

Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil

Mônica S. Santos¹, Júlio N. C. Louzada², Nívia Dias¹, Ronald Zanetti³, Jacques H. C. Delabie⁴ & Ivan C. Nascimento⁴

1. Departamento Entomologia, Fitopatologia e Zoologia Agrícola, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", 13418-900 Piracicaba, SP, Brasil. (mssantos@esalq.usp.br; nivia@ciagri.carpa.usp.br)
2. Departamento de Biologia, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 30, 37200-000 Lavras, MG, Brasil. (jlouzada@ufla.br)
3. Departamento de Entomologia, Universidade Federal de Lavras, Caixa Postal 37, 37200-000 Lavras, MG, Brasil. (zanetti@ufla.br)
4. Laboratório de Mirmecologia, Centro de Pesquisas do Cacau (CEPLAC-CEPEC), Caixa Postal 07, 45660-000 Ilhéus, BA, Brasil. (delabie@cepec.gov.br; icardosos@hotmail.com)

ABSTRACT. Litter ants richness (Hymenoptera, Formicidae) in remnants of a semi-deciduous forest in the Atlantic rain forest, Alto do Rio Grande region, Minas Gerais, Brazil. The community of Formicidae (Insecta, Hymenoptera) in semideciduous seasonal forest of the Atlantic rain forest biome was studied in remnants ranging from 2.99 to 45.45 ha, in the region of the Alto do Rio Grande, Minas Gerais State, Brazil. The ants collected in 15 samples of litter of one square meter each, using Winkler extractors method, in each forest fragment. Each sample were taken at intervals of 50 meters. A total of 142 species of ants, were distributed into 40 genera, 23 tribes and 10 subfamilies. The communities showed a high richness and diversity indices values. The size of the fragments did not influence the ant richness.

KEYWORDS. Fragments, Winkler extractor, Formicidae, diversity, community.

RESUMO. As comunidades de Formicidae (Insecta, Hymenoptera) foram estudadas em fragmentos de floresta semidecídua inseridos no bioma Mata Atlântica medindo de 2,99 a 45,5 ha na região do Alto do Rio Grande, Minas Gerais, Brasil. As formigas foram coletadas em 15 amostras de serapilheira de 1 m² em cada fragmento, usando o método de extrator de Winkler. Cada amostra teve distância mínima de 50 m uma da outra. Um total de 142 espécies de formigas foi distribuído entre 40 gêneros, 23 tribos e 10 subfamílias. As comunidades amostradas mostraram uma alta riqueza e altos valores no índice de diversidade. O tamanho da área dos fragmentos não influenciou na riqueza de espécies de formigas.

PALAVRAS-CHAVE. Fragmentos, extrator de Winkler, Formicidae, diversidade, comunidade.

A utilização dos recursos naturais de forma indiscriminada vem causando efeitos nocivos aos ecossistemas em todo o mundo. Entre os ecossistemas perturbados ou destruídos pela ação antrópica destacam-se as florestas tropicais, que abrigam pelo menos a metade do total das espécies vegetais e animais existentes do planeta (MYERS, 1997).

A destruição das florestas tropicais ou sua fragmentação são processos decisivos para que as espécies sejam extintas (perda de diversidade) ou se tornem mais vulneráveis à extinção (KAGEYAMA & LEPSCH-CUNHA, 2001). Após a fragmentação, o ambiente é alterado em seu microclima, heterogeneidade ambiental, dinâmica da comunidade, diversidade de espécies e na abundância original de suas populações, que podem aumentar, diminuir ou extinguir-se localmente (KAPOS, 1989).

Um modo de detectar e monitorar os padrões de mudança na biodiversidade provocados por ações humanas é utilizar espécies, ou grupo de espécies, que funcionam como bioindicadoras de degradação ambiental. Vários grupos de insetos têm sido utilizados para isso em função de sua alta diversidade e sensibilidade a mudanças do ambiente físico e biológico, entre os quais Formicidae (Hymenoptera).

Os formicídeos têm alto potencial de serem empregados como modelo em estudos de biodiversidade,

devido sua grande importância ecológica, possuírem distribuição geográfica ampla, alta riqueza local e regional, dominância numérica, terem a taxonomia e ecologia relativamente bem conhecidas, serem sensíveis a mudanças na condição do ambiente e facilmente amostradas (ALONSO & AGOSTI, 2000). Alguns trabalhos têm avaliado a utilização de formigas como indicadores da qualidade ambiental ou de diversidade de espécies nas comunidades (KASPARI & MAJER, 2000; ALONSO, 2000; MARINHO *et al.*, 2002; RAMOS *et al.*, 2003) e efeito da fragmentação sobre a comunidade de formigas (CARVALHO & VASCONCELOS, 1999; VASCONCELOS *et al.*, 2001). 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.

O objetivo deste trabalho foi conhecer a composição da comunidade de formigas em fragmentos florestais na Região do Alto do Rio Grande, Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no período de junho a dezembro de 2002, em fragmentos florestais do Sul de Minas Gerais, localizados nos municípios de Lavras,

Ribeirão Vermelho, Itumirim, Bom Sucesso e Perdões, na microregião 199, Alto do Rio Grande. As localidades estudadas situam-se entre as coordenadas geográficas 21° 00' a 21° 19' S e 44° 00' a 45° 07' W.

Foram amostrados 17 fragmentos florestais com áreas de 2,99 a 45,45 ha, com fisionomia vegetacional classificada como floresta estacional semidecidual montana, inserida no domínio da Mata Atlântica *sensu lato* (IBGE, 1993). Esta formação tem fisionomia caracterizada por 20% e 50% das árvores serem caducifólias de grande porte no conjunto florestal, e está relacionada com um clima tropical de altitude com duas estações bem definidas, uma chuvosa de verão e outra seca de inverno.

Assim como ocorreu em vários outros estados brasileiros, os processos de ocupação e exploração dos recursos na Região do Alto do Rio Grande datam desde o período colonial. A vegetação primitiva da região foi reduzida a remanescentes esparsos, a maioria deles bastante perturbado pelo fogo, pecuária extensiva e retirada seletiva de madeira (OLIVEIRA-FILHO *et al.*, 1994). As florestas semidecíduas, em particular, foram criticamente reduzidas, uma vez que sua ocorrência coincide com os solos mais férteis e úmidos e, portanto, mais visados pela agropecuária (VAN DEN BERG & OLIVEIRA-FILHO, 2000). A paisagem circundante dos fragmentos em estudo sofreu intervenção antrópica, para implantação de áreas de pastagens e plantação de café.

Os formicídeos foram coletados a partir da serapilheira, utilizando o método do extrator de Winkler, descrito por BESTELMEYER *et al.* (2000). Em cada fragmento foram retiradas 15 amostras de 1m² da serapilheira, a intervalos mínimos de 50 m. As unidades amostrais tiveram início sempre a 50 m do limite do fragmento, para evitar possíveis efeitos de borda.

O material foi peneirado em campo e, em laboratório, colocado e mantido em armadilhas de Winkler por 72h para a extração das formigas.

Após triagem, as formigas foram montadas e identificadas, sempre que possível, até espécie. Para a identificação dos gêneros, foi utilizada a chave dicotômica de BOLTON (1994; 2003) e das espécies a comparação com a coleção de referência do Laboratório de Mirmecologia da CEPLAC (Comissão Executiva de Pesquisa da Lavoura Cacaueira), em Ilhéus. Séries das espécies coletadas foram rotuladas e depositadas nas coleções do Museu Regional de Entomologia da Universidade Federal de Lavras (UFLA) e do Laboratório de Mirmecologia.

Os dados foram avaliados utilizando a frequência das espécies em cada fragmento. A riqueza observada de espécies foi obtida a partir do número absoluto de espécies e morfo-espécies no total de armadilhas dispostas no fragmento. A riqueza estimada através do cálculo da estimativa de riqueza de Chao 2 foi calculado através do programa Estimate S, versão 6.0.b1. (COLWELL, 2000). Para avaliar a eficiência da quantidade de amostras utilizadas, foram construídas curvas do coletor com 50 randomizações, através do programa Estimate S, versão 6.0.b1. (COLWELL, 2000).

Para o estudo da relação entre a área dos fragmentos e a riqueza de espécies, foi utilizado o modelo de regressão log-linear. Para estas análises foram utilizadas

análises de covariância e a riqueza de espécies de formigas em cada remanescentes como variável resposta. As variáveis explicativas foram o logaritmo da área dos fragmentos. O modelo completo foi ajustado usando erros Poisson (CRAWLEY, 2002) com significância sendo acessado por omissão *step-wise* dos termos não-significantes, começando do modelo máximo, usando o programa R (IHAKA & GENTLEMAN, 1996). O modelo completo foi submetido a análise residual.

Para análises dos efeitos da área do fragmento sobre a riqueza de espécies, o fragmento 10 foi removido. Este procedimento foi necessário, pois de acordo com o critério de Cook, esta observação é caracterizada como altamente influente ou discrepante pelo fato do fragmento se comportar como um "outlier" em relação ao padrão de distribuição geral dos dados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados 2137 espécimes, distribuídos em 142 espécies de formigas, 40 gêneros, 23 tribos e 10 subfamílias, das 14 que foram descritas para a Região Neotropical (Tab. I).

Dos 40 gêneros registrados no inventário, os sete mais ricos em espécies foram *Pheidole* Westwood, 1839, com 20 espécies, *Solenopsis* Westwood, 1840 e *Apterostigma* Mayr, 1865 (10 espécies cada), *Camponotus* Mayr, 1861 (nove), *Cyphomyrmex* Mayr, 1862 (oito), seguido por *Crematogaster* Lund, 1831 e *Hypoponera* Santschi, 1938 (sete cada) (Tab. I). Trabalhos realizados por RAMOS *et al.* (2003) encontraram os mesmos resultados para os gêneros *Pheidole*, *Solenopsis* e *Camponotus*.

A subfamília com maior número de espécies foi Myrmicinae, com 90 espécies, seguida de Ponerinae (15), Formicinae (17), Dolichoderinae e Ectatomminae (5), Pseudomyrmecinae e Heteroponerinae (3) seguida por Ecitoninae (2) (Tab. I). A predominância da subfamília Myrmicinae pode ser explicada por ser mais abundante e por ser um grupo de formigas extremamente adaptáveis aos mais diversos nichos ecológicos na região Neotropical (FOWLER *et al.*, 1991). Resultados semelhantes em relação a esta subfamília foram encontrados por RAMOS *et al.* (2003) e MARINHO *et al.* (2002), utilizando a mesma metodologia. É típico do estrato da serapilheira um maior número de registros para Myrmicinae e Ponerinae do que para Formicinae, Dolichoderinae, Pseudomyrmecinae e Ecitoninae (BRUHL *et al.*, 1998) corroborando os resultados obtidos neste estudo.

Nos fragmentos em estudo foram registradas entre 35 e 63 espécies de formigas, e estima-se que entre 45 e 137 espécies podem ser potencialmente encontradas nestes mesmos fragmentos (Tab. II). O número de espécies registradas foi inferior aos observados por VASCONCELOS *et al.* (2001), que registraram 78 espécies em fragmentos florestais na Amazônia, mas o número estimado neste estudo foi superior ao relatado por eles (106). Considerando que na Amazônia os fragmentos florestais são de florestas primárias e os do presente estudo são de florestas que sofreram corte seletivo e passam por processo de regeneração, pode-se considerar que estas áreas têm uma alta diversidade de espécies de formigas.

Em áreas de vegetação nativa de cerrado e de

Tabela I. Formigas coletadas em 17 fragmentos florestais nos municípios de Lavras, Itumirim, Perdões, Bom Sucesso e Ribeirão Vermelho, MG, junho a dezembro de 2002.

Espécies	Número de indivíduos	Número de fragmentos em que ocorrem
SUBFAMÍLIA DOLICHODERINAE		
TRIBO DOLICHODERINI		
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1866)	1	1
<i>Linepithema</i> sp. 1	39	11
<i>Linepithema</i> sp. 5	1	1
<i>Linepithema</i> sp. 6	3	3
<i>Tapinoma</i> sp. 1	2	2
SUBFAMÍLIA ECITONINAE		
TRIBO ECITONINI		
<i>Neivamyrmex</i> sp. 3	1	1
<i>Neivamyrmex</i> sp. 4	1	1
SUBFAMÍLIA FORMICINAE		
TRIBO BRACHYMYRMECINI		
<i>Brachymyrmex</i> sp. 1	86	16
<i>Brachymyrmex</i> sp. 2	60	16
<i>Brachymyrmex</i> sp. 3	3	3
<i>Brachymyrmex</i> sp. 5	6	3
<i>Brachymyrmex</i> sp. 6	20	13
TRIBO CAMPONOTINI		
<i>Camponotus cingulatus</i> (Mayr, 1862)	6	3
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1870	5	4
<i>Camponotus (Myrmobrachys)</i> sp. 1	4	3
<i>Camponotus (Myrmobrachys)</i> sp. 2	1	1
<i>Camponotus (Myrmaphaenus)</i> sp. 1	1	1
<i>Camponotus (Myrmaphaenus)</i> sp. 2	2	2
<i>Camponotus (Tanaemyrmex)</i> sp. 1	8	5
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	3	3
<i>Camponotus trapezoideus</i> Mayr, 1870	7	5
TRIBO MYRMELACHISTINI		
<i>Myrmelachista</i> sp. 1	21	10
TRIBO LASIINI		
<i>Paratrechina</i> sp. 1	9	5
<i>Paratrechina</i> sp. 2	1	1
SUBFAMÍLIA MYRMICINAE		
TRIBO ATTINI		
<i>Acromyrmex niger</i> (Fr. Smith, 1858)	5	4
<i>Apterostigma manni</i> (Weber, 1938)	31	11
<i>Apterostigma tropicoxa</i> Lattke, 1997	26	8
<i>Apterostigma</i> sp. 4 gp. <i>auriculatum</i> 1	3	2
<i>Apterostigma</i> sp. 6 prox. <i>bolivianum</i>	6	3
<i>Apterostigma</i> sp. 8 prox. <i>tholiforme</i>	3	3
<i>Apterostigma</i> sp. 9 prox. <i>robustum</i>	1	1
<i>Apterostigma</i> sp. 10 gp. <i>auriculatum</i> 3	1	1
<i>Apterostigma</i> sp. 11 gp. <i>auriculatum</i> 4	1	1
<i>Apterostigma</i> sp. 12 gp. <i>auriculatum</i> 5	1	1
<i>Apterostigma</i> sp. 13 complexo <i>pilosum</i>	1	1
<i>Atta sexdens rubropilosa</i> (Forel, 1908)	8	5
<i>Cyphomyrmex peltatus</i> Kempf, 1965	5	5
<i>Cyphomyrmex plaumanni</i> (Kempf, 1962)	3	3
<i>Cyphomyrmex salvini</i> (Forel, 1899)	42	13
<i>Cyphomyrmex strigatus</i> (Mayr, 1887)	8	6
<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery, 1894	34	14
<i>Cyphomyrmex vorticis</i> Weber, 1940	4	3
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 2 gp. <i>strigatus</i>	7	3
<i>Cyphomyrmex</i> sp. 7 prox. <i>vorticis</i>	6	4
<i>Mycetarotes</i> sp. 1	4	4
<i>Myrmicocrypta</i> sp. 1	6	3
<i>Trachymyrmex fuscus</i> Emery, 1894	10	5
<i>Trachymyrmex</i> sp. 1	7	4
TRIBO PHEIDOLOGETONINI		
<i>Carebara</i> sp. 1	1	1
TRIBO CEPHALOTINI		
<i>Cephalotes minutus</i> (Fabricius, 1804)	4	4
<i>Procryptocerus</i> sp. 1	1	1
TRIBO CREMATOGASTRINI		
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp. 1	18	7
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp. 3	2	2
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp. 4	14	8
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp. 5	5	3
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp. 6	1	1

Tabela I. (continuação)

Espécies	Número de indivíduos	Número de fragmentos em que ocorrem
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp. 7	1	1
<i>Crematogaster (Orthocrema)</i> sp. 8	1	1
TRIBO MYRMICINI		
<i>Hylomyrma reitteri</i> (Mayr, 1887)	38	10
<i>Hylomyrma balzani</i> (Emery, 1894)	36	11
TRIBO SOLENOPSIDINI		
<i>Megalomyrmex ayri</i> Brandão, 1990	9	4
<i>Megalomyrmex</i> sp. 2	14	6
<i>Megalomyrmex</i> sp. 3	1	1
<i>Megalomyrmex</i> sp. 4	3	2
<i>Solenopsis</i> sp. 1	59	17
<i>Solenopsis</i> sp. 2	19	11
<i>Solenopsis</i> sp. 3	118	16
<i>Solenopsis</i> sp. 4	51	16
<i>Solenopsis</i> sp. 5	13	10
<i>Solenopsis</i> sp. 6	21	10
<i>Solenopsis</i> sp. 7	8	6
<i>Solenopsis</i> sp. 8	23	13
<i>Solenopsis</i> sp. 9	24	13
<i>Solenopsis</i> sp. 10	37	15
<i>Oxyepoecus bruchi</i> Santschi, 1926	5	4
TRIBO BASICEROTINI		
<i>Basiceros disciger</i> (Mayr, 1887)	17	7
<i>Octostruma jheringhi</i> (Emery, 1887)	5	3
<i>Octostruma balzani</i> (Emery, 1894)	28	7
<i>Rhopalothrix</i> sp. 1	1	1
TRIBO PHEIDOLINI		
<i>Pheidole diligens</i> (Fr. Smith, 1858)	3	3
<i>Pheidole gertrudae</i> (Forel, 1886)	1	1
<i>Pheidole</i> sp. 1	25	13
<i>Pheidole</i> sp. 2	39	39
<i>Pheidole</i> sp. 3	47	16
<i>Pheidole</i> sp. 4	1	1
<i>Pheidole</i> sp. 5	71	16
<i>Pheidole</i> sp. 6	4	2
<i>Pheidole</i> sp. 7	3	1
<i>Pheidole</i> sp. 8	3	2
<i>Pheidole</i> sp. 9	5	4
<i>Pheidole</i> sp. 11	3	3
<i>Pheidole</i> sp. 12	11	6
<i>Pheidole</i> sp. 13	8	7
<i>Pheidole</i> sp. 15	7	4
<i>Pheidole</i> sp. 16	2	2
<i>Pheidole</i> sp. 17	4	3
<i>Pheidole</i> sp. 20	1	1
<i>Pheidole</i> sp. 21	1	1
<i>Pheidole</i> sp. 23	1	1
TRIBO DACETONINI		
<i>Pyramica denticulata</i> (Mayr, 1887)	153	17
<i>Pyramica eggersi</i> (Emery, 1890)	6	5
<i>Pyramica</i> sp. 3	21	9
<i>Pyramica</i> sp. 4	11	8
<i>Pyramica</i> sp. 5	18	10
<i>Pyramica</i> sp. 6	1	1
<i>Strumigenys louisianae</i> Roger, 1863	19	8
<i>Strumigenys</i> sp. 1	4	4
TRIBO STENAMMINI		
<i>Rogeria besucheti</i> Kugler, 1994	1	1
TRIBO BLEPHARIDATTINI		
<i>Wasmannia aurupunctata</i> (Roger, 1863)	5	4
<i>Wasmannia</i> sp. 1	4	3
<i>Wasmannia</i> sp. 2	4	3
<i>Wasmannia</i> sp. 3	4	4
<i>Wasmannia</i> sp. 4	20	10
<i>Wasmannia</i> sp. 5	51	15
SUBFAMÍLIA AMBLYOPONINAE		
TRIBO AMBLYOPONINI		
<i>Amblyopone</i> sp. 1	1	1
SUBFAMÍLIA PROCERATIINAE		
TRIBO PROCERATIINI		
<i>Discothyrea sexarticulata</i> (Borgmeier, 1954)	4	1

Tabela I. (continuação)

Espécies	Número de indivíduos	Número de fragmentos em que ocorrem
SUBFAMÍLIA ECTATOMMINAE		
TRIBO ECTATOMMINI		
<i>Ectatoma edentatum</i> Roger, 1863	48	16
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1883	86	16
<i>Gnamptogenys</i> sp. 2	2	2
<i>Gnamptogenys</i> sp. 3	4	3
<i>Gnamptogenys</i> sp. 7	4	4
SUBFAMÍLIA HETEROPONERINAE		
TRIBO HETEROPONERINI		
<i>Heteroponera angulata</i> (Borgmeier, 1959)	1	1
<i>Heteroponera dolo</i> (Roger, 1861)	1	1
<i>Heteroponera flava</i> (Kempf, 1962)	6	3
SUBFAMÍLIA PONERINAE		
TRIBO PONERINI		
<i>Hypoponera foreli</i> Mayr, 1887	39	11
<i>Hypoponera</i> sp. 1	33	14
<i>Hypoponera</i> sp. 2	77	15
<i>Hypoponera</i> sp. 3	23	12
<i>Hypoponera</i> sp. 6	7	6
<i>Hypoponera</i> sp. 7	24	12
<i>Hypoponera</i> sp. 8	16	3
<i>Odontomachus meinerti</i> Forel, 1905	57	15
<i>Odontomachus chelififer</i> (Latreille, 1802)	2	2
<i>Pachycondyla crenata</i> Roger, 1861	1	1
<i>Pachycondyla ferruginea</i> (Fr. Smith, 1858)	2	2
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	17	8
<i>Pachycondyla striata</i> Fr. Smith, 1858	21	9
<i>Leptogenys</i> sp. 1	1	1
<i>Leptogenys</i> sp. 2	1	1
SUBFAMÍLIA PSEUDOMYRMECINAE		
TRIBO PSEUDOMYRMECINI		
<i>Pseudomyrmex schuppi</i> (Forel, 1901)	2	1
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> Fr. Smith, 1855	2	2
<i>Pseudomyrmex</i> (gp. <i>pallidus</i>) sp. 3	1	1

eucaliptais foi encontrado número similar de espécies de formigas (MARINHO *et al.*, 2002) aos obtidos nesse estudo. Números bem próximos foram encontrados por SOARES & SCHOEREDER (2001), em remanescentes de florestas no município de Viçosa, MG.

O número médio de espécies por amostra foi de 8,4 (4,6 - 13,2), superior ao encontrado por DELABIE *et al.* (2000) em cacauais na Mata Atlântica, indicando um maior

número de espécies de formigas nos fragmentos estudados. Contudo, ainda é incerto como pode estar ocorrendo a coexistência de tantas espécies localmente, mesmo existindo possibilidades aparentemente limitadas de partição de nichos. SOARES & SCHOEREDER (2001) não encontraram evidências de competição entre espécies de serapilheira, o que permite supor que a comunidade de formigas de serapilheira pode estar sendo organizada por

Tabela II. Número de espécies observado, número de espécies estimado, índice de diversidade, "singletons" e "doubletons" para os formicídeos coletados em fragmentos florestais, no período de junho a dezembro de 2002, na região do Alto do Rio Grande, MG.

Fragmentos	Área (ha)	Nº de espécies observado	Nº de espécies estimado(Chao 2)	Singletons	Doubletons	Singletons + Doubletons(%)
1	16,06	50	63,17	21	15	72
2	5,80	46	54,80	15	11	57
3	7,90	51	101,35	25	5	58
4	6,12	39	64,80	22	8	77
5	20,10	44	137,62	31	4	79
6	12,10	49	68,10	20	9	59
7	5,04	42	61,10	20	9	69
8	13,04	53	68,62	19	10	55
9	13,32	46	58,08	16	9	54
10	45,45	63	90,72	24	9	52
11	17,60	37	45,80	15	11	70
12	7,50	56	80,15	25	12	66
13	8,04	46	69,10	23	10	72
14	13,61	50	59,53	19	17	72
15	15,75	42	52,98	16	10	62
16	2,99	50	100,35	25	5	60
17	10,99	35	48,14	14	6	57

regras neutras de coexistência interespecífica (HUBBELL 2001).

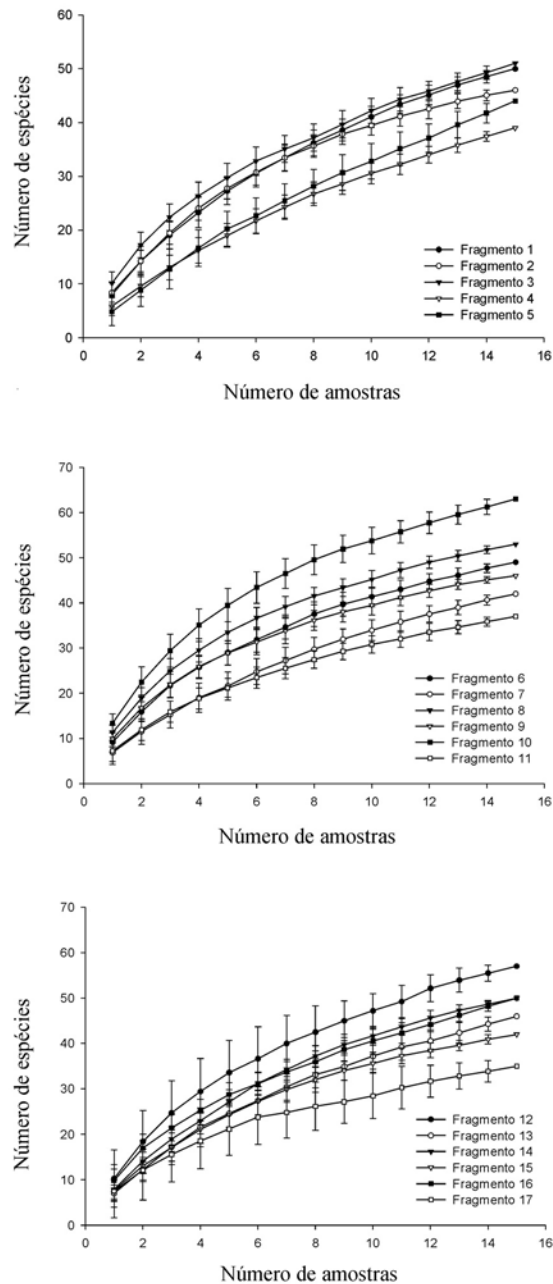
Verificou-se que as curvas de coletor não estão totalmente estabilizadas, não atingindo a saturação (Figs. 1-3). Isto indica que o esforço amostral não foi suficiente para quantificar totalmente as comunidades locais e que existem muitas espécies a serem coletadas, sendo possível encontrar uma riqueza ainda maior nos fragmentos estudados conforme mencionado anteriormente. 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.

A partir da comparação dos valores de Chao 2, verificou-se que os fragmentos mais ricos em espécies, em ordem decrescente, foram os de número 5, 3 e 16. Observou-se que o número de espécies esperado é o dobro (fragmentos 3 e 16) ou quase o triplo para o fragmento 5 (Tab. II) da riqueza observada nestes remanescentes. MARINHO *et al.* (2002) encontraram uma alta riqueza de formigas em vegetação nativa, comparando com áreas de eucaliptais em diferentes idades, mostrando que ambientes mais complexos favorecem uma alta riqueza.

A diferença entre a riqueza de espécies observada e a estimada pode indicar uma provável diversificação de ambientes, 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”, pois fragmentos circundados por agroecossistemas podem receber espécies “turistas”, aumentando ou diminuindo a riqueza dentro dos fragmentos. Quanto maior a heterogeneidade na distribuição espacial das espécies, maior será a distância entre a riqueza observada e a estimada por Chao 2. 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 em comunidades de serapilheira (SOARES & SCHOEREDER, 2001).

Habitats complexos criam oportunidades de instalação e sobrevivência de um número maior de espécies, em virtude da capacidade de suporte do meio (ANDOW, 1991), favorecendo a permanência das espécies nos remanescentes de floresta. Um outro fator possivelmente determinante é a condição microclimática de umidade, temperatura e insolação, que pode estar distribuída de forma heterogênea no nível do solo.

Adicionalmente, a diferença encontrada na diversidade de espécies entre os fragmentos em estudo pode ter tido influência da borda, pois esta, sendo considerada um ambiente de transição entre dois ambientes distintos ecologicamente, pode estar funcionando como porta de entrada para espécies oriundas da matriz, podendo aumentar a riqueza de espécies no interior dos fragmentos. Este último aspecto, ainda não completamente esclarecido, pode ser essencial para a manutenção e regulação da comunidade de formigas exclusivas de áreas florestais e assim de grande importância para o manejo dos fragmentos visando conservação de espécies.



Figs. 1-3. Curva do coletor passando pelos pontos médios e barras de desvio com 50 simulações para as espécies amostradas nos fragmentos florestais 1, 2, 3, 4 e 5 (1); 6, 7, 8, 9, 10 e 11 (2); 12, 13, 14, 15, 16 e 17 (3), na região do Alto do Rio Grande, MG, de junho a dezembro de 2002.

Não houve correlação entre a riqueza de espécies observada e o tamanho dos fragmentos florestais ($R^2 = 0,02$; $F_{1,14} = 0,2185$; $p = 0,6402$). Isso indica que, no sistema de fragmentos dos municípios estudados, o tamanho do fragmento não explica a riqueza de espécies de formigas. Este resultado foi semelhante ao de ZIMMERMAN & BIERREGAARD (1986), quando estudaram a relevância da biogeografia de ilhas para prever o número de espécies em fragmentos na Amazônia e ao de VASCONCELOS *et al.* (2001), no seu trabalho sobre as

respostas de formigas à fragmentação florestal na Amazônia.

Supõe-se que a área tem pouca influência sobre a diversidade local de espécie de formigas. Algumas possibilidades podem explicar esta relação inversa, como, por exemplo, independente do tamanho da área, características internas dos fragmentos podem estar interferindo na a permanência das espécies ou a invasão de espécies das áreas perturbadas adjacentes é tal, que pode estar se sobrepondo à perda de espécies na área de mata, levando a um aumento na riqueza de espécies nos fragmentos de menor tamanho.

Mudanças em características ambientais podem estar levando a um padrão de riqueza local de espécies que não é gerado pela área. Aparentemente a riqueza local de formigas em fragmentos é mais dependente da diversidade de habitats disponíveis localmente e outros fatores que atuam em escala local, por exemplo, a estrutura física e quantidade de serapilheira, onde estão contidos recursos alimentares e sítios de nidificação diversos utilizados por elas. Possivelmente, quanto maior a quantidade de serapilheira, maior disponibilidade de alimentos e sítios de nidificação.

Agradecimentos. À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais (FAPEMIG) pela bolsa auxílio, ao Departamento de Entomologia da Universidade Federal de Lavras, à equipe do Laboratório de Mirmecologia da CEPLAC/Ilhéus e ao Professor José Henrique Schoederer, da Universidade Federal de Viçosa, pelas valiosas sugestões.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALONSO, L. E. 2000. Ants as indicators of diversity. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. eds. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution. p.80-88.
- ALONSO, L. E. & AGOSTI, D. 2000. 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**. Washington, Smithsonian Institution. p.1-8.
- ANDOW, D. A. 1991. Vegetational diversity and arthropod population responses. **Annual Review of Entomology** 36:561-586.
- BESTELMEYER, B. T.; AGOSTI, D.; LEEANNE, E.; ALONSO, T.; BRANDÃO, C. R. F.; BROWN, W. L.; DELABIE, J. H. C.; BHATTACHARYA, T.; HALDER, G. & SAHA, R. K. 2000. Soil microarthropods of a rubber plantation and a natural forest. **Environment & Ecology** 3(2):143-147.
- BOLTON, B. 1994. **Identification guide to the ant genera of the World**. Cambridge, Harvard University. 222p.
- . 2003. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute** 71:1-370.
- BRUHL, C. A.; MOHAMED, M. & LINSSEMAIS, K. E. 1998. Altitudinal distribution of leaf litter ants along a transect in primary forest in Mount Kinabalu, Sabah, Maysia. **Journal of Tropical Ecology** 15(3):265-277.
- CARVALHO, K. S. & VASCONCELOS, H. L. 1999. Forest fragmentation in central Amazonia and its effects on litter-dwelling ants. **Biological Conservation** 91(2/3):151-157.
- COLWELL, R. K. 2000. **Estimates: statistical estimation of species richness and shared species from samples, Version 6.0 b1, User's Guide and application**. University of Connecticut. Disponível em: <<http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>>. Acesso em: 05.10.2003.
- CRAWLEY, M. J. 2002. **Statistical computing: an introduction to data analysis using S-plus**. Chichester, John Wiley & Sons. 772p.
- DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D. & NASCIMENTO, I. C. 2000. Litter ant communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. eds. **Measuring and monitoring biological biodiversity: standard methods for ground living ants**. Washington, Smithsonian Institution. p.1-17.
- FOWLER, H. G.; DELABIE, J. H. C.; BRANDÃO, C. R. F.; FORTE, L. C. & VASCONCELOS, H. L. 1991. Ecologia nutricional de formigas. *In*: PANIZZI, A. R. & PARRA, J. R. P. eds. **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. Rio de Janeiro, Manole/CNPQ. p.131-209.
- HUBELL, S. P. 2001. **The unified neutral theory of species abundance and diversity**. Princeton, Princeton University. 231p.
- IHAKA, R. & GENTLEMAN, R. R. 1996. A language for data analysis and graphics. **Journal of Computational and Graphics Statistics** 5(2):229-314.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). 1993. **Mapa de vegetação do Brasil**. Rio de Janeiro, Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística.
- KAGEYAMA, P. & LEPSCH-CUNHA, N. M. 2001. Singularidade da biodiversidade nos trópicos. *In*: GARAY, I. & DIAS, B. orgs. **Conservação da biodiversidade nos trópicos**. Petrópolis, Vozes. p.199-214.
- KAPOS, V. 1989. Effects of isolation on the water status of forest patches in the Brazilian Amazon. **Journal of Tropical Ecology** 5(2):173-185.
- KASPARI, M. & MAJER, J. D. 2000. Using ants to monitor environmental change. *In*: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L. E. & SCHULTZ, T. R. eds. **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution. p.89-98.
- MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; SCHILINDWEIN, M. N. & RAMOS, L. S. 2002. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology** 3(2):187-195.
- MYERS, N. 1997. Florestas tropicais e suas espécies, sumindo, sumindo. . . ? *In*: WILSON, E. O. coord. **Biodiversidade**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira. p.89-97.
- OLIVEIRA-FILHO, A. T.; SCOLFORO, J. R. & MELLO, J. M. 1994. Composição florística e estrutura comunitária de um remanescente de floresta semidecídua Montana em Lavras (MG). **Revista Brasileira de Botânica** 17(2):159-174.
- RAMOS, L. S.; MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C. & SCHILINDWEIN, M. N. 2003. Impacto de iscas granuladas sobre a mirmecofauna não-alvo em eucaliptais segundo duas formas de aplicação. **Neotropical Entomology** 32(2):231-237.
- SOARES, S. M. & SCHOEREDER, J. H. 2001. Ant-nest distribution in a remnant of tropical rainforest in southeastern Brazil. **Insectes Sociaux** 48:280-286.
- VAN DEN BERG, E. & OLIVEIRA-FILHO, A. T. 2000. Composição florística e fitossociologia de uma floresta semidecidual montana em Itutinga, MG, e comparação com outras áreas. **Revista Brasileira de Botânica** 22(3):231-253.
- VASCONCELOS, H. L.; CARVALHO, K. S. & DELABIE, J. H. C. 2001. Landscape modifications and ant communities. *In*: BIERREGAARD, R. O., JR.; GASCON, C.; LOVEJOV, T. E. & MESQUITA, R. eds. **Lessons from Amazonia: the ecology and conservation of a fragmented forest**. Yale, Yale University. cap. 16, p.189-207.
- ZIMMERMAN, B. L. & BIERREGAARD, R. O., JR. 1986. Relevance of the equilibrium theory of island biogeography and species-area relations to conservation with a case from Amazonia. **Journal of Biogeography** 13(2):133-143.