departamento de Ciências Biológicas, Campus Universitário de Alta Floresta, UNEMAT. Caixa Postal 324. solarrolho@yahoo.com.br

³ Biólogos licenciados, UNEMAT, Alta Floresta-MT

RESUMO: Formigas estão entre os taxa animais de maior sucesso ecológico representando o mais abundante e diverso grupo animal do ecossistema tropical. Pelo fato de terem sua diversidade relacionada com vários outros componentes bióticos, são apontadas como eficientes indicadoras do estado de conservação dos ecossistemas terrestres. O estudo mirmecofaunístico foi realizado em cinco fragmentos florestais, no município de Alta Floresta, Mato Grosso, em seis campanhas no decorrer de três semestres (mar 2007-mai 2008). As formigas foram coletadas em quadrantes de 25m² para cada ambiente do entorno da borda destes fragmentos, sendo três amostragens em cada coleta de seis campanhas total, correspondendo a 18 amostras em 450m² de área, registrando-se 105 ocorrências de formigas distribuídas em oito subfamílias (Dolichoderinae, Ecitoninae, Ectatomminae, Pseudomyrmecinae, Formicinae, Ponerinae, Paraponerinae e Myrmicinae), 20 tribos e 28 espécies. A subfamília com maior representação foi Myrmicinae com dez tribos. Os quadrantes foram avaliados qualitativamente de acordo com o nível de impacto humano e selecionados pela sua estrutura vegetacional: mata (1,0), transição (2,2) e descampado (4,4) sendo calculados os índices de diversidade (H'), equitabilidade (J'), estimador de riqueza Jackknife1 e constância de ocorrência das espécies. A correlação foi negativa entre a diversidade e a avaliação qualitativa dos três ambientes ($r=-0,95$; $p=0,00$). Os resultados deste trabalho sugerem que a avaliação da mirmecofauna local pode ser usada como bioindicadoras na região.

Termos para indexação: Mirmecofauna, avaliação ambiental, bioindicadores, borda de fragmentos

CONTRIBUTION TO THE KNOWLEDGE OF ANTS FAUNA (HYMENOPTERA, FORMICIDAE) IN
FOREST FRAGMENTS EDGES IN THE NORTH OF MATO GROSSO, BRAZIL

ABSTRACT: Ants are among the animal tax of greater ecological success representing the most abundant and diverse animal group of the tropical ecosystem. For having their diversity related to several other biotic components, they are indicated as effective indicators of the conservation status of terrestrial ecosystems. The mirmecofaunal study was performed in five forest fragments in the municipality of Alta Floresta, Mato Grosso, in six campaigns over three semesters (March 2007-May 2008). The ants were collected in quadrants of 25m² for each environment around the edge of these fragments, and three samples for each collection of six campaigns, corresponding to 18 samples in the area of 450m² registering 105 occurrences of ants distributed in eight subfamilies (Dolichoderinae, Ecitoninae, Ectatomminae, Pseudomyrmecinae, Formicinae, Ponerinae, Paraponerinae and Myrmicinae), 20 tribes and 28 species. The subfamily with higher representation was Myrmicinae with ten tribes. The quadrants were evaluated qualitatively according to the level of human impact and selected by its vegetational structure: forest (1,0), transition (2,2) and wilderness (4,4) with calculation of indices of diversity (H'), evenness (J'), richness estimator Jackknife1 and

constancy of species occurrence. The correlation was negative between diversity and the qualitative assessment of the three environments ($r=-0,95$; $p=0,00$). The results of this research suggest that the evaluation of local ant fauna may be used as bioindicators in the region.

Index terms: Mimercofauna, environmental assessment, bioindicators, fragments edge

INTRODUÇÃO

Formigas estão entre os taxa animais de maior sucesso ecológico (Hölldobler & Wilson, 1990) representando o mais abundante e diverso grupo animal do ecossistema tropical, com mais de 17.000 espécies descritas nos mais diversos habitats do mundo (Bolton, 1995; Agosti & Johnson, 2003), sendo também uma das linhagens de insetos eussociais com maior derivação (Wilson, 1971), consideradas o único grupo exclusivamente eusocial (sociais verdadeiros) dentro de Hymenoptera (Michener, 1969; Brandão, 1983; Gullan & Cranston, 1994). Nos trópicos, os invertebrados constituem aproximadamente 84% da biomassa animal, sendo estas (Hymenoptera: Formicidae), uma presença marcante em grande parte dos ecossistemas terrestres (Fittkau & Klinge, 1973; Erwin, 1989; Stork, 1991; Longino et al., 2002; Ellwood & Foster, 2004; Mackay, 1981, 1985, 2008). Apresentam ampla distribuição e abundância local, alta riqueza de espécies, são facilmente amostradas e relativamente mais fáceis de serem identificadas que outros organismos (Hölldobler & Wilson, 1990; Alonso & Agosti, 2000; Longino et al., 2002). Por esses atributos, além de possuírem grande biomassa, muitos táxons especializados, nidificação estacionária que permite uma reamostragem e facilidade de coleta (Fittkau & Klinge, 1973; Majer, 1983; Benson & Harada, 1988; Andersen, 1997; Majer, 1997; Carvalho & Vasconcelos, 1999; Alonso & Agosti, 2000), bem como pelo fato de terem sua diversidade relacionada com vários outros componentes bióticos (Majer, 1983; Andersen, 1995), de serem sensíveis às mínimas variações no ambiente em que vivem (Greenslade & Greenslade, 1984; Kremen, 1992; Brown, 1997a, 1997b), apresentarem mudanças correlacionadas aos padrões de sucessão vegetal (Fowler, 1988), são apontadas como eficientes indicadoras do estado de conservação dos ecossistemas terrestres (Majer, 1983; Araújo & Moutinho, 1992; Andersen, 1997; King et al., 1998; Silva & Brandão, 1999; Alonso, 2000), sendo especialmente úteis nos monitoramentos ambientais (Andersen, 1997; Andersen et al., 2004).

O levantamento das espécies nos diferentes fragmentos de floresta nativa pode caracterizar o impacto do processo de fragmentação sobre a diversidade destes insetos, por serem consideradas um bom grupo testemunho das conseqüências desses impactos (Santos et al., 2006). Isso ocorre porque habitats mais heterogêneos disponibilizam maior variedade de sítios para nidificação, alimentação, microclimas e interações interespecíficas (competição, predação, mutualismo) para as formigas se estabelecerem (Hölldobler & Wilson, 1990) do que habitats menos complexos.

Neves et al. (2006) apontam para diversos trabalhos que mostram a influência das características estruturais do habitat sobre a estrutura e diversidade das comunidades de formigas (Brian, 1957; Samways, 1983; Castro et al., 1989, 1990; Ribas et al., 2003). Além disto, segundo Vasconcelos (1998), níveis mais elevados de perturbação resultam em uma diminuição na riqueza de espécies e um aumento na abundância de formigas. Essas características permitem a obtenção de respostas rápidas e facilmente interpretáveis (Lobry de Bruyn, 1999). Dessa forma, estudos sobre a estrutura de comunidades de formigas vêm recebendo particular interesse (Smith et al., 1992).

O objetivo deste trabalho foi conhecer a comunidade de formigas, bem como relacionar sua diversidade com os diferentes ambientes em bordas de fragmentos florestais no município de Alta Floresta, Mato Grosso, Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo mirmecofaunístico foi realizado em cinco fragmentos florestais, no município de Alta Floresta, MT, em seis campanhas no decorrer de três semestres (mar 2007 – mai 2008). Em um dos fragmentos estudados, houve amostragens em duas ocasiões distintas, nos meses de março de 2007 e março de 2008 (Tabela 1). O clima local predominante é tropical chuvoso com nítida estação seca de junho a setembro; apresentando temperatura anual variando entre 20°C e 36°C, com média de 26°C; a precipitação pluviométrica pode atingir médias bastante elevadas, podendo superar 2.750 mm ao ano (Ferreira, 2001).

TABELA 1. Posição geográfica das áreas de estudo, período das coletas, atribuição de pontos do nível de impacto humano (*sensu* Conceição et al., 2006) e média dos ambientes de borda amostrados (D, descampado; T, transição; M, mata e \bar{x} , média aritmética) realizadas entre março de 2007 a maio de 2008 em Alta Floresta, MT.

Áreas de estudo	Coordenadas geográficas	Datas de coletas	Nível de impacto humano		
			D	T	M
Área da UNEMAT Alta Floresta - <i>Campus</i> II	W56°55'2" S9°48'9"	Março 2007 e março 2008	4	2	1
Parque Zoobotânico	W56°04'33" S9°51'45"	Maio 2007	5	2	1
Reserva da Paineira	W55°55'2" S9°48'9"	Agosto 2007	4	2	0
Reserva H-J	W56°04'45" S9°53'21"	Outubro 2007	5	3	1
Sítio N ^a . S ^a . Aparecida	W56°05'45" S9°55'15"	Maio 2008	4	2	2
\bar{x} nível de impacto humano			4,4	2,2	1

As formigas foram coletadas em quadrantes de 25m² para cada ambiente do entorno da borda destes fragmentos, sendo três amostragens em cada coleta de seis campanhas total, correspondendo a 18 amostras em 450m² de área. Os quadrantes foram delimitados aleatoriamente no entorno dos fragmentos, sendo selecionada cada amostragem pela sua estrutura vegetacional: i) mata secundária com estrato superior descontínuo, seguido por um estrato arbóreo contínuo formado

por árvores não muito altas e arvoretas, e pelo estrato arbustivo-herbáceo, rico em folhígio; ii) transição de ambientes, caracterizado pela presença de gramíneas de pastagens e arvoretas de sucessão ecológica como cecrópias; iii) ambiente argilo-arenoso e seco de pastagens, descampado, caracterizado pela presença de gramíneas.

Nos três ambientes, foram feitas coletas diretas usando pinça entomológica com esforço amostral de 15 minutos/ ambiente/ 5 pessoas. O material coletado foi transferido para frascos individuais com álcool 70% marcados com os dados da coleta. Posteriormente, os espécimes foram identificados ao menor nível taxonômico possível, com o uso de chaves especializadas.

Para o cálculo dos índices de diversidade de Shannon-Wiener ($H' \log_2$) e equitabilidade de Pielou (J') (Magurran, 1991) foi utilizado o número de registros, pois devido ao parâmetro de distribuição agregada característico dos insetos sociais o número de indivíduos deve ser evitado (Romero & Jaffé, 1989; Leal & Lopes, 1992; Leal et al., 1993; Leal, 2002). A riqueza observada (S_{obs}) foi obtida pelo número absoluto de espécies e para a projeção da riqueza estimada (S_{est}), foi usado o estimador Jackknife de primeira ordem por se tratar de um dos índices não paramétricos mais precisos para expressar a riqueza de uma comunidade (Palmer, 1990; 1991). Esses índices foram avaliados para os três ambientes caracterizados como: mata (interior dos fragmentos florestais), transição (área de transição de borda) e descampado (área aberta desflorestada).

Para observar se houve suficiência amostral durante o estudo e demonstrar se o número de coletas foi representativo em relação à comunidade de formigas, foi construída uma curva de rarefação para riqueza em função do número de registro de ocorrência (Gotelli & Colwell, 2001) a partir do número de espécies encontrada nos dezoito quadrantes.

Todos os parâmetros foram calculados pelo programa Biodiversity Pro versão 2 (McAleece et al., 1997).

Calculou-se a ocorrência relativa (%) das espécies de formigas considerando o número de ocorrências de cada espécie nos quadrantes, dividido pelo seu número total (18) multiplicado por 100. Para a categorização do padrão de ocorrência, a frequência de ocorrência de cada espécie, foi distribuída em seis categorias (Castro & Diehl, 2003; Marchioretto & Diehl, 2006): constante, quando presente em 100% das coletas; freqüente, presente em 99-70%; comum, em 69-40%; esporádica, em 39-10%; ocasional, em 9-1%; e rara, quando presente em menos de 1% das amostras.

Os fragmentos amostrados foram qualitativamente classificados em função do nível de impacto humano, segundo proposto por Conceição et. al (2006), recebendo uma nota de acordo com o nível de degradação observado e variando de 0 (nenhum impacto) a 5 (área totalmente degradada) (Tabela 2). Dos valores atribuídos foram calculadas as médias gerais para os três ambientes de vegetação e utilizadas na análise das variáveis ecológicas através de correlação de Pearson e regressão linear simples.

TABELA 2. Classificação do nível de impacto humano, segundo Conceição et al. (2006), utilizado na atribuição de pontos para os ambientes de borda de fragmentos florestais amostrados em Alta Floresta, MT, realizados entre março de 2007 a maio de 2008.

Classe	Características da Área
0	Sem evidência de impacto humano
1	Impacto humano discreto: retirada de madeira com impacto mínimo e/ou trilha de caçadores
2	Impacto humano moderado: retirada intensiva de madeira, carvoaria, abertura de estrada, dossel parcialmente preservado, solo preservado.
3	Impacto humano moderado a forte: retirada intensiva de madeira, carvoaria, abertura de estrada, dossel fragmentado, solo parcialmente exposto.
4	Forte impacto humano: substituição parcial da vegetação nativa (reduzida a bosques ou árvores isoladas) por atividades agropecuárias.
5	Forte impacto humano: substituição integral da vegetação nativa pela agricultura ou habitações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As amostragens dos fragmentos estudados totalizaram 450m² de área para os três ambientes, sendo coletados 2533 indivíduos, correspondendo a 105 registros de ocorrência de formigas distribuídas em oito subfamílias (Dolichoderinae, Ecitoninae, Ectatomminae, Pseudomyrmecinae, Formicinae, Ponerinae, Paraponerinae e Myrmicinae), 20 tribos e 28 espécies (Tabela 3). Considerando a frequência com que cada espécie apresentou nos quadrantes e não a sua abundância, para as áreas de mata houve 44 registros de ocorrência (833 exemplares); de transição, com 41 registros (1367 exemplares) e descampado, com 20 registros (324 indivíduos) (Figura 1).

A subfamília com maior representação foi Myrmicinae com dez tribos (Blepharidattini, Crematogastrini, Formicoxenini, Myrmecini, Ochetomyrmecini, Pheidologetonini, Pheidolini, Solenopsidini, Attini e Cephalotini) e 17 espécies, seguida por Formicinae com três tribos (Lasiini, Gigantiopini e Camponotini) e quatro espécies e, Ponerinae, com duas tribos (Odontomachini e Ponerini) e duas espécies. Dentre as tribos de Myrmicinae, Cephalotini se destacou com quatro espécies e Attini com três.

Myrmicinae foi amostrada com o maior número de táxons, corroborando Ward (2000) e Delabie et al. (2000) para a fauna de formigas de serapilheira em áreas de Mata Atlântica e também Silva & Silvestre (2004) e Morini et al. (2007) para a fauna de formigas de solo. Segundo Fowler et al. (1991), os mirmicíneos constituem um dos grupos de formigas mais diversificados em relação aos hábitos de alimentação e de nidificação, apresentando elevada riqueza de espécies em ambientes Neotropicais e com mais de 55% das espécies no mundo (Fernández, 2003; Silvestre et al., 2003).

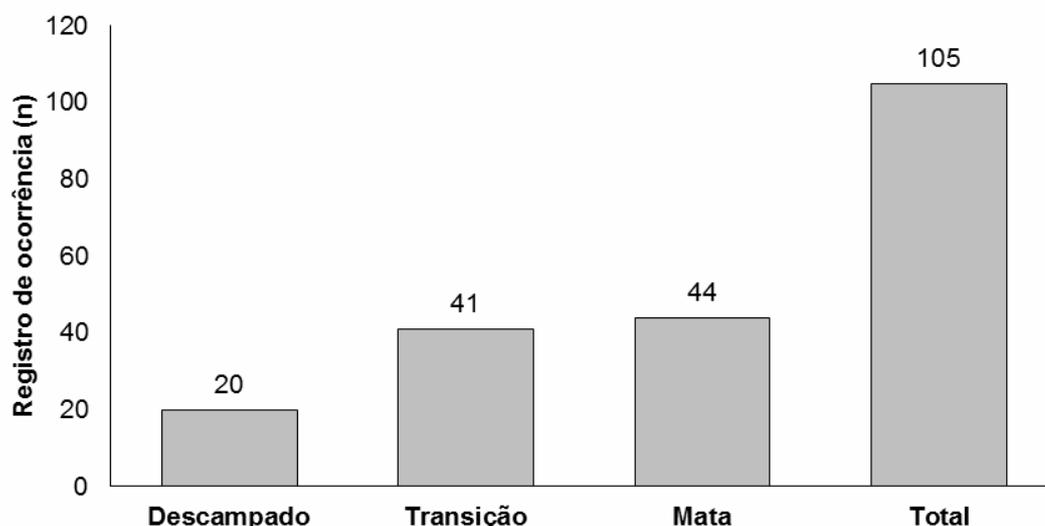


FIGURA 1. Registro de ocorrência (n) de Formicidae obtida em coletas em três ambientes de borda de fragmentos florestais em Alta Floresta, MT, realizados entre março de 2007 a maio de 2008.

TABELA 3. Espécies, frequência relativa (dados em porcentagem), registro de ocorrência (entre parêntesis) e constância de ocorrência (esp: esporádica, oca: ocasional, fre: freqüente e com: comum) de Formicidae registrados nos três ambientes de borda e no total dos fragmentos florestais em Alta Floresta, MT, realizados entre março de 2007 a maio de 2008.

TÁXONS		Frequência relativa (%), registro de ocorrência e constância de ocorrência (C.O.)				
Subfamílias / Tribos	Espécies	D	T	M	Total	C.O.
Dolichoderinae						
Tapinomini	<i>Linepithema humile</i> (Mayr 1868)		11,1 (2)	5,6(1)	16,7 (3)	esp
Ectatomminae						
Ectatommini	<i>Ectatomma tuberculatum</i> (Cook 1905)		5,6 (1)	5,6 (1)	11,1 (2)	esp
Ecitoninae						
Ecitonini	<i>Eciton burchelli</i> Forel 1899	5,6 (1)			5,6 (1)	oca
Pseudomyrmecinae						
Pseudomyrmecini	<i>Pseudomyrmex oculatus</i> Smith 1855		11,1 (2)	11,1 (2)	22,2 (4)	esp
Formicinae						
Camponotini	<i>Camponotus wheeleri</i> Mann 1916	11,1 (2)	27,8 (5)	33,3 (6)	72,2 (13)	fre
	<i>Camponotus coloratus</i> Forel 1904		11,1 (2)	16,7 (3)	27,8 (5)	esp
Gigantiopini	<i>Gigantiops destructor</i> (Fabricius, 1804)	11,1 (2)	16,7 (3)	11,1 (2)	38,9 (7)	esp
Lasiini	<i>Paratrechina</i> sp			22,2 (2)	22,2 (2)	esp

Cont. Tabela 3

Cont. Tabela 3

Ponerinae						
Odontomachini	<i>Odontomachus haematodus</i> (Linnaeus, 1758)		16,7 (3)	11,1 (2)		esp
Ponerini	<i>Pachycondyla unidentata</i> (Mayr, 1862)	5,6 (1)	5,6 (1)	5,6 (1)	16,7 (3)	esp
Paraponerinae						
Paraponerini	<i>Paraponera clavata</i> (Fabricius, 1775)			11,1 (2)	11,1 (2)	esp
Myrmicinae						
Blepharidattini	<i>Wasmannia</i> sp		5,6 (1)		5,6 (1)	oca
Crematogastrini	<i>Crematogaster scelerata</i> Santschi, 1917	11,1 (2)	22,2 (4)	27,8 (5)	66,7 (12)	com
Formicoxenini	<i>Protomognatus</i> sp			5,6 (1)	5,6 (1)	oca
Myrmecini	<i>Myrmecina</i> sp		5,6 (1)		5,6 (1)	oca
Ochetomyrmecini	<i>Ochetomyrmex</i> sp			5,6 (1)	5,6 (1)	oca
Pheidologetonini	<i>Oligomyrmex</i> sp	5,6 (1)			5,6 (1)	oca
Pheidolini	<i>Aphaenogaster</i> sp	11,1 (2)	22,2 (4)	5,6 (1)	38,9 (7)	esp
	<i>Pheidole</i> gr. <i>fallax</i> Mayr, 1870	16,7 (3)	16,7 (3)	22,2 (4)	55,6 (10)	com
Solenopsidini	<i>Monomorium minimum</i> (Buckley, 1867)			5,6 (1)	5,6 (1)	oca
	<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	16,7 (3)	11,1 (2)	11,1 (2)	38,9 (7)	com
Attini	<i>Atta sexdens rubropilosa</i> Forel, 1908	5,6 (1)	5,6 (1)	5,6 (1)	16,7 (3)	esp
	<i>Acromyrmex coronatus</i> (Fabricius, 1804)	5,6 (1)		5,6 (1)	11,1 (2)	esp
Cephalotini	<i>Cyphomyrmex</i> sp		5,6 (1)		5,6 (1)	oca
	<i>Cephalotes bruchi</i> (Forel, 1912)		11,1 (2)	5,6 (1)	16,7 (3)	esp
	<i>Hypocryptocerus</i> sp		5,6 (1)		5,6 (1)	oca
	<i>Paracryptocerus</i> sp	5,6 (1)	5,6 (1)		11,1 (2)	esp
	<i>Zacryptocerus</i> sp			5,6 (1)	5,6 (1)	oca

A representatividade de Formicinae é mais característica de ambientes abertos (Marinho et al., 2002; Leal, 2002; 2003), enquanto a de Ponerinae é característica de ambientes florestados (Bieber et al., 2006) como floresta Atlântica (Leal et al., 1993; Leal, 2002) e Amazônica (Benson & Harada, 1988; Vasconcelos, 1999). Segundo Jaffé (1993), esta subfamília é a menos derivada da região Neotropical, tanto pela morfologia quanto pelo comportamento de suas espécies. Apresentam baixa densidade populacional e são predadoras solitárias (Silva & Brandão, 1999).

Apenas *Camponotus coloratus* caracterizou-se como espécie freqüente, tendo 72% de freqüência de ocorrência. *Crematogaster scelerata*, *Pheidole* gr. *fallax* e *Solenopsis invicta*, caracterizaram-se como espécies comuns, com 67%, 56% e 44% de freqüência, respectivamente. 13 espécies foram esporádicas (*Gigantiops destructor* e *Aphenogaster* sp, 39%; *Camponotus wheeleri* e

Odontomachus haematodus, 28%; *Pseudomyrmex oculatus* e *Paratrechina* sp, 22%; *Linepithema humile*, *Pachycondyla unidentata*, *Atta sexdens rubropilosa* e *Cephalotes bruchi*, 17%; *Ectatomma tuberculatum*, *Paraponera clavata*, *Acromyrmex coronatus* e *Paracryptocerus* sp, 11%). Dez espécies foram consideradas ocasionais (*Eciton burchelli*, *Wasmania* sp, *Protomognatus* sp, *Myrmecina* sp, *Ochetomyrmex* sp, *Oligomyrmex* sp, *Monomorium minimum*, *Cyphomyrmex* sp, *Hypocryptocerus* sp e *Zacryptocerus* sp, 6%) (Figura 2).

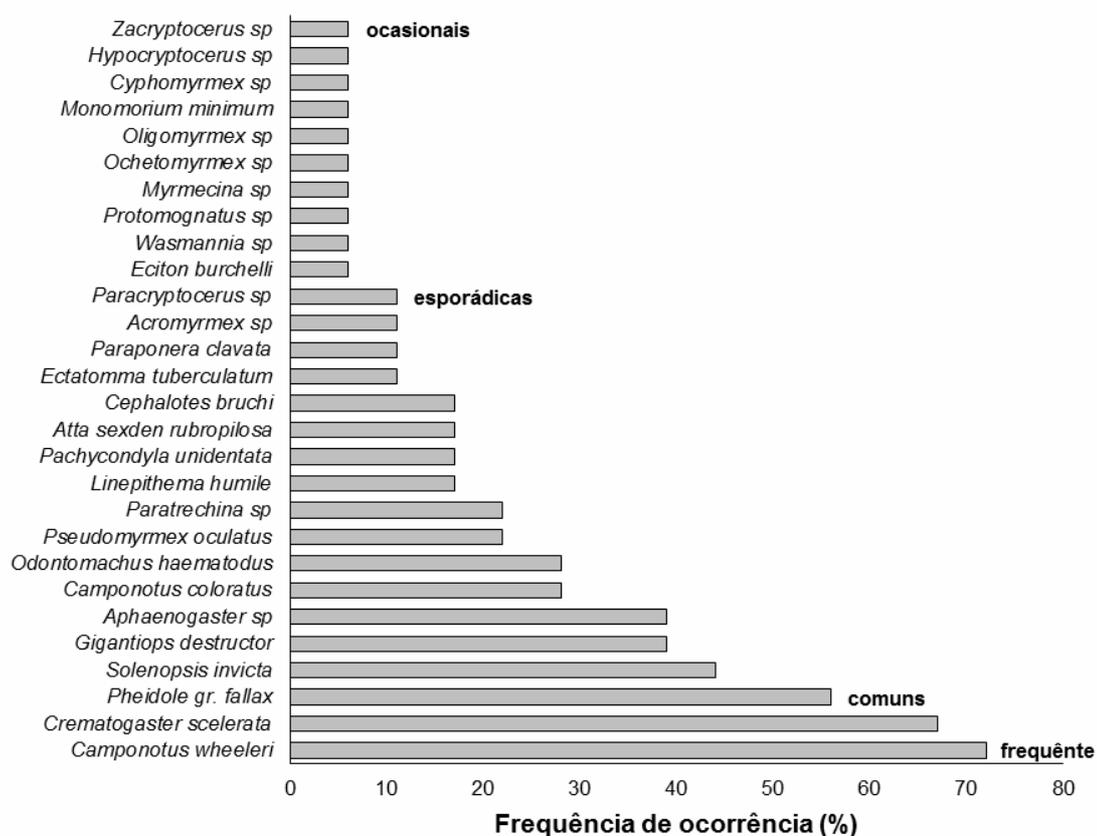


FIGURA 2. Distribuição da frequência relativa (%) das espécies de Formicidae dos ambientes de borda de fragmentos florestais em Alta Floresta, MT, realizados entre março de 2007 a maio de 2008.

A representatividade de *Camponotus*, *Crematogaster*, *Pheidole* e *Solenopsis*, reflete de forma similar a prevalência descrita por Wilson (1976). Segundo o autor, estes são os gêneros com maior diversidade de espécies e de adaptações, maior extensão de distribuição geográfica e maior abundância local, e, por isso, são considerados os gêneros mais prevalentes em escala global.

Pheidole sempre é o gênero melhor representado em coletas de formigas de serrapilheira de áreas florestadas (Leal, 2002), enquanto que o gênero *Camponotus* é mais frequente em

ambientes mais abertos, como restinga (Gonçalves & Nunes 1984; Côrrea et al., 2006), cerrado (Marinho et al., 2002) e caatinga (Leal, 2002; 2003). Além disso, coletas na vegetação também aumentam bastante a representatividade de *Camponotus* (Wilson, 1976; Côrrea et al., 2006). Dessa forma, a maior representatividade de *Camponotus* em relação à *Pheidole* obtida no presente estudo parece ser resultado das coletas em vegetações, visto que sua maior freqüência de ocorrência se deu entre as áreas de transição e no interior da mata. Essa pode ser também a razão para a regular freqüência de *Crematogaster*, gênero mais diversificado em áreas de mata e em coletas na vegetação (Lopes & Leal, 1991).

O significativo número de espécies esporádicas e ocasionais comparado ao total de espécies encontradas vai ao encontro dos resultados de Ferreira (1986) e Lutinski & Garcia (2005) que argumentam que esta instabilidade pode estar relacionada com fatores ambientais e com a interferência antrópica, advertindo que espécies nesta condição podem vir a desaparecer devido a qualquer agravamento nos fatores bióticos ou abióticos locais.

O índice de Shannon-Wiener (H') apresentou alta diversidade para os ambientes (descampado 3,45; transição 4,03 e mata 4,06) e equitabilidade alta (0,96; 0,95 e 0,92 respectivamente). Para a amostragem geral a diversidade foi de 4,30; com equitabilidade de 0,89; indicando que a distribuição do registro de ocorrência das espécies foi homogênea em todos os ambientes (Tabela 4).

TABELA 4. Registro de ocorrência (n); riqueza observada (S_{obs}) e estimada (S_{est}) pelo estimador de riqueza Jackknife 1; índices de diversidade de Shannon-Wiener (H'), diversidade máxima teórica (H'_{max}) e equitabilidade de Pielou (J') encontrados nos ambientes de borda de fragmentos florestais amostrados em Alta Floresta, MT, realizados entre março de 2007 a maio de 2008.

Ambientes	Valores obtidos					
	n	S_{obs}	S_{est}	H'	H'_{max}	J'
Descampado	20	12	22	3,45	3,59	0,96
Transição	41	19	33	4,03	4,25	0,95
Mata	44	21	30	4,06	4,39	0,92
Total	105	28	28	4,30	4,81	0,89

Para o total inventariado dos fragmentos, o estimador Jackknife 1 evidenciou que todas as espécies foram amostradas, no entanto, para o ambiente descampado este índice apresentou 22 espécies para as 12 observadas; transição das bordas foi de 33 para as 19 e, para o interior da mata, com 30 espécies estimadas para as 21 coletadas (Figura 3). Keating et al. (1998) avaliam que os valores fornecidos pelos modelos para a estimativa do número total de espécies da localidade indicam que a taxa de descoberta de espécies declina à medida que o esforço de amostragem aumenta, fato comumente observado em inventários taxonômicos. Santos et al., (2006) reportam que a diferença entre a riqueza de espécies observada e a estimada pode indicar uma provável diversificação de

ambientes, e que, para Soares & Schoereder (2001) o arranjo espacial de recursos importantes, manchas microclimáticas e de solo podem afetar a diversidade de espécies que o ambiente pode abrigar, mesmo não existindo evidências de competição interespecífica, aumentando as vantagens de colonização para as diversas espécies exigentes quanto ao local de nidificação, instalação de alguns outros grupos e existência de espécies “turistas” (Santos et al., 2006).

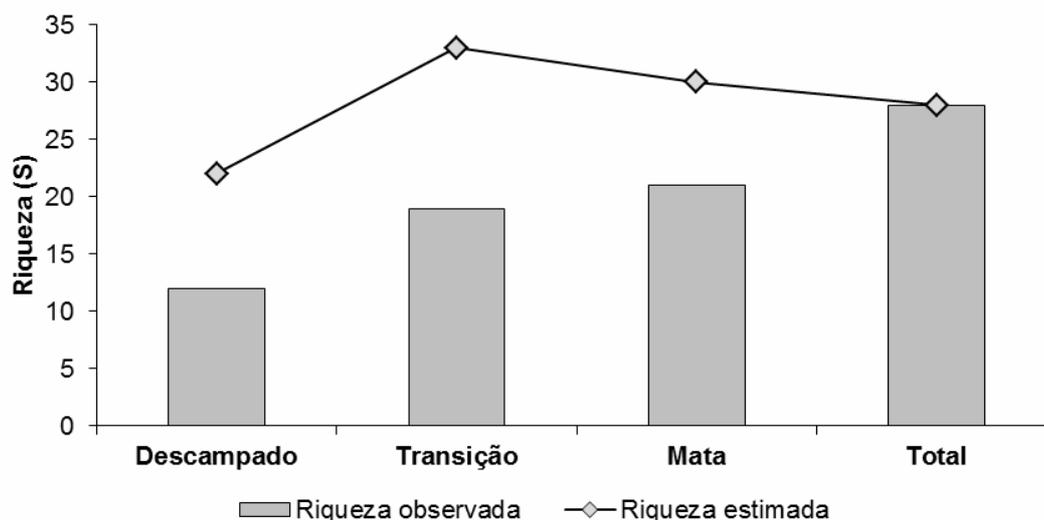


FIGURA 3. Comparação entre a riqueza de espécies observada e a riqueza estimada (Jackknife 1), para a comunidade de Formicidae associada aos ambientes de borda amostrados nos fragmentos florestais em Alta Floresta, MT, realizados entre março de 2007 a maio de 2008.

Verificou-se que a curva de rarefação não está totalmente estabilizada, não atingindo a assíntota (Figura 4). Isto indica que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente as comunidades locais e que existem muitas espécies a serem coletadas, sendo possível encontrar uma riqueza ainda maior nos fragmentos estudados. Para Santos et al. (2006) a não estabilização da curva do coletor para comunidades de formigas é evento comum e pode estar ligada à distribuição agregada das espécies, quanto também à raridade de várias espécies (Longino et al., 2002; Leponce et al., 2004). Silva & Silvestre (2000) destacam que para grupos hiperdiversos como os das formigas normalmente são necessárias um grande esforço amostral para que a assíntota seja atingida.

A diversidade avaliada nos três ambientes se mostrou inversamente dependentes do nível de impacto humano ($r_{\text{Pearson}} = -0,95$; $p = 0,00$) (Figura 5). Estudo realizado por Conceição et al. (2006) mostram que também outras variáveis ecológicas, como o número de espécies observadas, número de gêneros de formigas coletadas, número médio de espécies por amostra estão também negativamente relacionadas ao impacto humano, sendo provável, para Lovejoy et al. (1986) que as bordas tenham papel duplo na composição de espécies nos ecossistemas adjacentes – embora essa

diversidade geralmente diminua com a criação abrupta de uma borda, funcione como uma “zona tampão”, evitando a ruptura da composição das espécies (Dias et al., 2008) e assim a perda de diversidade no interior da floresta (Majer et al., 1997).

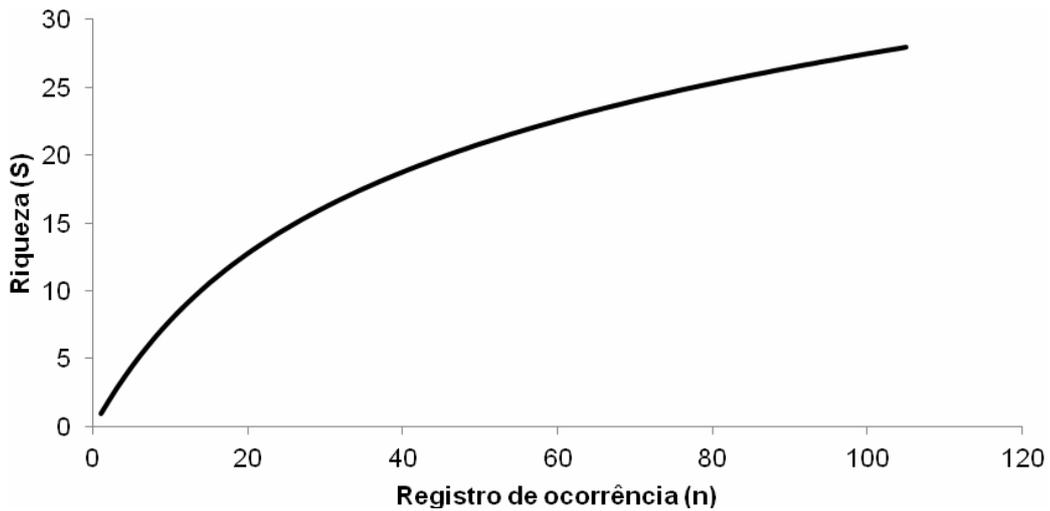


FIGURA 4. Curva de rarefação para riqueza (S) de formigas por registro de ocorrência (n) registrado nos ambientes de borda de fragmentos florestais em Alta Floresta, MT, realizados entre março de 2007 a maio de 2008.

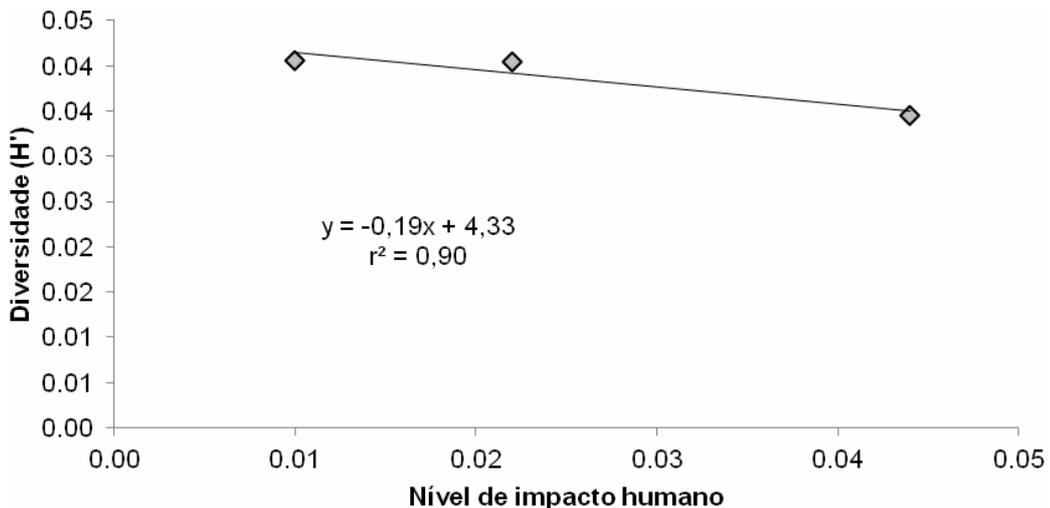


FIGURA 5. Regressão linear simples entre a diversidade (H') e o nível de impacto humano ($r=-0,95$; $p=0,00$), para a comunidade de Formicidae associada aos ambientes de borda amostrados nos fragmentos florestais em Alta Floresta, MT, realizados entre março de 2007 a maio de 2008.

Oliveira et al. (1995) relatam variação na diversidade de formigas influenciadas pelas características do ambiente, verificando que quanto maior sua complexidade, maior a diversidade de espécies. Estudos indicados por Corrêa et al. (2006) demonstram relação positiva entre diversidade das comunidades de formigas e a complexidade do ambiente, mesmo quando comparando áreas com diferentes estágios sucessionais (Leal & Lopes, 1992; Leal et al.; 1993), tipos de vegetação (Leal, 2002), complexidade da vegetação (Hölldobler & Wilson, 1990; Leal, 2003), densidade e riqueza vegetal (Leal, 2003), altitude (Jeanne, 1979; Bieber *et al.* 2006) e latitude (Benson & Harada, 1988).

Este fato sustenta a teoria de que ambientes mais complexos estruturalmente podem manter maior diversidade, por apresentarem uma maior capacidade de suporte (Greenslade & Greenslade, 1977; Andow, 1991), microclima (Nakamura et al., 2003), estabilidade climática (Hölldobler & Wilson, 1990), microhabitats (Souza-Silva et al., 2009), reprodução e nidificação (Andersen, 2000), além de maior oferta de alimento (Romero & Jaffé, 1989; Hölldobler & Wilson, 1990), conforme trabalhos desenvolvidos em agroecossistemas (Della Lucia et al., 1982; Castro & Queiroz, 1987; Verhaagh, 1991), no cerrado (Morais & Benson, 1988; Zanzini & Naves, 1993), em região tropical e temperada (Kempf, 1970; Room, 1975; Benson & Harada, 1988; Oliveira & Della Lucia, 1992) e em áreas mineradas de bauxita e reflorestadas na região sudeste (Majer, 1992; 1996).

CONCLUSÃO

Os resultados deste trabalho indicam que a mirmecofauna dos ambientes de borda é semelhante á composição de subfamílias e gêneros de outros estudos em biomas neotropicais. Apresentando relativa correlação negativa entre o nível de impacto humano às características da vegetação dos ambientes em relação aos índices de diversidade e equitabilidade das comunidades de formigas, mesmo em uma avaliação qualitativa, o que possa sugerir o uso de Formicidae como potenciais bioindicadoras. No entanto, mais estudos devem ser empreendidos com outras metodologias de coleta, fato observado pela curva de rarefação e pelo estimador de riqueza, para a determinação mais precisa dos padrões de distribuição e diversidade de espécies de formigas na região.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGOSTI, D.; JOHNSON, N.F. La nueva taxonomía de hormigas. In: FERNANDEZ, F. (Ed). **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Bogotá, Colombia: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 45-48p. 2003.

ALONSO, L.E. Ants as Indicator of Diversity. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; SCHULTZ, T.R. (Eds). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution. 80-88p. 2000.

ALONSO, L.E.; AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring and ants: An overview. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Eds). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Smithsonian Institution Press, Washington, USA, 1-8p. 2000.

ANDERSEN, A.N. A Global Ecology of Rainforest Ants: Funcional Groups in Relation to Environmental Stress and Disturbance. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Eds). **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Biological Diversity Handbook Series. Washington, Smithsonian Institution Press, 25-34p. 2000.

ANDERSEN, A.N. A classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life forms in relation to stress and disturbance. **Journal of Biogeography**, v.22, p.15-29, 1995.

ANDERSEN, A.N. Using Ants as Bioindicators: Multiscale Issue in Ant Community Ecology. **Conservation Ecology**, v.1, p.1-8p, 1997.

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

ANDOW, D.A. Vegetational diversity and arthropod population responses. **Annual Review of Entomology**, v.36, p.561-586, 1991.

ARAÚJO, K.; MOUTINHO, P.R.S. Variação da diversidade de formigas entre áreas de mata primária, secundária e pastagens na Amazônia Oriental. In: **Resumos dos Congressos Latino-Americano e Brasileiro de Zoologia**, Belém, 18:75p. 1992.

BENSON, W.W.; HARADA, A.Y. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera, Formicidae). **Acta Amazonica**, v.18, p.275-289, 1988.

BIEBER, A.G.D.; DARRAULT, O.P.G; RAMOS, C.C.; SILVA, K.K.M.; LEAL, I.R. 2006. Formigas, p.257-275. In: PÔRTO, K.; TABARELLI, M.; ALMEIDA-CORTEZ, J. (Eds). **Composição, riqueza e diversidade de espécies do Centro de Endemismo Pernambuco**. Recife, Editora Universitária da UFPE, 363p. 2006.

BOLTON, B. A taxonomic and zoogeographical census of the extant ant taxa (Hymenoptera: Formicidae). **Journal of Natural History**, v.29, p.1037-1056, 1995.

BRANDÃO C.R.F. Sequential ethograms along colony development of *Odontomachus affinis* GUERIN (Hymenoptera, Formicidae, Ponerinae). **Social Insects**, v.30, p.193-203, 1983.

BRIAN, M.V. The natural density of *Myrmica rubra* and associated ants in West Scotland. **Insectes Sociaux**, v.3, p.437-487, 1957.

BROWN, K.S. Diversity, disturbance, and sustainable use of Neotropical forests: insects as indicators for conservation monitoring. **Journal of Insect Conservation**, v.1, p.1-18, 1997a.

BROWN, K.S. Insetos como rápidos e sensíveis indicadores de uso sustentável de recursos naturais. In: MAIA, N.B.; LESJAK, H. (Coords). **Indicadores ambientais**. Divisão de Sistema e Documentação. Campus "Luís de Queiroz", USP, 143-155p. 1997b.

CARVALHO, K.S.; VASCONCELOS, H.L. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. **Biological Conservation**, v.91, p.151-158, 1999.

CASTRO, A.G.; QUEIROZ, M.V.B. Estrutura e organização de uma comunidade de formigas em agroecossistema neotropical. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.16, p.363-375, 1987.

CASTRO, A.G.; QUEIROZ, M.V.B.; ARAÚJO, L.M. O papel do distúrbio na estrutura de comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae). **Revista Brasileira de Entomologia** 34:201-213p. 1990.

CASTRO, A.G.; QUEIROZ, M.V.B.; ARAÚJO, L.M. Estrutura e diversidade de comunidades de formigas em pomar de citrus. **Anais da Sociedade Entomológica do Brasil**, v.18, p.229-246, 1989.

CASTRO, Z.S.C.; DIEHL, E. Termitofauna de ninhos epígeos em dois anos sucessivos no *campus* da UNISINOS, São Leopoldo, RS. **Acta Biologica Leopoldensia**, v.25, p.93-102, 2003.

CONCEIÇÃO, E.S.; COSTA-NETO, A.O.; ANDRADE, F.P.; NASCIMENTO, I.C.; MARTINS, L.C.B.; BRITO, B.N.; MENDES, L.F.; DELABIE, J. Assembléias de Formicidae da serapilheira como bioindicadores da conservação de remanescentes de Mata Atlântica no extremo sul do estado da Bahia. **Sitientibus, Série Ciências Biológicas**, v.6, p.296-305, 2006.

CORRÊA, M.M.; FERNANDES, W.D.; LEAL I.R. Diversidade de Formigas Epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em Capões do Pantanal Sul Matogrossense: Relações entre Riqueza de Espécies e Complexidade Estrutural da Área. **Neotropical Entomology**, v.35, n.6, p.724-730, 2006.

DELABIE, J.H.C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I.C. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.; SCHULTZ, T. (Eds). **Sampling ground-dwelling ants: case studies from de world's rain forests**. Bulletin 18. Curtin University School of Environmental Biology, Perth, Australia, 1-17p. 2000.

DELLA LUCIA, T.M.C.; LOUREIRO, M.C.; CHANDLER, L.; FREIRE, J.A.H.; FERNANDES, B. Ordenação de comunidades de Formicidae em quatro agroecossistemas em Viçosa, Minas Gerais. **Experientiae**, v.28, p.67-94, 1982.

DIAS, N.S.; ZANETTI, R.; SANTOS, M.S.; LOUZADA, J.; DELABIE, J. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia, Série Zoologia**, v.98, p.136-142, 2008.

ELLWOOD, M.D.F.; FOSTER, W. A. Doubling the estimate of invertebrate biomass in a rainforest canopy. **Nature**, v.429, p.549-551, 2004.

ERWIN, T.L. Canopy arthropod biodiversity: a chronology of sampling techniques and results. **Revista Peruana de Entomologia**, v.32, p.71-77, 1989.

FERNÁNDEZ, F. Subfamília Formicinae. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander Von Humbolt. 299-306p. 2003.

FERREIRA, J.C.V. **Mato Grosso e Seus Municípios**. Cuiabá: Secretaria de Estado de Educação, 365p. 2001.

FERREIRA, M.F.B. **Análise faunística de Formicidae (Insecta: Hymenoptera) em ecossistemas naturais e agroecossistemas na região de Botucatu, SP**. Dissertação de Mestrado, 73f. 1986. Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho", Brasil.

FITKAU, E.J.; KLINGE, H. On biomass and Trophic Structure of the Central Amazonian Rain Forest Ecocystem. **Biotropica**, v.5, p.2-14, 1973.

FOWLER, H.G. 1988. A organização das comunidades de formigas no Estado do Mato Grosso, Brasil. In: **Actas do Congresso Latino-americano de Zoologia**, Valparaíso, Chile, 10:85p. 1988.

FOWLER, H.G.; DELABIE, J.H.C.; BRANDÃO, C.R.F; FORTI, L.C.; VASCONCELOS, H.L.. Ecologia Nutricional de Formigas, p. 131-209. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Eds). **Ecologia Nutricional de Insetos e Suas Implicações no Manejo de Pragas**. São Paulo: Manole. 1991.

GONÇALVES, C.R.; NUNES, A.M. Formigas das praias e restingas do Brazil, p.373-378. In: LACERDA, L.D.; ARAÚJO, D.S.D.; CERQUEIRA, R.; TURCQ, B. (Eds). **Restingas: Origem, estrutura e processos**. Editora da Universidade Federal Fluminense, Rio de Janeiro, 450p. 1984.

GOTELLI, N.J.; COLWELL, R.K. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. **Ecology Letters**, v.4, p.379-399, 2001.

GREENSLADE, P.J.M.; GREENSLADE, P. Invertebrates and environmental assessment. **Environment and Planning**, 3:13-15p. 1984.

GREENSLADE, P.J.M.; GREENSLADE, P. Some effects of vegetation cover and disturbance on a tropical ant fauna. **Insectes Sociaux**, v.24, n.2, p.63-82, 1977.

GULLAN, P.J.; CRANSTON, P.S. **The Insects: an outline of entomology**. London: Chapman & Hall. 491p. 1994.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E.O. **The Ants**. Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts, USA, 732p. 1990.

JAFFÈ, K. **El mundo de las hormigas**. Universidad Simon Bolivar, Baruta, F. do Miranda, 183p. 1993.

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

KEATING, K.A.; QUINN, J.F.; IVIE, L.L. Estimating the effectiveness of further sampling in species inventories. **Ecological Applications**, v.8, p.1239-1249, 1998.

KEMPF, W.W. Levantamento de formigas da mata amazônica, nos arredores de Belém do Pará, Brasil. **Studia Entomologica**, v.13, p.321-344, 1970.

KING, J.R.; ANDERSEN, A.N.; CUTTER, A.D. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. **Biodiversity & Conservation**, v.7, p.1627-1638, 1998.

KREMEN, C. Assessing the Indicator Properties of Species Assemblages for Natural Areas Monitoring. **Ecological Applications**, v.2, n.2, p.203-217, 1992.

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

LEAL, I.R. Diversidade de formigas no Estado de Pernambuco. In: SILVA, J.M.C. & TABARELLI, M. (Orgs). **Atlas da Biodiversidade de Pernambuco**. Editora Massangana e SECTMA, Recife, 483-492p. 2002.

LEAL, I.R. Diversidade de formigas em diferentes unidades da paisagem da Caatinga, 435-460p. In: LEAL, I.R.; TABARELLI, M.; SILVA, J.M. (Eds). **Ecologia e conservação da Caatinga**. Editora da Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 802p. 2003.

LEAL, I.R.; FERREIRA, S.O.; FREITAS, A.V.L. Diversidade de formigas de solo em um gradiente sucessional de Mata Atlântica, ES, Brasil. **Biotemas**, v.6, p.42-53, 1993.

LEPONCE, M.; THEUNIS, L.; DELABIE, J.H.C.; ROISIN, Y. Scale dependence of diversity measures in a leaf-litter ant assemblages. **Ecography**, v.27, p.253-267, 2004.

LOBRY DE BRUYN, L.A. Ants as bioindicators of soil function in rural environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.74, n.1/3, p.425-441, 1999.

LONGINO J.T.; CODDINGTON, J.; COLWELL, R.K. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness in three different ways. **Ecology**, v.83, p.689-702, 2002.

LOPES, B.C.; LEAL, I.R. Levantamento preliminar de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de solo e vegetação em um trecho de mata atlântica, Morro da Lagoa da Conceição, Ilha de Santa Catarina, SC. **Biotemas**, v.4, p.51-59, 1991.

LOVEJOY, E.; BIERREGAARD JÚNIOR, R.O.; RYLANDS, A.B.; MALCOM, J.R.; QUINTELA, C.E.; BROWN, K.S.J.; POWELL, A.H.; POWELL, G.V.N.; SCHUBART, H.O.R.; HAYS, M. Edge and other effects of isolation on Amazon forest fragments. In: SOULE, M.E. (Ed). **Conservation biology: the science of scarcity and diversity**. Sunderland, Sinauer. 257-285p. 1986.

LUTINSKI, J.A.; GARCIA, F.R.M. Análise faunística de Formicidae (Hymenoptera: Apocrita) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, v.18, n.2, p.73-86, 2005.

MACKAY, W.P.; MACKAY, E. **The Ants of New Mexico (Hymenoptera: Formicidae)**. Laboratory for Environmental Biology, Centennial Museum and Department of Biological Sciences, The University of Texas, El Paso, TX 79968, 408p. 2008.

MACKAY, W.P. A comparison of the bioenergetics of three species of *Pogonomyrmex* harvester ants. **Oecologia**, v.66, p.484-494, 1985.

MACKAY, W.P. A comparison of the nest phenologies of three species of *Pogonomyrmex* harvester ants (Hymenoptera: Formicidae). **Psyche**, v.88, p.25-74, 1981.

MAGURRAN, A.E. **Ecological diversity and its measurement**. London, Chapman & Hall, 179p. 1991.

MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines at Trombetas, Pará, Brazil. **Journal Tropical Ecology**, v.12, p.257-273, 1996.

MAJER, J.D. Ant recolonization of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brazil. **Journal Tropical Ecology**, v.8, p.97-108, 1992.

MAJER, J.D. Ants: bioindicators of Minesite Rehabilitation, land use, and land conservation. **Environmental Management**, v.7, p.375-383, 1983.

MAJER, J.D.; DELABIE, J.H.C.; MCKENZIE, N.L. Ant litter fauna of forest, forest edges and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux**, v.44, p.255-266, 1997.

MARCHIORETTO, A.; DIEHL, E. Distribuição espaciotemporal de uma comunidade de formigas em um remanescente de floresta inundável às margens de um meandro antigo do Rio dos Sinos, São Leopoldo, RS. **Acta Biologica Leopoldensia**, v.28, n.1, p.25-31, 2006.

MARINHO, C.G.S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; SCHLINDWEIN, M.N.; RAMOS, L.S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) em área de cerrado em Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v.31, n.2, p.187-195, 2002.

MCALEECE, N.; LAMBSHEAD, P.J.D.; PATERSON, G.L.J.; GAGE, J.D. **Biodiversity Pro: Free Statistics Software for Ecology – version 2**. Geospatial Data Presentation Form: Software Tools. 1997.

MICHENER, C.D. Comparative social behavior of bees. **Annual Review of Entomology**, v.14, p.299-342, 1969.

MORAIS, H.C.; BENSON, W.W. Recolonização da vegetação de cerrado após queimadas, por formigas arborícolas. **Revista Brasileira de Biologia**, v.48, n.4, p.459-66, 1988.

MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F.; VOLTOLINI, J.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. **Iheringia, Série Zoologia**, v.97, n.3, p.246-252, 2007.

NAKAMURA, A.; PROCTOR, H.; CATTERALL, C.P. Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. **Ecological Restoration and Management**, v.4, p.20-28, 2003.

NEVES, F.S.; BRAGA, R.F.; MADEIRA, B.G. Diversidade de formigas arborícolas em três estágios sucessionais de uma floresta estacional decidual no norte de Minas Gerais. **Unimontes Científica**, v.1, p.59-68, 2006.

OLIVEIRA, M.A.; DELLA LUCIA, T.M.C. Levantamento de Formicidae de chão em áreas mineradas sob recuperação florestal de Porto Trombetas, Pará. **Boletim do Museu Paraense Emílio Goeldi, Série Zoologia**, v.8, n.2, p.375-384, 1992.

OLIVEIRA, M.A.; DELLA LUCIA, T.M.C.; ARAÚJO, M.S.; DA CRUZ, A.P. A fauna de formigas em povoamentos de eucalipto na mata nativa no estado do Amapá. **Acta Amazonica**, v.25, p.117-126, 1995.

PALMER, M.W. Estimating richness species: the second order jackknife reconsidered. **Ecology**, v.72, p.1512-1513, 1991.

PALMER, M.W. The estimation of species richness by extrapolation. **Ecology**, v.71, p.1195-1198, 1990.

RIBAS, C.R.; SCHOEREDER, J.H.; PIE, M.; SOARES, S.M. Tree Heterogeneity, Resource Availability, and Larger Scale Processes Regulating Arboreal Ant Species Richness. **Austral Ecology**, v.28, p.305-314, 2003.

ROMERO, H.; JAFFÉ, K. A comparison of methods for sampling ants (Hymenoptera, Formicidae) in savanas. **Biotropica**, v.21, p.348-352, 1989.

ROOM, P.M. Relative distribution of ant species in cocoa plantation in Papua New Guinea. **Journal of Applied Ecology**, v.12, p.47-71, 1975.

SAMWAYS, M.J. Community structure of ants (Hymenoptera: Formicidae) in a series of habitats associated with citrus. **Journal of Applied Ecology**, v.20, p.833-847, 1983.

SANTOS, M.S.; LOUZADA, J.N.C.; DIAS, L.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. **Iheringia, Série Zoologia**, v.96, n.1, p.95-101, 2006.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v.12, n.2, p.55-73, 1999.

SILVA, R.R.; SILVESTRE, R. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, oeste de Santa Catarina. **Biotemas**, v.13, n.2, p.85-105, 2000.

SILVA, R.R.; SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v.44, n.1, p.1-11, 2004.

SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F.; ROSA DA SILVA, R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del cerrado. In: FERNÁNDEZ, F. (Org). **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Bogotá: Instituto Humboldt, 113-148p. 2003.

SMITH, M.R.B.; DELABIE, J.H.C.; CARZOLA, I.M.; DA ENCARNAÇÃO, A.M.Z.; CASIMIRO, A.B.; NASCIMENTO, I.C.; SOUZA, A.L.B.; FURST, M. Uso de formigas como bioindicadores: Primeiras indicações de padrões de interação entre vegetação, atividades agrícolas e comunidades de Formicidae. In: **Resumos do Congresso Latino-Americano e Brasileiro de Zoologia**, Belém, PA, 16:146p. 1992.

SOARES, S.M.; SCHOEREDER, J.H. Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. **Insectes Sociaux**, v.48, p.280-286, 2001.

SOUZA-SILVA, M.; BERNARDI, L.F.O.; MARTINS, R.P. FERREIRA, R.L. Troncos caídos na serrapilheira de mata: "microhabitats" que promovem a diversidade. **Revista Brasileira de Zoociências**, v.11, n.1, p.79-87, 2009.

STORK, N.E. The composition of arthropod fauna of Bornean lowland rainforest trees. **Journal of Tropical Ecology**, v.7, p.161-180, 1991.

VASCONCELOS, H.L. Effects of forest disturbance on the structure of ground-foraging ant communities in Central Amazonia. **Biodiversity and Conservation**, v.8, n.3, p.409-420, 1999.

VASCONCELOS, H.L. Respostas das formigas à fragmentação florestal. **Série Técnica IPEF**, v.12, p.95-98, 1998.

VERHAAGH, M. Clearing a tropical rain Forest-effects on the ant fauna. In: ERDELEN, W.; ISHWARAN, N.N.; MULLER, P. (Eds). **Proceeding of the International and Interdisciplinary Symposium on Tropical Ecosystems**. Magraf Scientific Boows, Weikersheim, 59-68p. 1991.

WARD, P.S. Broad-scale patterns of diversity in leaf litter ant communities. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Eds). **Measuring and monitoring biological diversity: standard methods for ground living ants**. Smithsonian Institution Press, Washington D.C., USA, 99-121p. 2000.

WILSON, E.O. **The insect societies**. The Belknap Press, Cambridge. 548p. 1971.

WILSON, E.O. Which are the most prevalent ant genera? **Studia Entomology**, v.19, p.187-200. 1976.

ZANZINI, A.C.S.; NAVES, M.A. Diversidade e similaridade de formigas edáficas (Hymenoptera: Formicidae) em ecossistemas de cerrado. In: **Anais do 1º Congresso Florestal Panamericano e 7º Congresso Floresta Brasileiro**, Curitiba, Paraná, 38-40p. 1993.

