

## Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em savana e ambientes associados de Roraima<sup>1</sup>

*Composition and richness of ants (Hymenoptera: Formicidae) in savanna and associated environments of Roraima State (Northern of Brazil)*

Tatiana Soares Peixoto<sup>2\*</sup>, Catarina de Lurdes Praxedes<sup>3</sup>, Fabricio Beggiato Baccaro<sup>4</sup>, Reinaldo Imbrozio Barbosa<sup>5</sup>, Moisés Mourão Júnior<sup>6</sup>

**Resumo** - O objetivo deste trabalho foi avaliar a composição, riqueza e abundância de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em ambientes de savana e sistemas associados aproveitando os gradientes de uso (natural; antrópico) e estrutura da vegetação (florestal; não-florestal). Os ecossistemas avaliados foram (i) mosaico de savana parque-campo sujo (natural; não-florestal), (ii) mata galeria em ambiente de savana (natural; florestal), (iii) capoeira derivada de contato floresta-savana (antropizado; florestal) e (iv) silvicultura de *Acacia mangium* Willd. derivada de savana parque (antropizado; florestal). Foram utilizados dois métodos de coleta, isca de sardinha e armadilhas de queda (*pitfall traps*). Cada ecossistema foi amostrado de duas a quatro vezes entre os meses de setembro e dezembro de 2007. Cada rodada de coleta consistiu de 25 unidades amostrais de cada método distribuídas em cinco transectos de 100 m, distanciados 40 m entre si abrangendo uma área de 100 m<sup>2</sup>. Somados os dois métodos de coleta, foram identificadas 77 espécies ou morfo-espécies de formigas pertencentes a sete subfamílias (25.408 indivíduos). A monocultura de *A. mangium* apresentou 49 espécies, mata galeria 46, capoeira 44 e savana 25. Os dois gêneros de maior ocorrência foram *Crematogaster* (60,4% dos indivíduos) e *Pheidole* (24,8%). Não foi encontrado nenhum padrão de composição das espécies evidente pela análise de MDS (Escalonamento Multidimensional Não-métrico). Existe uma fraca tendência de agrupamento das amostras da mata galeria, porém as amostras coletadas na savana, normalmente consideradas áreas mais homogêneas, apresentaram a maior diferença de composição.

**Palavras-chave** - Abundância. Artrópode. Diversidade. Insecta. Florestas.

**Abstract** - The objective of this study was to evaluate the composition, richness and abundance of ants (Hymenoptera: Formicidae) in savanna habitats and associated environments, observing their use gradients (natural, anthropogenic) and vegetation structure (forest, non-forest). The ecosystems evaluated were (i) savanna park with grassland (natural, non-forest), (ii) gallery forest in savanna environment (natural, forest), (iii) secondary forest derived from ecotone forest-savanna (anthropogenic; forest) and (iv) afforestation of *Acacia mangium* Willd. in savanna park (anthropogenic; forest). We used two sampling methods: sardine and bait pitfall traps. Each environment was sampled two to four times between September and December 2007. Each sampling round consisted of 25 samples of each method distributed in five transects of 100 m, distanced 40 m to each other distributed in 100 m<sup>2</sup>. We identified 77 ant species or morphospecies distributed in seven subfamilies (25,408 individuals): monoculture of *A. mangium* (49 species), gallery forest (46), secondary forest (44) and savanna (25). The genera more frequent were *Crematogaster* (60.4% of individuals) and *Pheidole* (24.8%). We did not find an evident distribution pattern as the species composition was investigated by the MDS (Multidimensional Scaling) analysis. There was a weak trend of samples clustering in the forest gallery, but the samples collected in the savanna, commonly regarded as more homogeneous areas showed the highest difference in composition.

**Key words** - Abundance. Arthropoda. Diversity. Insecta. Forests.

\*- Autor para correspondência

<sup>1</sup>Pesquisa financiada pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade (PPBio)

<sup>2</sup>Faculdade Cathedral (Boa Vista/Roraima), tatibond@hotmail.com

<sup>3</sup>Museu Paraense Emilio Goeldi – MPEG (Belém, Pará)

<sup>4</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/PPBio), fabricera@gmail.com

<sup>5</sup>Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA/PPBio), reinaldo@inpa.gov.br

<sup>6</sup>Embrapa/CPATU- (Belém, Pará), mmourao@cpatu.embrapa.br

## Introdução

Nos trópicos, os invertebrados constituem aproximadamente 84% da biomassa animal, sendo as formigas (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). Esses animais possuem ampla distribuição geográfica, alta riqueza de espécies e são relativamente fáceis de identificar (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; LONGINO *et al.*, 2002).

As formigas atuam no processo de ciclagem de nutrientes e aeração das camadas superficiais do solo, afetando a abundância de diversos organismos animais e vegetais, sendo consideradas engenheiras do ecossistema (FITTKAU; KLINGE, 1973; POGGIANI *et al.*, 1996; LOPES-ASSAD, 1997; LOBRY DE BRUYN, 1999; FISHER; BINKLEY, 2000). Em função dessa diversidade de papéis, a composição e a abundância das assembleias de formigas estão associadas às características de cada região florística e climática (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990). Consequentemente, as mudanças nas condições físicas e biológicas entre diferentes ambientes naturais e antropizados influenciam a composição, riqueza e abundância das formigas que vivem e forrageiam no solo.

No bioma Amazônia, os estudos tem se detido mais em ambientes florestais, com raras investigações em sistemas não florestais, como as savanas e outros tipos de vegetação campestre (VASCONCELOS *et al.*, 2006; 2008). A ecorregião das “Savanas das Guianas”, que faz parte deste bioma, engloba quase que totalmente o extremo norte-nordeste do estado de Roraima, e é caracterizada por um mosaico de formações vegetais naturais abertas (não-florestais), como campos, e de vegetação densa e fechada (florestais), como matas de galeria e ilhas de mata (MIRANDA *et al.*, 2003; BARBOSA; MIRANDA, 2005; BARBOSA *et al.*, 2007). Também possui ambientes antropizados, como desmatamentos em áreas de contato da savana com a floresta contínua, ou introdução de espécies exóticas (p. ex. *Acacia mangium* Willd.) nos campos naturais (ARCO-VERDE *et al.*, 2005).

Cada um destes ambientes oferece diferentes condições de luminosidade, temperatura, umidade, incidência de fogo, sazonalidade e podem influenciar na composição, riqueza e abundância de espécies de formigas (LEVINGS, 1983; ANDERSEN, 1991; CERDÁ *et al.*, 2002).

Assim, objetivou-se com este estudo avaliar a composição, riqueza e abundância de formigas de solo (Hymenoptera: Formicidae) em uma área de savana natural e ambientes associados (naturais e antropizados). Foi analisado se (i) a composição das assembleias de formigas

de solo difere entre ambientes abertos (não-florestais) e fechados (florestais), levando em consideração o uso da terra (natural ou antrópico) e se (ii) é possível detectar padrões de ocorrência de espécies nesses ambientes (i.e. espécies “exclusivas” da savana ou de outros ambientes) empregando diferentes métodos de coleta.

## Material e métodos

### Área de Estudo

Este estudo foi realizado nas áreas de savana natural e ambientes associados do estado de Roraima, nos municípios de Boa Vista, Cantá e Mucajaí. Esta grande região de áreas abertas possui aproximadamente 43.000 km<sup>2</sup> (2° 00' a 5° 00' N / 59° 30' a 61° 30' W) e faz parte do complexo “rio Branco-rio Rupununi” que se estende entre o Brasil, a Guiana e a Venezuela (EDEN, 1970; BRASIL, 1975; BARBOSA *et al.*, 2007). É a maior área de savanas do Bioma Amazônia, sendo denominada como “Ecorregião das Savanas das Guianas” (CAPOBIANCO *et al.*, 2001; FERREIRA, 2001; BARBOSA, MIRANDA, 2005). O relevo em geral é plano (80-120m), exceto por algumas serras residuais que se destacam na paisagem (~900 m).

Os estudos realizados por Bastos (1972), Brasil (1975) e Medina e Leite (1984) indicam que o clima desta região é o *Aw* pela classificação de Köppen, ou seja, tropical úmido, com estação seca bem definida, precipitação média do mês mais seco inferior a 60 mm e amplitude térmica entre médias do mês mais quente e do mês mais frio inferior a 5° C. A pluviometria média é da ordem de 1.610 mm anuais, levando em consideração os dados da Estação Climatológica do INMET (Instituto Nacional de Meteorologia) sediada em Boa Vista (BARBOSA, 1997). Os meses mais secos estão compreendidos entre dezembro e março e, os mais úmidos, entre maio e agosto. Os demais meses são considerados como inter-estações (chuva=>seca ou seca=>chuva), por compreenderem situações intermediárias entre os dois principais períodos regionais.

Dentro destes limites geográficos e ecossistemas foram delimitados quatro ambientes de estudo a partir de critérios do uso da terra (natural e antrópico) distribuídos em sistemas florestais e não-florestais desta ecorregião, descritos a seguir:

(i) Mosaico de savana parque com campo sujo (natural e não-florestal; 60° 49' 56,73" W / 02° 39' 33,3" W – WSG 84; 78 m de altitude) – situado no Município de Boa Vista, Campo Experimental Água Boa, pertencente à Embrapa Roraima. Esta área está situada a aproximadamente 35 km em direção ao norte da cidade de Boa Vista pela BR 174, na margem direita do rio Branco.

É uma área com vegetação aberta caracterizada por um estrato gramíneo (Poaceae, Cyperaceae e outras ervas) em harmonia com árvores de pequeno porte, como o caimbé (*Curatella americana* L.) e os mirixis (*Byrsonima crassifolia* (Kunth) H.B.K. e *B. coccolobifolia* Kunth);

(ii) Mata galeria em ambiente de savana (natural e florestal; 60° 50' 35,36" W / 02° 40' 18,78" W; 77 m) – também situado no Campo Água Boa. Caracterizado por possuir um solo encharcado sazonalmente com palmeiras das espécies *Euterpe precatoria* Mart. (açai solteiro) e *Mauritia flexuosa* L. (buriti). Nas partes mais secas predominam espécies pioneiras do gênero *Vismia* sp. (Clusiaceae), *Cecropia* sp. (Cecropiaceae) e *Guatterea* sp. (Annonaceae), visto que é uma área florestal com histórico de fogo em 1997/98 e 2002/03;

(iii) Capoeira derivada de contato floresta-savana (antropizado e florestal; 60° 59' 25,95" W / 02° 23' 00,58" W; 81 m) – situada no Município de Mucajaí, cerca de 15 km da sede municipal seguindo a estrada que leva ao complexo da Serra da Prata. É uma floresta secundária derivada de um antigo desmatamento com cerca de 10-15 anos de idade. O sub-bosque possui um emaranhado de ervas com acúleos e espinhos, além de árvores adultas de *Cecropia* sp. e palmeiras típicas de antigas áreas de desmatamento, como *Maximiliana maripa* Drude (inajá).

(iv) Silvicultura de *Acacia mangium* Willd. com 5-6 anos de idade derivada de savana parque (antropizado e florestal; 60° 36' 05,12" W / 02° 47' 06,73" W; 79 m) – situada no Município de Cantá, no Núcleo Santa Cecília (Empreendimentos Ouro Verde), distante cerca de 12 km pela rodovia estadual RR 205 (Boa Vista – Serra da Lua). *A. mangium* é uma leguminosa procedente da Austrália e Nova Zelândia, sendo considerada uma espécie pioneira, de rápido crescimento e raízes profundas.

## Metodologia de coleta

Para determinar a composição, riqueza e abundância das espécies de formigas presentes nos ambientes estudados foram utilizados dois métodos de coleta: isca de sardinha e armadilhas de queda (*pitfall traps*). O uso de diferentes métodos possui a vantagem de produzir informações complementares sobre a riqueza e a diversidade dos ambientes estudados (SOUZA *et al.*, 2007). Cada ambiente foi amostrado de duas à quatro vezes, entre os meses de setembro e dezembro de 2007 (entre a inter-estação e o começo do período seco). Cada rodada de coleta foi composta de 25 unidades amostrais de cada método (isca e *pitfall*) em cada ecossistema amostrado. Essas unidades amostrais foram distribuídas em 5 transectos paralelos de 100 m, distanciados 40 m entre si. As iscas de sardinha foram colocadas sobre um pedaço de papel de 5 cm x 5 cm, e após 60 minutos, todas

as formigas que estavam circulando sobre o papel foram coletadas. As armadilhas *pitfall* consistiram de copos plásticos de 500 mL, contendo 50 mL de álcool 70% e um pouco de detergente neutro para quebrar a tensão superficial do líquido. Os copos foram enterrados no solo, de forma que a borda do copo ficou no mesmo nível do solo. Após 48 horas todos os invertebrados que caíram nos copos foram levados para triagem no laboratório da base do INPA em Boa Vista, Roraima. Pelo menos três formigas de cada espécie ou morfo-espécie foram montadas em alfinete entomológico. Posteriormente foram identificadas usando chaves disponíveis (BOLTON, 1995) ou comparadas com espécimes depositados na coleção de formigas do INPA, em Manaus.

## Análise dos Dados

A curva do coletor (número de espécies encontradas a partir do esforço contínuo) foi gerada para cada ambiente estudado, sendo comparadas conjuntamente em um gráfico bidimensional. A abundância de indivíduos foi calculada através do somatório do número de indivíduos por ambiente e a frequência total foi estimada pela contagem do número de vezes que a espécie foi registrada por ambiente. Para investigar diferenças na composição das espécies de formigas entre os ambientes, usamos o escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) em duas dimensões (locais x espécies). O NMDS arranja objetos (nesse caso, os locais) num espaço com um número particular de dimensões de modo a reproduzir as distâncias observadas. Usamos a medida de distância de Bray-Curtis na matriz de frequência das espécies por ambiente. Não foi aplicado nenhum cálculo para entender as diferenças existentes entre os períodos de coleta, visto que o ano de 2007 foi atípico (“La Niña”), com eventos de chuva ocorrendo ao longo de todo o período estudado, não correspondente com o esperado entre a seca e a inter-estação local.

Foram utilizados os índices de Berger-Parker, para estimar a dominância usando as frequências das espécies e, o índice de Shannon, para fazer a estimativa da diversidade de cada um dos ecossistemas analisados.

## Resultados e discussão

### Riqueza e Abundância

No total foram identificadas 77 espécies ou morfo-espécies de formigas pertencentes a sete subfamílias e 24 gêneros (25.408 indivíduos) (Tabela 1; Tabela 2). A monocultura de *A. mangium* apresentou maior riqueza de espécies (49; 6.009 indivíduos coletados), seguida da mata galeria 46 (2.292), capoeira 44 (14.855) e savana 25 (2.252). No entanto, o maior número de gêneros foi

encontrado na mata galeria (20). O número de 25 espécies encontradas na área de savana em Roraima é próximo às 29 espécies observadas por Vasconcelos *et al.* (2008) em dois anos de coleta em Alter do Chão (Pará). A menor riqueza e abundância em áreas abertas (savanas) são comuns e possivelmente diretamente relacionadas ao ambiente mais seletivo. Ecossistemas florestados que fazem limites ou são encampados por ambientes abertos, como as savanas amazônicas, são normalmente mais abundantes e ricos (VASCONCELOS *et al.*, 2006).

As formigas são organismos coloniais e usar apenas a abundância de indivíduos por amostra pode gerar distorções nas análises (LONGINO *et al.*, 2002). Isso porque algumas armadilhas podem ser instaladas perto de uma colônia e amostrar um número muito alto de indivíduos. No entanto, o número de formigas coletadas

por ambiente pode ser útil por fornecer informações sobre a capacidade de suporte desses locais. As espécies mais abundantes nas amostras foram *Crematogaster* sp.2 (6.865; 27,0%), *Crematogaster obscurata* (4.343; 17,1%) e *Pheidole* sp.10 (3.212; 12,6%). As duas espécies de *Crematogaster* ocorreram abundantemente apenas nas áreas de savana (natural; não florestal) e capoeira (antrópico; florestal), ambos diferenciados do ponto de vista do uso da terra e da estrutura da vegetação. *Pheidole* sp.10 ocorreu nos quatro ambientes estudados, mas com predominância no plantio de *A. mangium*. As espécies mais frequentes foram *Pheidole* sp.10 (10,89%), *Ectatomma edentatum* (10,17%) e *Pheidole* sp. 13 (10,03%) e foram coletadas nos quatro ambientes (Tabela 2). No ambiente aberto da savana, as espécies mais abundantes e mais frequentes foram *Crematogaster* sp.1 e *Camponotus femoratus* (Tabela 2).

**Tabela 1** - Abundância de indivíduos (n) por gênero de formiga coletado em *A. mangium*, capoeira, mata de galeria e savana, Roraima, setembro-dezembro de 2007

Sub-família	Gênero	<i>A. mangium</i>		Capoeira		Mata Galeria		Savana		Total
		Isca	Pitfall	Isca	Pitfall	Isca	Pitfall	Isca	Pitfall	
Dolichoderinae	<i>Dolichoderus</i>	-	3	-	-	-	-	-	-	3
	<i>Dorymyrmex</i>	-	4	-	-	-	-	-	-	4
Ecitoninae	<i>Labidus</i>	-	75	-	14	62	91	11	10	263
	<i>Neivamyrmex</i>	-	1	-	1	5	13	5	-	25
	<i>Nomamyrmex</i>	-	-	-	-	-	60	-	-	60
Ectatomminae	<i>Ectatomma</i>	1	157	8	120	39	118	7	24	474
	<i>Gnamptogenys</i>	-	258	-	4	-	9	-	-	271
	<i>Gnaptogenys</i>	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Formicinae	<i>Camponotus</i>	297	373	11	35	18	24	424	47	1.229
	<i>Paratrechina</i>	-	158	17	21	-	1	-	156	353
Myrmicinae	<i>Atta</i>	-	10	-	-	-	1	-	8	19
	<i>Cephalotes</i>	158	67	-	-	110	9	1	-	345
	<i>Crematogaster</i>	-	34	13.645	314	-	1	1.122	237	15.353
	<i>Daceton</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	1
	<i>Pheidole</i>	2.493	1.657	93	367	1.155	411	92	45	6.313
	<i>Rogeria</i>	-	-	-	-	-	1	-	-	1
	<i>Solenopsis</i>	-	1	27	19	-	26	-	-	73
	<i>Strumigenys</i>	-	-	-	-	-	3	-	-	3
	<i>Trachymyrmex</i>	-	-	-	13	-	4	-	-	38
Ponerinae	<i>Wasmannia</i>	-	-	-	6	-	-	-	6	12
	<i>Hypoponera</i>	-	1	-	9	2	7	-	-	19
	<i>Odontomachus</i>	-	65	-	33	23	42	1	1	165
Pseudomyrmicinae	<i>Pachycondyla</i>	-	130	-	87	-	40	-	-	257
	<i>Pseudomyrmex</i>	-	66	-	10	-	16	-	17	109
Sub-total	-	2.949	3.060	13.802	1.053	1.414	878	1.663	589	-
Total	24	6009	14855	2292	2252	25408	-	-	-	-

**Tabela 2** - Composição e frequência relativa (%) das espécies de formigas coletadas em quatro ambientes de savana e ecossistemas associados no estado de Roraima entre setembro e dezembro de 2007

Sub-família / Espécies	Frequência relativa por ambiente (%)			
	<i>Acacia mangium</i>	Capoeira	Mata de galeria	Savana
<b>Dolichoderinae</b>				
<i>Dolichoderus</i> sp.1	0,58	-	-	-
<i>Dorymyrmex</i> sp.1	0,77	-	-	-
<b>Ecitoninae</b>				
<i>Labidus</i> sp.1	1,93	1,17	4,14	1,79
<i>Labidus</i> sp.2	0,19	-	-	-
<i>Neivamyrmex</i> sp.1	0,19	0,29	0,75	0,45
<i>Nomamyrmex espinodiz</i>	-	-	0,38	-
<i>Nomamyrmex</i> sp.1	-	-	0,38	-
<b>Ectatomminae</b>				
<i>Ectatomma edentatum</i>	6,74	10,85	17,29	5,83
<i>Gnamptogenys continua</i>	8,86	0,59	1,50	-
<i>Gnamptogenys horni</i>	-	-	0,38	-
<i>Gnamptogenys</i> sp.1	0,39	0,59	-	-
<i>Gnamptogenys</i> sp.2	0,19	-	-	-
<b>Formicinae</b>				
<i>Camponotus femoratus</i>	12,52	3,52	3,01	21,08
<i>Camponotus</i> próx. <i>triceps</i>	-	-	-	0,45
<i>Camponotus</i> sp.1	-	0,29	-	-
<i>Camponotus</i> sp.2	0,58	0,59	0,75	1,35
<i>Camponotus</i> sp.3	0,39	-	0,38	-
<i>Camponotus</i> sp.4	1,54	0,59	1,88	1,35
<i>Camponotus</i> sp.5	1,54	0,59	0,38	-
<i>Camponotus</i> sp.6	-	-	0,75	-
<i>Camponotus</i> sp.7	0,19	-	-	-
<i>Paratrechina</i> sp.1	0,19	0,29	0,38	-
<i>Paratrechina</i> sp.2	0,19	0,88	-	-
<i>Paratrechina</i> sp.3	0,39	1,17	-	3,14
<i>Paratrechina</i> sp.4	1,93	1,17	-	7,62
<b>Myrmicinae</b>				
<i>Atta</i> sp.1	1,16	-	0,38	0,45
<i>Cephalotes</i> sp.1	4,05	-	1,88	0,45
<i>Cephalotes</i> sp.2	0,58	-	-	-
<i>Crematogaster obscurata</i>	-	9,09	-	6,73
<i>Crematogaster</i> sp.1	0,39	4,99	0,38	13,90
<i>Crematogaster</i> sp.2	-	17,01	-	6,28
<i>Crematogaster</i> sp.3	-	4,40	-	4,04
<i>Daceton armigerum</i>	-	-	0,38	-
<i>Megalomyrmex balzani</i>	1,54	0,29	-	3,59
<i>Pheidole</i> sp.1	-	3,23	0,38	-
<i>Pheidole</i> sp.2	-	-	-	2,69
<i>Pheidole</i> sp.3	0,58	0,29	0,38	-

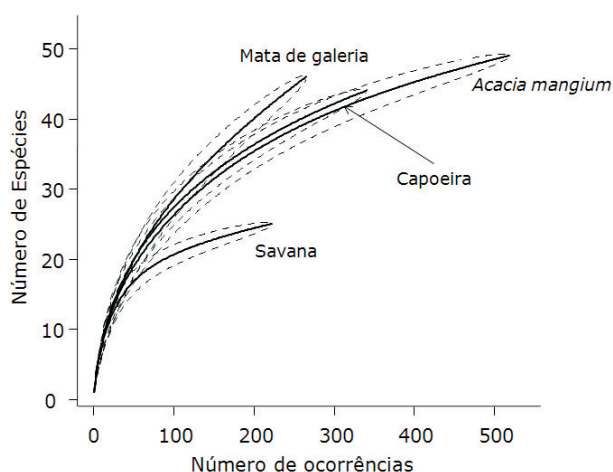
continua na próxima página

**Tabela 2** (Continuação) - Composição e frequência relativa (%) das espécies de formigas coletadas em quatro ambientes de savana e ecossistemas associados no estado de Roraima entre setembro e dezembro de 2007

Sub-família / Espécies	Frequência relativa por ambiente (%)			
	<i>Acacia mangium</i>	Capoeira	Mata de galeria	Savana
<b>Myrmicinae</b>				
<i>Pheidole</i> sp.4	0,19	-	-	-
<i>Pheidole</i> sp.5	-	-	0,38	-
<i>Pheidole</i> sp.6	-	0,29	-	-
<i>Pheidole</i> sp.7	4,82	0,88	3,01	0,90
<i>Pheidole</i> sp.8	0,19	0,29	3,38	-
<i>Pheidole</i> sp.9	-	-	0,38	-
<i>Pheidole</i> sp.10	12,33	9,09	17,67	4,48
<i>Pheidole</i> sp.11	0,77	0,88	1,13	-
<i>Pheidole</i> sp.12	-	0,29	-	-
<i>Pheidole</i> sp.13	15,41	8,80	12,78	3,14
<i>Rogeria</i> sp.1	-	-	0,38	-
<i>Solenopsis</i> sp.1	0,19	2,64	0,38	-
<i>Solenopsis</i> sp.2	-	0,29	-	-
<i>Solenopsis</i> sp.3	-	-	0,38	-
<i>Solenopsis</i> sp.4	-	-	0,38	-
<i>Strumigenys</i> sp.1	-	-	0,38	-
<i>Strumigenys</i> sp.2	-	-	0,75	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.1	-	0,59	0,38	5,38
<i>Trachymyrmex</i> sp.2	-	-	0,75	-
<i>Trachymyrmex</i> sp.3	-	1,17	-	-
<i>Wasmannia auropunctata</i>	-	0,59	-	0,45
<b>Ponerinae</b>				
<i>Hypoponera</i> sp.1	0,19	1,17	2,26	-
<i>Hypoponera</i> sp.2	-	0,29	-	-
<i>Odontomachus caelatus</i>	4,82	2,05	7,89	0,90
<i>Odontomachus</i> sp.1	0,96	-	2,26	-
<i>Pachycondyla crassinoda</i>	0,96	2,93	1,13	-
<i>Pachycondyla hapax</i>	5,97	2,35	3,01	-
<i>Pachycondyla obscuricornis</i>	0,77	2,05	2,26	-
<i>Pachycondyla villosa</i>	-	0,29	-	-
<b>Pseudomyrmicinae</b>				
<i>Pseudomyrmex</i> sp.1	0,77	-	-	-
<i>Pseudomyrmex</i> sp.2	0,19	-	-	-
<i>Pseudomyrmex</i> sp.3	0,77	0,29	-	-
<i>Pseudomyrmex</i> sp.4	0,39	-	0,38	-
<i>Pseudomyrmex</i> sp.5	0,58	0,29	0,38	3,14
<i>Pseudomyrmex</i> sp.6	0,19	-	-	-
<i>Pseudomyrmex</i> sp.7	0,77	-	1,13	-
<i>Pseudomyrmex</i> sp.8	0,19	0,29	0,38	0,45
<i>Pseudomyrmex</i> sp.9	0,19	-	0,38	-
<i>Pseudomyrmex termitarium</i>	0,77	0,29	-	-



As curvas do coletor (Figura 1) mostram que a plantação de *A. mangium* e a capoeira apresentaram a mesma taxa de incremento e que a mata galeria é o ambiente com maior taxa de incremento de novas espécies. Provavelmente a taxa de incremento de novas espécies é maior na mata de galeria, porque este ambiente apresenta maior diversidade de plantas e está situada no meio da savana. Desta forma, a mata de galeria pode abrigar espécies de formigas que ocorrem em ambientes florestais (plantação de *A. mangium* e capoeira), além de ambientes abertos, como a savana. É normal que fragmentos circundados por sistemas naturais, como a mata de galeria, recebam espécies “turistas” que aumentam a riqueza do ambiente (VASCONCELOS *et al.*, 2006). Parte dessas espécies não são residentes e podem utilizar essas áreas para forragear. Além disso, a amplitude das condições microclimáticas de umidade, temperatura e insolação podem ser mais estáveis e mais favoráveis na mata de galeria para as várias espécies de formigas.



**Figura 1** – Curva do coletor baseada na frequência ou ocorrência das formigas coletadas pelos dois métodos de coleta em ambientes de savana, capoeira, mata de galeria e *Acacia mangium* (Linhas tracejadas representam os intervalos de confiança de 95%), Roraima, setembro-dezembro de 2007.

### Composição e Padrões de Ocorrência

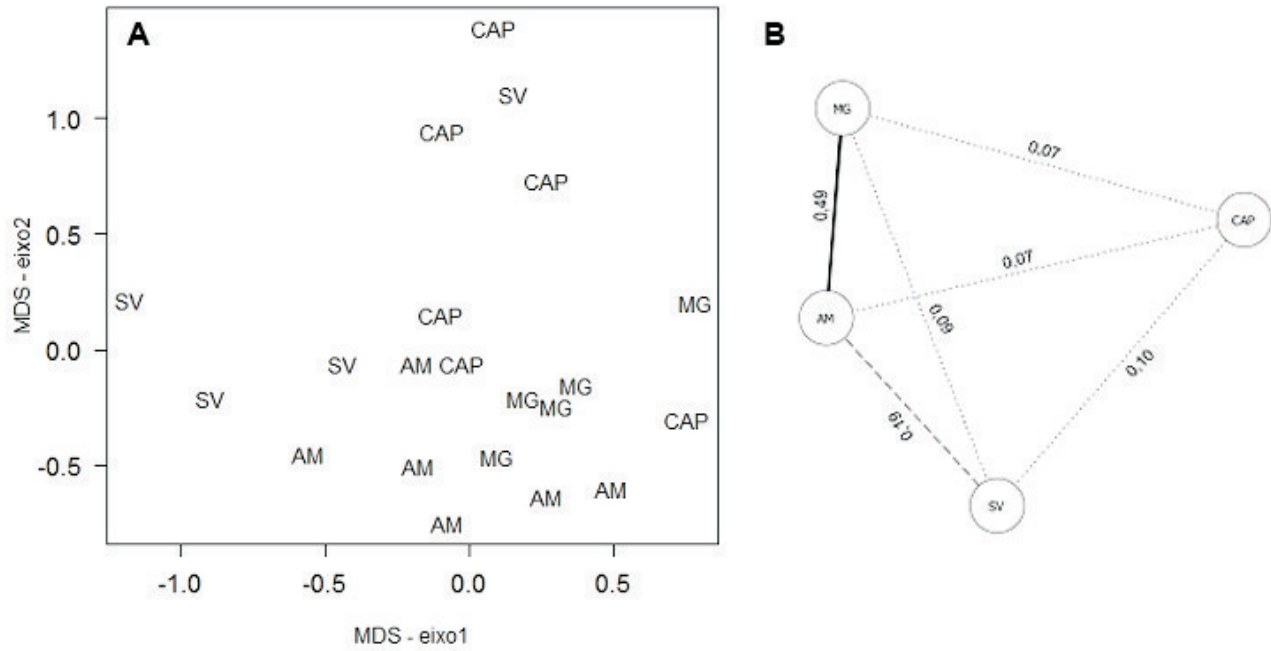
Cerca de 43% das espécies ocorreram exclusivamente em um ambiente e aproximadamente 17% foram registradas em todos os locais (Tabela 3). O número de espécies exclusivas não foi proporcional ao número total de espécies por ambiente. Por exemplo, a capoeira e a savana apresentaram poucas espécies exclusivas, quando comparadas com a plantação de *A. mangium* e com a mata galeria, onde foram registrados maiores números de espécies similares.

**Tabela 3** – Número de espécies de formigas com ocorrência exclusiva ou compartilhada em *Acacia mangium*, mata de galeria, capoeira e savana, Roraima, setembro-dezembro de 2007

<i>A. mangium</i>	Mata de Galeria	Capoeira	Savana	Número de espécies - n (%)
+				11 (14,3)
	+			13 (16,9)
		+		7 (9,1)
			+	2 (2,6)
-----				
+	+			5 (6,5)
+		+		4 (5,2)
+	+	+		11 (14,3)
+	+		+	2 (2,6)
+		+	+	3 (3,9)
	+	+	+	1 (1,3)
	+	+		1 (1,3)
		+	+	4 (5,2)
+	+	+	+	13 (16,9)
49	46	44	25	77 (100)

Apesar de grande parte das espécies (33;43%) terem sido coletadas somente em um ambiente, a composição das espécies usando informações dos dois métodos de coleta ordenada pelo NMDS, não revelou nenhum padrão evidente (Figura 2A). Existe uma tendência de agrupamento das amostras da mata de galeria e plantio de *Acacia mangium*, porém as savanas, normalmente consideradas áreas mais homogêneas, apresentaram diferença de composição similar à capoeira (Figura 2A). A composição das espécies de formigas coletadas na capoeira é mais parecida com a assembléia amostrada na savana do que com o conjunto de espécies coletado em outros ambientes florestados, como a plantação de *A. mangium* e a mata de galeria. Da mesma forma, apesar da mata de galeria estar inserida na área de savana, a assembléia de formigas da savana é mais parecida com as assembléias de formigas coletadas na plantação de *A. mangium* e na capoeira (Figura 2B). Em ambientes abertos como as savanas, onde o estresse hídrico é um fator importante, pequenas variações pluviométricas ou sazonalidade ambiental podem resultar em mudanças na atividade das espécies de formigas, e muitas vezes resultar em conjunto de espécies relativamente diferentes (BESTELMEYER *et al.*, 2000).

Espécies de formigas de comportamento dominante podem controlar o uso do habitat das demais espécies de níveis hierárquicos inferiores (VEPSÄLÄINEN;



**Figura 2** - (A) Ordenação (NMDS) das amostras por sítio de pesquisa de acordo com a similaridade da composição das espécies de formigas e (B) topologia da rede de similaridade entre ambientes baseada na distância Bray-Curtis, e classificada segundo a ordenação pelo NMDS (MG – mata galeria; AM – *A. mangium*; CAP – capoeira; SV – savana), Roraima, setembro-dezembro de 2007.

SAVOLAINEN, 1990). Conforme a abundância de espécies dominantes aumenta, menor riqueza, abundância e diversidade de outras formigas é encontrada (ANDERSEN, 1992). Ambientes antropizados, como a capoeira, apesar de serem florestados, normalmente apresentam dominância numérica de algumas espécies, neste caso, pertencentes aos gêneros *Pheidole* e *Crematogaster*. O índice de Berger-Parker, que estima a dominância usando as frequências das espécies no ambiente, foi mais alto na Capoeira (Tabela 4). Consequentemente o índice de Shannon, que estima a diversidade, foi mais baixo nesse ambiente. Esse resultado pode estar relacionado com o comportamento de recrutamento em massa mais eficiente (CALDAS; MOUTINHO, 1993) ou pela capacidade de colonizar habitats alterados pelo homem e com baixa complexidade estrutural das espécies de *Pheidole* e *Crematogaster* numericamente dominantes (FOWLER *et al.*, 1991).

O arranjo das espécies de formigas dentro das comunidades é influenciado pela distribuição dos recursos a serem explorados, bem como pelas estratégias utilizadas por esses organismos para a sua obtenção (FOWLER *et al.*, 1991). Portanto diferenças na riqueza de espécies dos gêneros mais abundantes eram esperadas para os ambientes estudados. Os gêneros *Pheidole*

**Tabela 4** - Índices de Berger-Parker e de Shannon ( $H'$ ) determinados nos ambientes de *Acacia mangium*, capoeira, mata galeria e savana, Roraima, setembro-dezembro de 2007

Ambientes	Berger-Parker <sup>1</sup>	$H' \pm \text{Var} (H')^2$
<i>Acacia mangium</i>	0,426	2,08±0,02
Capoeira	0,454	1,41±0,01
Mata de galeria	0,353	2,23±0,03
Savana	0,369	2,13±0,03
Total	0,270	2,38±0,01

<sup>1</sup>- Estima a dominância a partir da frequência das espécies presentes no ambiente./ <sup>2</sup>- Estima a diversidade de espécies.

e *Crematogaster*, por exemplo, apresentaram maior riqueza na plantação de *A. mangium*, que contém maior quantidade de matéria orgânica acumulada no solo quando comparada aos outros ambientes. O gênero *Pheidole* é o mais diverso na região Neotropical (WILSON, 1971) e em conjunto com as espécies de *Crematogaster* tendem a ser gêneros predominantes em ecossistemas terrestres na floresta Amazônica, uma vez que diversas espécies desses gêneros possuem boa tolerância às condições físicas do ambiente (ANDERSEN, 1991).



## Conclusões

A riqueza de gêneros e espécies é maior nos ambientes florestais, independente do uso (natural ou antrópico);

A maior parte das espécies (57,2%) foi coletada em mais de um ambiente e, a savana, apesar de ser considerado o ambiente mais seletivo, apresentou apenas duas espécies “exclusivas”;

Houve diferença na composição das espécies ao longo das coletas na área de savana, similar as diferenças encontradas entre as coletas na capoeira, indicando que esses ambientes são mais dinâmicos e requerem um esforço de coleta maior para caracterizar a fauna de formigas de solo corretamente.

## Literatura científica citada

ANDERSEN, A. N. Responses of ground-foraging ant communities to three experimental fire regimes in savanna forest of tropical Australia. **Biotropica**, v. 23, p. 575-585, 1991.

ANDERSEN, A. N. Regulation of “momentary” diversity by dominant species in exceptionally rich ant communities of the Australian seasonal tropics. **The American Naturalist**, v. 140, n. 3, p. 401-420, 1992.

ARCO-VERDE, M. F.; TONINI, H.; MOURÃO JR.; M. A **silvicultura nas savanas de Roraima**. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A; COSTA E SOUSA, J. M. Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris. Boa Vista: FEMACT-RR, 2005, p.195-200.

BARBOSA, R. I. Distribuição das chuvas em Roraima. In: BARBOSA, R. I.; FERREIRA, E. J. CASTELLON, E. G. **Homem, Ambiente e Ecologia no Estado de Roraima**. Manaus: INPA, 1997, p. 325- 335.

BARBOSA, R. I.; MIRANDA, I. S. Fitofisionomias e diversidade vegetal das savanas de Roraima. In: BARBOSA, R. I.; XAUD, H. A; COSTA E SOUSA, J. M. **Savanas de Roraima: Etnoecologia, Biodiversidade e Potencialidades Agrossilvipastoris**. Boa Vista: FEMACT-RR, 2005, p. 61-78.

BARBOSA, R. I. *et al.* The “Lavrados” of Roraima: Biodiversity and Conservation of Brazil’s Amazonian Savannas. **Functional Ecosystems and Communities**, v. 1, n. 1, p. 29-41, 2007.

BASTOS, T. X. O estado atual dos conhecimentos das condições climáticas da Amazônia brasileira. **Boletim Técnico (IPEAN)**, v. 54, p. 68-122, 1972.

BESTELMEYER, B. T. *et al.* Field techniques for the study of ground-living ants: An Overview, description, and evaluation. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; TENNANT, A.; SCHULTZ, T. R. **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington (USA): Smithsonian Institution Press, 2000, p. 122-144.

BOLTON, B. A. **New General Catalogue of the Ants the World**. Cambridge: Haward University Press, 1995, 504p.

BRASIL. Projeto RADAMBRASIL Levantamento de Recursos Naturais (Volume 8). Rio de Janeiro: Ministério das Minas e Energia, 1975, 478p.

CALDAS, A.; MOUTINHO, P. R. S. Composição e diversidade da fauna de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em áreas sob remoção experimental de árvores na Reserva de Linhares, ES, Brasil. **Revista Brasileira de Entomologia**, v. 37, n. 2, p. 299-305, 1993.

CAPOBIANCO, J. P. R. *et al.* **Biodiversidade na Amazônia brasileira: avaliação e ações prioritárias para a conservação, uso sustentável e repartição dos benefícios**. São Paulo: Instituto Sócioambiental. 2001, 540p.

CERDÁ, X.; DAHBI, A.; RETANA, J. Spatial patterns, temporal variability, and the role of multi-nest colonies in a monogynous Spanish desert ant. **Ecological Entomology**, v. 27, p. 7-15, 2002.

EDEN, M. Savanna vegetation in the northern Rupununi, Guyana. **The Journal of Tropical Geography**, v. 30, p. 17-28, 1970.

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.

FOWLER, H. G. *et al.* Ecologia nutricional de formigas. In: PAZZINI, A. R.; PARRA, J. R. P. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Editora Manole, 1991, p. 131-223.

FERREIRA, L. V. A distribuição das unidades de conservação no Brasil e a identificação de áreas prioritárias para a conservação da biodiversidade nas ecorregiões do Bioma Amazônia. 2001. 203f. Tese (Doutorado em Ecologia). Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia / Universidade do Amazonas, Manaus.

FISHER, R. F.; BINKLEY D. Ecology and management of forest soil. London: John Wiley, 2000, 489p.

FITTKAU, E. J.; KLINGE, H. On biomass and trophic structure of the Central Amazonian rain forest ecosystem. **Biotropica**, v. 5, p. 2-14, 1973.

HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The Ants**. Cambridge: Belknap Press of Harvard University, 1990, 733p.

LEVINGS, S. C. Seasonal, annual and among-site variation in the ground ant community of a deciduous tropical forest. **Ecological Monographs**, v. 53, n. 4, p. 435-455, 1983.

LOBRY DE BRUYN, L. A. Ants as Bioindicators of Soil Function in Rural Environments. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 74, p. 425-441, 1999.

LONGINO, J. I.; CODDINGTON, J. A.; COLWELL, R. K. The Ant Fauna of a Tropical Rainforest: Estimating Species Richness Three Different Ways. **Ecology**, v. 83, n. 3, p. 689-702, 2002.

- LOPES-ASSAD, M. L. Fauna de solo. In: VARGAS, M.T.; HUNGRIA, M. **Biologia dos solos do cerrado. Planaltina: Embrapa Cerrados**. 1997, p. 363-444.
- MEDINA, B. F.; LEITE, J. A. Probabilidades de chuva em Boa Vista. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 19, n. 12, p. 1437-1441, 1984.
- MIRANDA, I. S.; ABSY, M. L.; REBELO, G. H. Community structure of woody plants of Roraima savannahs, Brazil. **Plant Ecology**, v. 164, p. 109-123, 2003.
- POGGIANI, F.; OLIVEIRA, R. E.; CUNHA, G. C. Práticas de Ecologia Florestal. **Documentos Florestais**, v. 16, p. 1-44, 1996.
- SOUZA, J. L. P. *et al.* Diversidade de espécies dos gêneros de *Crematogaster*, *Gnamptogenys* e *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) e complementaridade dos métodos de coleta durante a estação seca numa estação ecológica no estado do Pará, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 37, n. 4, p. 649-656, 2007.
- 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. *et al.* Long-term effects of forest fragmentation on Amazonian ant communities. **Journal of Biogeography**, v. 33, p. 1348-1356, 2006.
- VASCONCELOS, H. L. *et al.* Ant diversity in an Amazonian savanna: Relationship with vegetation structure, disturbance by fire, and dominant ants. **Austral Ecology**, v. 33, p. 221-231, 2008.
- VEPSÄLÄINEN, K.; SAVOLAINEN, R. The effect of interference by formicine ants on the foraging of *Myrmica*. **Journal of Animal Ecology**, v. 59, p. 643-654, 1990.
- WILSON, E. O. **The insect societies**. Cambridge: Harvard University Press, 1971, 548 p.