

Ecology/Ecologia

Contribuição de ambientes antrópicos como habitats para formigas de solo de Floresta Estacional Decidual no Sul do Brasil

José Ricardo Assmann Lemes^{1✉} & Andreas Köhler²

1. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 2. Universidade de Santa Cruz do Sul.

EntomoBrasilis 10 (2): 69-75 (2017)

Resumo. O objetivo deste estudo foi avaliar a contribuição de dois ambientes antrópicos (monocultura de *Eucalyptus* e pastagem de bovinos) como habitats para espécies de formigas edáficas de Floresta Estacional Decidual (mata nativa). Foram realizadas coletas semanais entre outubro de 2009 e março de 2010 utilizando armadilhas de solo do tipo *Pitfall*, no município de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. Duas hipóteses foram testadas: (1) a diversidade de formigas é maior na mata nativa em relação a pastagem de bovinos e a monocultura de *Eucalyptus*; (2) ambientes florestais (mata nativa e monocultura de *Eucalyptus*) apresentam assembleias de formigas mais similares entre si do que com ambientes abertos (pastagem de bovinos). Foi observado 930 ocorrências de formigas, distribuídas em seis subfamílias, 17 gêneros e 28 espécies. As curvas geradas pelos estimadores de espécies indicam que a amostragem foi suficiente. A mata nativa foi mais rica que as outras fitofisionomias, corroborando com a hipótese (1). Embora a pastagem de bovinos tenha sido estatisticamente mais semelhante com a monocultura de *Eucalyptus*, possivelmente por serem ambientes mais impactados que a mata nativa, houve um alto compartilhamento de espécies entre os ambientes florestais. Esses resultados demonstram a importância da preservação de ambientes naturais como repositórios da mirmecofauna.

Palavras-chave: Assembleias; eucaliptal; mata nativa; pastagem; riqueza.

Contribution of anthropogenic environments as habitats for soil ants from Deciduous Seasonal Forest in Southern Brazil

Abstract. The aim of this study was to evaluate the contribution of two anthropic environments (*Eucalyptus* monoculture and cattle pasture) as habitats for edaphic ant species of Deciduous Seasonal Forest (native forest). Weekly collections were conducted between October 2009 and March 2010 using *Pitfall* traps, in the municipality of Santa Cruz do Sul, RS, Brazil. Two hypotheses were tested: (1) the diversity of ants is greater in the native forest in relation to the cattle pasture and the monoculture of *Eucalyptus*; (2) forest environments (native forest and *Eucalyptus* monoculture) present ant assemblies more similar to each other and with open environments (pasture area). It was observed 930 occurrences of ants, distributed in six subfamilies, 17 genera and 28 species. Curves generated by species estimators indicate that sampling was sufficient. The native forest was richer than the other phytophysiognomies, corroborating with the hypothesis (1). Although the pasture area has been established statistically with the *Eucalyptus* monoculture, possibly for being environments more impacted than the native forest, there was a high species sharing among the forest environments. These results demonstrate the importance of the preservation of natural environments as repositories of ant fauna.

Keywords: Assemblies; *Eucalyptus* monoculture; Native forest; pasture; richness.

Formicidae (Hymenoptera) apresenta 21.800 espécies (HÖLLDOBLER & WILSON 1990; AGOSTI & JOHNSON 2003). A região Neotropical apresenta 39% dos gêneros do mundo, sendo que no Brasil há o registro de 1373 espécies (Fernandes *et al.* 2016).

Formigas são modelos ideais em estudos de biodiversidade, pois apresentam altos valores de diversidade, dominância e biomassa em praticamente qualquer habitat do planeta (Schmidt *et al.* 2013), sendo considerados insetos sensíveis a atividades antropogênicas, como a agricultura e a reflorestação (Gomes *et al.* 2014). Além disso, as formigas apresentam uma grande diversidade de papéis no meio ambiente e suas assembleias estão associadas com características florísticas e abióticas dos

locais onde habitam, sendo que mudanças nessas condições físicas e biológicas interferem na riqueza e abundância desses himenópteros (Peixoto *et al.* 2010). Em florestas neotropicais, formigas constituem um dos grupos dominantes, tanto em número de espécies quanto em biomassa (VASCONCELOS 1998).

Ademais, esses insetos apresentam uma base taxonômica relativamente boa, são fáceis de serem coletados e são sensíveis a mudanças de temperatura (Agosti *et al.* 2000). A melhor compreensão da diversidade de Formicidae é um fator importante para planos de conservação de ecossistemas (Crepaldi *et al.* 2014). Entretanto, poucos são os estudos comparando assembleias de formigas em habitats com diferentes graus de conservação no

Edited by:

William Costa Rodrigues

Article History:

Received: 27.iii.2017

Accepted: 16.vii.2017

✉ Corresponding author:

José Ricardo Assmann Lemes

✉ jralemes@gmail.com

📍 No ORCID record

Funding agencies:

↪ Without funding declared

Rio Grande do Sul (ALBUQUERQUE & DIEHL 2009; Fröhlich *et al.* 2011; RIBEIRO 2011).

Modificações em paisagens naturais, ocorridas pela implantação de pastagens e monoculturas, por exemplo, ocasionam alterações dos fatores bióticos e abióticos dos ecossistemas, incrementando ou reduzindo a abundância de certas espécies, provocando perda da biodiversidade local e alterando padrões de distribuição e ocorrência dos espécimes (MORAES & KÖHLER 2011).

Em florestas, caracterizadas pela ampla heterogeneidade do sistema, a riqueza de formigas tende a aumentar, mas a dominância diminuir, aumentando a equidade. Por outro lado, habitats homogêneos e poucos diversos em relação a comunidade florística, como campos e áreas cultivadas, costumam apresentar uma riqueza menor de formigas, bem como maiores índices de dominância (VASCONCELOS 1998; BENSON & HARADA 1998; TAVARES *et al.* 2001; CORREA *et al.* 2006; SANT'ANA *et al.* 2008; ALBUQUERQUE & DIEHL 2009). Segundo Martins *et al.* (2011), Pereira *et al.* (2007) e Gomes *et al.* (2013) ecossistemas simplificados geram impactos negativos sobre a mirmecofauna por apresentarem menos recursos nutricionais e locais para nidificação.

Entretanto, alguns autores sugerem que áreas de pastagens apresentam vantagens para certas espécies de formigas, argumentando que o deslocamento de formigas pode ser mais energeticamente eficiente em áreas menos complexas, já que a estrutura do solo apresenta poucos obstáculos. Ainda, as maiores intensidades de luz e calor auxiliam nas necessidades energéticas desses insetos fortemente termofílicos (HÖLLDOBLER & WILSON 1990; KASPARI & WEISER 1999; LASAU & HOCHULI 2004).

O eucaliptocultura ocupa grandes áreas do Rio Grande do Sul em forma de cultivos homogêneos e é a essência florestal mais plantada no Brasil (Fröhlich *et al.* 2011). Usualmente, o solo de eucaliptais apresenta baixa diversidade de organismos, devido à baixa qualidade nutricional e a grande homogeneidade da serapilheira que o compõem (Marinho *et al.* 2002; Pereira *et al.* 2007). Por outro lado, quando o cultivo de eucalipto vem em substituição às pastagens degradadas, esse agroecossistema pode representar ganho para a biodiversidade devido ao incremento na complexidade estrutural (BRAGA *et al.* 2010).

O presente estudo visou avaliar a contribuição de dois ambientes antrópicos (uma monocultura de *Eucalyptus saligna* Smith e uma área de pastagem de bovinos) como habitats para espécies de formigas de Floresta Estacional Decidual (mata nativa). Duas hipóteses foram testadas: (1) a riqueza de formigas é maior na mata nativa e (2) por fornecer hábitos distintos daqueles da Floresta Estacional, a monocultura de *Eucalyptus*, como ambiente florestal, seria mais favorável a riqueza e composição de formigas da mata nativa, em relação a pastagem de bovinos.

MATERIAL E MÉTODOS

Área de estudo. O município de Santa Cruz do Sul localiza-se na região Centro-oeste do Estado do Rio Grande do Sul, fazendo parte dos Vales do Rio Pardo e Taquari. De acordo com Leifheit (1978), o clima do município é enquadrado no tipo subtropical, com as quatro estações bem definidas. A área de estudo (29°45'43.42"S, 52°24'23.48"O), possui aproximadamente cinco hectares, os quais foram divididos em três ambientes, determinados pelas diferenças de fitofisionomia em cada um. Para isso, consideraram-se aspectos da biodiversidade característica da cada um e também fatores físico-químicos ambientais (iluminação, quantidade de matéria orgânica em decomposição e composição da serapilheira). Os três ambientes foram caracterizados e denominados de monocultura de *Eucalyptus*, pastagem de bovinos e mata nativa.

A monocultura de *Eucalyptus* (*Eucalyptus saligna* Smith), com aproximadamente 1 ha de área, continha uma serapilheira

pobre em matéria orgânica, sendo composta principalmente por folhas e galhos depositados sobre o solo. O plantio apresentava aproximadamente 25 anos de idade, com espaçamento de 3 metros entre as mudas numa mesma linha e 4 metros entre linhas, e não foi realizado nenhum tipo de supressão das árvores. A pastagem de bovinos da propriedade apresenta aproximadamente 1 ha com a predominância de gramíneas (Poaceae) e herbáceas (Asteraceae), vegetação característica desse tipo de ambiente. A fitofisionomia denominada "mata nativa" corresponde a uma área de aproximadamente 2 ha com características de Floresta Estacional Decidual, com predominância das espécies *Psidium cattleyanum* Sabine e *Eugenia uniflora* L. e solo apresentando densa camada de matéria orgânica em decomposição. Em alguns locais do perímetro definido como "mata nativa", observa-se matas secundárias em condições de regeneração. Nesses locais, a única interferência antrópica na mata de supressão de madeira foi realizada a mais de 30 anos.

Coletas. Para a coleta das formigas, foram definidos quatro pontos de coleta por fitofisionomia, totalizando 12 pontos na área de estudo. Esses pontos constituíam quatro armadilhas de coleta tipo *Pitfall*, adaptadas de Azevedo-Filho & Prates Junior (2005), formando quadrantes de 2 x 2 metros e com distanciamento mínimo de 10 metros entre os pontos, totalizando 48 armadilhas. A escolha desses pontos foi realizada de maneira uniforme, observando as condições específicas de cada fitofisionomia e atendendo a aleatoriedade. O material entomológico foi coletado semanalmente entre o período de outubro de 2009 a março de 2010, totalizando 16 coletas.

Identificação. Os representantes de Formicidae foram identificados em nível de gênero, utilizando trabalhos como Bolton (1994), Fernández (2003) e Baccaro *et al.* (2015). Procedeu-se com a morfotipagem dos indivíduos, baseando-se em caracteres de morfologia externa e evitando a separação de representantes pertencentes a uma mesma espécie, porém de castas diferentes. Para a confirmação e identificação ao nível de espécie, o material foi comparado com o acervo da Coleção de Formicidae do Laboratório de Insetos Sociais da Universidade do Vale do Rio dos Sinos – UNISINOS, bem como foi realizada a consulta de um especialista.

Análise de dados. A riqueza de espécies (S) corresponde ao número total de espécies observadas em cada fitofisionomia. Para as demais análises faunísticas, foram utilizados os dados de frequência relativa das espécies, como utilizado por outros autores (Romero & Jaffé 1989; Fonseca & Diehl 2004; Albuquerque & Diehl 2009; Soares *et al.* 2010).

A frequência relativa (FR) foi calculada utilizando a seguinte fórmula $FR = (FA / 192) \times 100$, onde "192" corresponde ao produto das amostras realizadas durante o estudo, ou seja, 16 coletas, em 12 diferentes pontos de amostragem. Seguindo a proposta de Sileveira Neto *et al.* (1976), utilizou-se a frequência relativa para classificar as espécies pelo seu padrão de ocorrência (PO) como acidental (< 25%), acessória ($\geq 25\% < 50\%$) e constante ($\geq 50\%$). As espécies ainda foram classificadas em dominantes ou não dominantes através do cálculo do limite de dominância (LD) utilizado por Sakagami & Laroça (1971). As espécies com frequência relativa maior que o limite de dominância foram consideradas dominantes e as demais, não dominantes.

O índice de diversidade de Shannon-Wiener (H') utilizando o logaritmo natural e o índice de equidade de Pielou (J') foram calculados para cada fitofisionomia. Foi empregado a análise não-paramétrica de Kruskal-Wallis para avaliar se existem diferenças entre as médias de ocorrências das espécies em cada ambiente estudado. Realizou-se o teste de similaridade ANOSIM, utilizando o índice de Jaccard (Clarke 1993) para verificar possíveis similaridades na composição de espécies de formigas entre as fitofisionomias, bem como a construção de um dendograma de similaridade utilizando o índice de Jaccard

RESULTADOS

(Margurran 2004). A utilização desse índice é plausível no nosso estudo, já que considera apenas a presença/ausência de cada espécie nas áreas estudadas. Estudos referentes a comunidade de insetos sociais, como formigas, devem utilizar dados de frequência de ocorrência das espécies no lugar da abundância, que dificulta a interpretação dos dados (Wilson 1971). Todas as análises foram realizadas utilizando o software Past versão 3.06 (Hammer *et al.* 2001).

Utilizou-se o software EstimateS versão 9.10 para construir curvas de saturação de espécies, por meio dos estimadores Chao1, Chao2 e Bootstrap (Moreno 2001; Colwell 2009), bem como curvas de rarefação, baseadas nas amostragens, para se avaliar se a riqueza diferiu entre as fitofisionomias. Para essa análise, as amostras foram aleatorizadas 100 vezes. Além disso, um diagrama de Venn foi utilizado para demonstrar a quantidade de espécies comuns nas três fitofisionomias (Magurran 2004).

Foram observadas 930 ocorrências de formigas operárias, pertencendo a seis subfamílias (Ecitoninae, Dorylinae, Formicinae, Myrmicinae, Ponerinae e Pseudomyrmecinae), 17 gêneros e 28 espécies (Tabela 1). A subfamília com maior riqueza de espécies foi Myrmicinae, com 15 espécies (44,83% do total), seguida por Formicinae, com sete espécies (27,59%). Em relação à riqueza dentro dos diferentes gêneros, *Pheidole* destacou-se com seis espécies, *Camponotus* com cinco e *Pachycondyla* e *Labidus* com duas espécies. Os demais gêneros apresentaram uma espécie cada.

Das 930 ocorrências de formigas, 323 foram registradas para a monocultura de *Eucalyptus*, 292 para a área de pastagem de bovinos e 315 para a mata nativa. A mata nativa apresentou 23 espécies, seguida pela pastagem de bovinos e pela monocultura de *Eucalyptus*, ambas com 20 espécies. O índice de Shannon-

Tabela 1. Lista taxonômica das subfamílias, gêneros e espécies encontrados/as nas fitofisionomias de Monocultura de *Eucalyptus*, Pastagem de Bovinos e Mata Nativa, bem como a frequência relativa (F.R.), padrões de ocorrência (P.O.) e dominância (DOM.) dos diferentes taxa em região urbana de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, no período de outubro de 2009 a março de 2010. Leg.: Dominante (D.); Não dominante (N.D.); Acidental (Aci.); Acessória (Ace).

Subfamília	Táxon	Monocultura de <i>Eucalyptus</i>			Pastagem de Bovinos			Mata Nativa		
		F. R.	P. O.	DOM.	F. R.	P. O.	DOM.	F. R.	P. O.	DOM.
Dolichoderinae	<i>Dorymyrmex pyramicus</i> (Roger)	0	-	-	1.04	Aci.	N. D.	0	-	-
Ecitoninae	<i>Labidus coecus</i> (Latreille)	0	-	-	0	-	-	1.04	Aci.	N. D.
	<i>Labidus praedator</i> (Smith)	4.17	Aci.	N. D.	1.04	Aci.	N. D.	20.83	Aci.	D.
Formicinae	<i>Brachymyrmex pilipes</i> Mayr	0	-	-	0	-	-	0.52	Aci.	N. D.
	<i>Camponotus bonariensis</i> Mayr	1.04	Aci.	N. D.	1.56	Aci.	N. D.	0.52	Aci.	N. D.
	<i>Camponotus crassus</i> Mayr	0.52	Aci.	N. D.	0.52	Aci.	N. D.	0	-	-
	<i>Camponotus melanoticus</i> Emery	19.27	Aci.	D.	13.54	Aci.	D.	11.46	Aci.	D.
	<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius)	11.98	Aci.	D.	4.69	Aci.	N. D.	24.48	Aci.	D.
	<i>Camponotus termitarius</i> Emery	15.1	Aci.	D.	28.13	Ace.	D.	1.04	Aci.	N. D.
	<i>Nylanderia docilis</i> (Forel)	2.6	Aci.	N. D.	6.77	Aci.	D.	5.73	Aci.	D.
Myrmicinae	<i>Acromyrmex rugosus</i> (Smith)	0	-	-	0.52	Aci.	N. D.	15.63	Aci.	D.
	<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius)	0	-	-	3.65	Aci.	N. D.	0	-	-
	<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola)	13.02	Aci.	D.	4.69	Aci.	N. D.	1.04	Aci.	N. D.
	<i>Pheidole</i> sp. 1	28.13	Aci.	D.	19.79	Aci.	D.	12.5	Aci.	D.
	<i>Pheidole</i> sp. 2	1.56	Aci.	N. D.	0	-	-	1.56	Aci.	N. D.
	<i>Pheidole</i> sp. 3	0.52	Aci.	N. D.	0	-	-	2.08	Aci.	N. D.
	<i>Pheidole</i> sp. 4	3.13	Aci.	N. D.	0	-	-	0.52	Aci.	N. D.
	<i>Pheidole</i> sp. 5	0	-	-	0.52	Aci.	N. D.	0	-	-
	<i>Pheidole</i> sp. 6	0	-	-	1.04	Aci.	N. D.	2.6	Aci.	N. D.
	<i>Pogonomyrmex naegelli</i> (Fabricius)	1.04	Aci.	N. D.	15.1	Aci.	D.	1.04	Aci.	N. D.
	<i>Procryptocerus convergens</i> (Mayr)	0	-	-	0	-	-	0.52	Aci.	N. D.
	<i>Solenopsis invicta</i> Buren	6.25	Aci.	D.	13.02	Aci.	D.	0	-	-
	<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger)	17.71	Aci.	D.	15.1	Aci.	D.	1.56	Aci.	N. D.
Ponerinae	<i>Anochetus altisquamis</i> Mayr	4.69	Aci.	N. D.	0.52	Aci.	N. D.	9.9	Aci.	D.
	<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille)	1.04	Aci.	N. D.	0	-	-	9.38	Aci.	D.
	<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius)	2.6	Aci.	N. D.	1.04	Aci.	N. D.	5.21	Aci.	D.
	<i>Pachycondyla striata</i> Smith	31.77	Ace.	D.	19.79	Aci.	D.	32.81	Ace.	D.
Pseudomyrmecinae	<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (Smith)	2.08	Aci.	N. D.	0	-	-	2.08	Aci.	N. D.

Wiener demonstrou uma maior diversidade na mata nativa, seguida pela monocultura de *Eucalyptus* e pela pastagem de bovinos. A uniformidade das fitofisionomias foi igual para a monocultura de *Eucalyptus* e pastagem de bovinos, sendo maiores que na mata nativa (Tabela 2). Não houve diferença significativa entre as três médias de ocorrências nas três fitofisionomias (Kruskal-Wallis H: 2,2042; GL: 2; p: 0,3322). Entretanto, a curva de rarefação demonstrou diferença significativa entre a riqueza da mata nativa e os demais ambientes (Figura 1). Esse resultado foi corroborado pelo ANOSIM ($R = 0,6887$; p: 0,00089). A similaridade qualitativa gerada pelo índice de Jaccard, agrupou os ambientes florestais separando-os da pastagem de bovinos (Figura 2), com um coeficiente de correlação cofenética de 0,94, demonstrando a alta representatividade do dendograma formado.

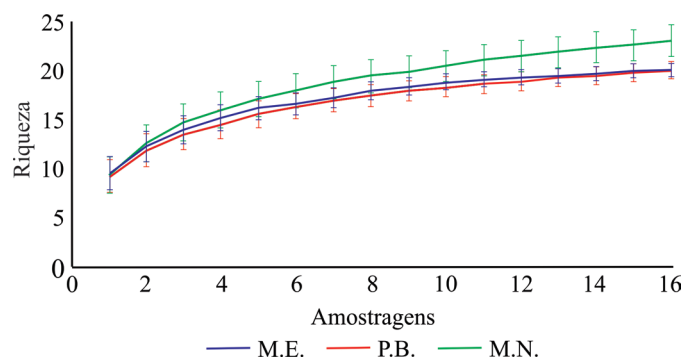


Figura 1. Comparação, pelo método de rarefação baseada nas amostragens, das assembleias de formigas nas fitofisionomias de Monocultura de *Eucalyptus* (M.E.), Pastagem de Bovinos (P.B.) e Mata Nativa (M.N.) em região urbana de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, no período de outubro de 2009 a março de 2010. As barras indicam o intervalo de confiança (95%).

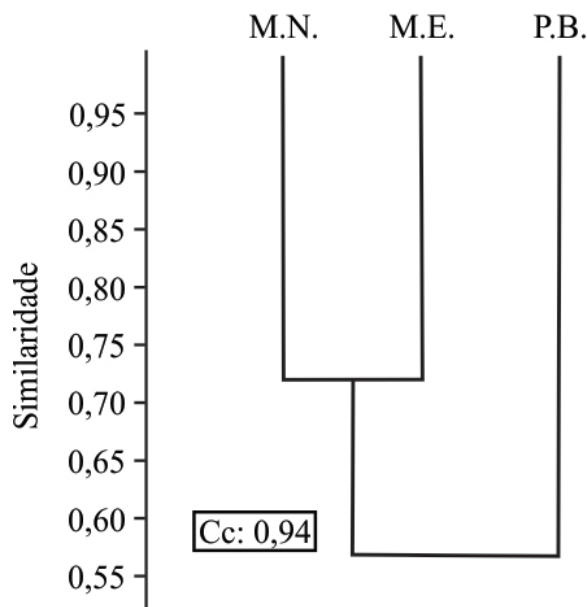


Figura 2. Dendrograma da similaridade de Jaccard das assembleias de formigas nas fitofisionomias de Monocultura de *Eucalyptus* (M.E.), Pastagem de Bovinos (P.B.) e Mata Nativa (M.N.) em região urbana de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, no período de outubro de 2009 a março de 2010. Cc: Coeficiente de correlação cofenética.

Em relação a monocultura de *Eucalyptus*, os estimadores Chao1, Chao2 e Bootstrap indicaram, respectivamente, que foram coletados 98,4%, 99% e 94% das espécies que ocorrem na fitofisionomia. Para a pastagem de bovinos, os mesmos estimadores indicaram, respectivamente, 100%, 90% e 92%. Por fim, para a mata nativa os estimadores demonstraram que 88,5%, 92% e 91% das espécies do local foram coletadas. Esses

valores, bem como as curvas de estimação de espécies indicam que as três fitofisionomias foram suficientemente amostradas (Tabela 2, Figura 3).

Tabela 2. Riqueza comparada de espécies (S), número de indivíduos (N), valores de diversidade de Shannonn-Wiener (H'), equitabilidade de Pielou (J') e estimadores de riqueza (Chao1, Chao2 e Bootstrap) para a monocultura de *Eucalyptus* (M.E.), pastagem de bovinos (P.B.) e mata nativa (M.N.) em região urbana de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. Leg.: a (valores não variam significativamente na linha pelo teste t).

	M.E.	P.B.	M.N.
S	20	20	23
N	2.171	1.604	4.209
H'	2,446 nats. ind ⁻¹ a	2,431 nats. ind ⁻¹ a	2,5 nats.ind ⁻¹ a
J'	0.8166	0.8116	0.7855
Chao1	20,33±2,87	20±2,73	26±3,99
Chao2	20,19±3,32	20,47±3,42	24,88±4,56
Bootstrap	21,23±3,30	21,7±3,48	25,35±4,41

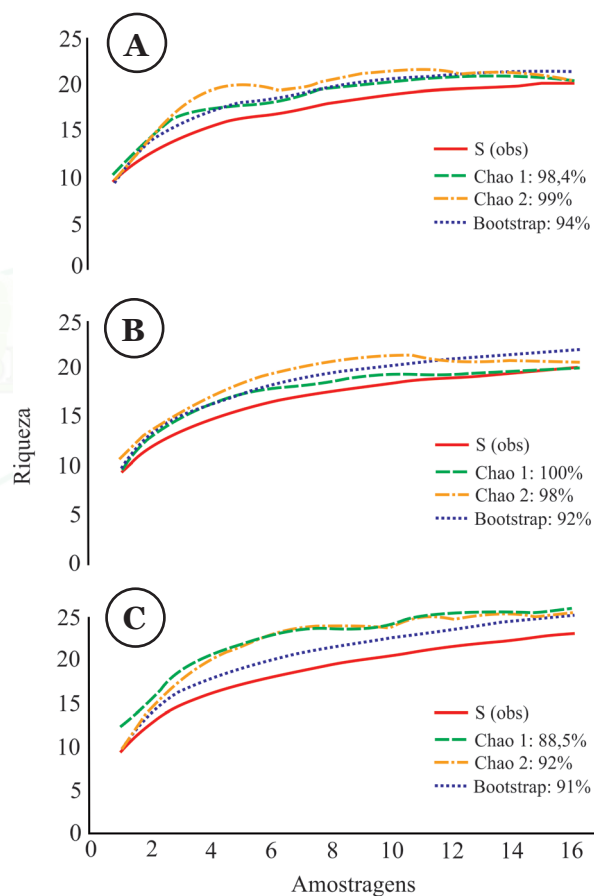


Figura 3. Curvas de estimação de riqueza de espécies para os três estimadores (Chao1, Chao2 e Bootstrap aleatorizadas 100 vezes) e curva do coletor (Sobs) para a monocultura de *Eucalyptus* (M.E.), pastagem de bovinos (P.B.) e mata nativa (M.N.) em região urbana de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, no período de outubro de 2009 a março de 2010.

As espécies *Labidus coecus* (Latreille), *Brachymyrmex pilipes* Mayr e *Procryptocerus convergens* (Mayr) (~10,7% do total) ocorreram apenas na mata nativa, enquanto que *Dorymyrmex pyramicus* (Roger), *Crematogaster acuta* (Fabricius) e *Pheidole* sp. 5 (~10,7% do total), apenas na pastagem de bovinos. Nenhuma espécie foi exclusiva à monocultura de *Eucalyptus*. A mata nativa compartilhou 78% das espécies ($S = 18$) com a monocultura de *Eucalyptus* e 65% ($S = 15$) com a pastagem de bovinos (Figura 4).

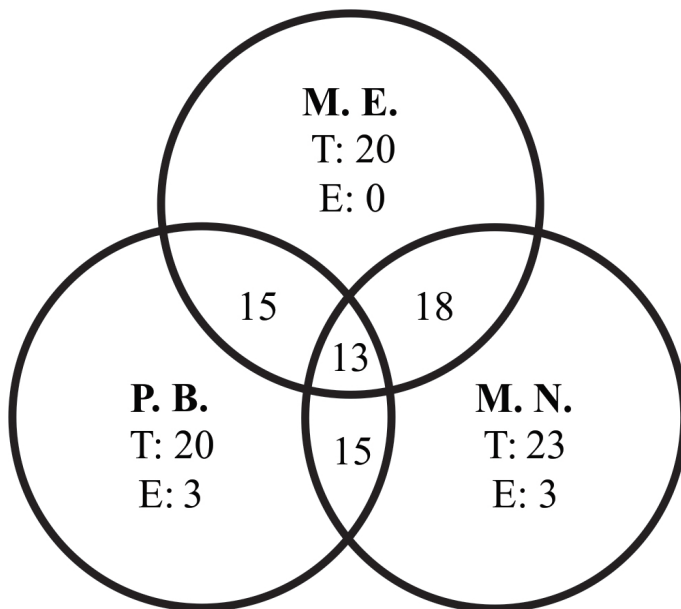


Figura 4. Diagrama de Venn evidenciando a quantidade de espécies totais (T), exclusivas (E) e comuns de formigas nas fitofisionomias de Monocultura de *Eucalyptus* (M.E.), Pastagem de Bovinos (P.B.) e Mata Nativa (M.N.) em região urbana de Santa Cruz do Sul, RS, Brasil, no período de outubro de 2009 a março de 2010.

Na fitofisionomia monocultura de *Eucalyptus*, duas espécies foram consideradas acessórias (*Pheidole* sp. 1 e *Pachycondyla striata* Smith); na pastagem de bovinos, apenas *Camponotus termitarius* Emery foi considerada acessória; por fim, na mata nativa, *P. striata* foi também considerada acessória. As demais espécies foram consideradas acidentais em todas as fitofisionomias. Em relação à dominância, nove taxa foram constantes na monocultura de *Eucalyptus*, 10 na pastagem de bovinos e 10 na mata nativa (Tabela 1).

DISCUSSÃO

Embora as médias de ocorrências das espécies não tenham diferido estatisticamente, a riqueza foi significativamente maior na mata nativa em relação às outras fitofisionomias estudadas, suportando a primeira hipótese. Estes resultados são explicados porque, enquanto o teste não paramétrico de Kruskal-Wallis compara as médias entre diferentes tratamentos (Sokal & Rohlf 1969), aqui representados pelas fitofisionomias, a curva de rarefação calcula o número de espécies esperadas nas diferentes fitofisionomias (Moreno 2001).

De acordo com Peixoto *et al.* (2010), ambientes diferentes apresentam distintas condições abióticas, como temperatura, umidade, luminosidade e sazonalidade, que podem definir a composição, riqueza e abundância da mirmecofauna. Muitos autores sugerem que ambientes preservados e com maior diversidade e densidade vegetal proporcionam melhores condições para uma maior diversidade na mirmecofauna (Soares *et al.* 2010, Mentone *et al.* 2011; Santos *et al.* 2012). Conforme Lutinski *et al.* 2013 e Lutinski *et al.* 2017, pequenos fragmentos florestais são importantes para a conservação da mirmecofauna, pois podem contribuir com a existência de assembleias mais ricas.

A presença de treze espécies comuns as três fitofisionomias, representando 65% do total de espécies das áreas mais antropizadas (monocultura de *Eucalyptus* e pastagem de bovinos), demonstram a importância da preservação da mata nativa como repositório de espécies de formigas. Resultado semelhante aos encontrados é descrito por Gonzáles *et al.* (2014), em estudo sobre espécies de insetos predadores em comum em área de conservação (Refúgio da Vida Silvestre) com uma área de produção de arroz.

O fato da segunda hipótese não ter sido corroborada com os resultados obtidos, pode ter relação a antropização dos ambientes analisados. A simplificação ambiental reduz a heterogeneidade da vegetação, diminuindo a quantidade de nichos a serem ocupados pelas espécies. Florestas nativas, por outro lado, apresentam uma maior variedade de recursos e condições ambientais para a mirmecofauna (Gomes *et al.* 2013).

É necessário salientar que houve um maior compartilhamento de espécies entre os ambientes florestais em relação a pastagem, evidenciado pelo dendograma de Jaccard e pelo diagrama de Venn. Braga *et al.* (2010) e Cantarelli *et al.* (2015) compararam assembleias de formigas de solo em diferentes ambientes (matas nativas em diferentes estágios sucessionais, pastagem, área de agricultura e eucaliptal) e observaram uma maior similaridade entre as matas nativas e os eucaliptais. De acordo com esses autores, embora eucaliptais sejam sistemas monoespecíficos, eles são estruturalmente similares aos sistemas florestais nativos em regeneração, já que ambos apresentam dossel arbóreo, presença de sub-bosque e grande quantidade de serapilheira.

Corrêa *et al.* (2006) citam que Ponerinae são geralmente bem representativas em ambientes florestados, enquanto Formicinae é mais característica de ambientes mais abertos. Esses dados foram constatados no presente estudo, onde se observou maiores valores de frequência relativa para *Pachycondyla harpax* (Fabricius), *Anochetus altisquamis* Mayr, *Odontomachus chelifer* (Latreille) e *P. striata* (Ponerinae) nas fitofisionomias de monocultura de *Eucalyptus* e mata nativa. Da mesma forma, a frequência relativa total foi maior na pastagem de bovinos para Formicinae, quando comparado com os ambientes florestais.

Foi constatada uma frequência relativa elevada de *Wasmannia auropunctata* (Roger) (Myrmicinae) nos ambientes impactados (monocultura de *Eucalyptus* e pastagem de bovinos), quando comparada com a mata nativa. Essa espécie é capaz de explorar um grande número de itens alimentares de origem animal e vegetal, localizando-os mais rapidamente que outras espécies de formigas (Souza 2007). Delabie *et al.* (2003) apontam que *W. auropunctata* apresenta comportamento competitivo, ágil e veloz quando comparado com as demais espécies de Formicidae, favorecendo a sua ocupação de nichos em agroecossistemas.

A espécie *P. striata*, observada nas três fitofisionomias com predominância na mata nativa, é considerada uma forrageadora de solo comum de habitats florestais, onde preda de maneira generalista artrópodes e outros invertebrados de solo (Wild 2002; Boscardin *et al.* 2014).

O destaque de Myrmicinae sobre outras subfamílias é comum em levantamentos realizados no estado, como Albuquerque & Diehl (2009), Fröhlich *et al.* (2011) e Boscardin *et al.* (2012). Segundo esses autores, a predominância das espécies de Myrmicinae é justificada por ser a subfamília mais abundante e com maior diversidade de hábitos na região neotropical e no mundo. Corroborando com o encontrado, Sant'Ana *et al.* (2008) relatam que esta subfamília apresenta mais de 55% das espécies encontradas no mundo, seguida por Formicinae. A grande abundância observada para Myrmicinae se dá pelo fato da subfamília incluir espécies onívoras, predadoras generalistas ou especialistas, detritívoras, consumidoras de fungos, cortadeiras, entre outros hábitos alimentares (Ward 2010).

Esse estudo demonstrou diferença na riqueza da mirmecofauna de solo da mata nativa quando em comparação a monocultura de *Eucalyptus* e da pastagem de bovinos, provavelmente relacionado a complexidade estrutural da primeira. Embora haja similaridade estatística entre a pastagem e o eucaliptal, foi possível observar um alto compartilhamento de espécies nos ambientes florestais. De extrema importância como fonte primária de informação para planos de manejo e conservação de áreas, pesquisas como estas ainda são raras no sul do Brasil.

AGRADECIMENTOS

Agradecemos à Suélen Almeida Garcia pelo atendimento na Universidade do Vale do Rio dos Sinos e ao Dr. Rodrigo dos Santos Machado Feitosa da Universidade Federal do Paraná pela identificação até nível específico do material. Agradecemos também ao Jonas Moraes pelas coletas em campo e a Dra. Simone Jahnke pelo importante auxílio nas análises estatísticas. Aos amigos Cleder Pezzini, Kássia Zilch e Cristiano Marcondes Pereira pela crítica leitura do texto, e aos revisores, pelas relevantes sugestões.

REFERÊNCIAS

- Agosti, D., J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz, 2000. *Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity*. Washington, Biological Diversity Handbook Series, Smithsonian Institution Press, 280 p.
- Agosti, D. & N.F. Johnson, 2003. La nueva taxonomía de hormigas, p. 45-48. *In*: Fernández, F. (ed.). *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 424 p.
- Albuquerque, E.Z. & E. Diehl, 2009. Análise faunística das formigas epigeas (Hymenoptera, Formicidae) em campo nativo no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Entomologia*, 53: 398-403. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262009000300014>.
- Azevedo Filho, W.S. & P.H.S. Prates Jr., 2005. Técnicas de coleta & identificação de insetos. *Zoologia*. Porto Alegre: EDIPUCRS, Cadernos EDIPUCRS, n. 4, 97 p.
- Baccaro, F.R., R.M. Feitosa, F. Fernandez, I.O. Fernandes, T.J. Izzo, J.L.P. Souza & R. Solar, 2015. Guia para os gêneros de formigas do Brasil. Manaus, Editora Inpa, 386 p.
- Benson, W.W. & A.Y. Harada, 1988. Local diversity of tropical and temperate ant faunas (Hymenoptera: Formicidae). *Acta Amazonica*, 18: 275-289. DOI: <https://doi.org/10.1590/1809-43921988183289>.
- Bolton, B., 1994. *Identification Guide to the Ant Genera of the World*. Massachusetts, Harvard University Press, 222 p.
- Boscardin, J., J. Garlet & E.C. Costa, 2012. Mirmecofauna epigeica (Hymenoptera: Formicidae) em plantios de *Eucalyptus* spp. (Myrtales: Myrtaceae) na região oeste do estado do Rio Grande do Sul, Brasil. *Entomotropica*, 27: 119-128.
- Boscardin, J., E. Corrêa Costa, J.H.C. Delabie & J. Garlet, 2014. Efeito do fogo sobre a riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) associadas a *Pinus elliottii* Engelm. no sul do Brasil. *Ciência Florestal*, 24: 1031-1040. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509816616>.
- Braga, D.L., J.N.C. Louzada, R. Zanetti & J. Delabie, 2010. Avaliação rápida da diversidade de formigas em sistemas de uso do solo no sul da Bahia. *Neotropical Entomology*, 39: 464-469. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2010000400002>.
- Cantarelli, E.D., M.D. Fleck, F. Granzotto, J.N. Corassa & M. d'Avila, 2015. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. *Ciência Florestal*, 25: 607-616. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509819612>.
- Clarke, K.R., 1993. Non-parametric multivariate analysis of changes in community structure. *Austral Ecology*, 18: 117-143. <https://dx.doi.org/10.1111/j.1442-9993.1993.tb00438.x>.
- Colwell, R.K., 2009. EstimateS 9.10: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Versão 9.10. Disponível em: <http://viceroy.eeb.ucon.edu/estimates>.
- Corrêa, M.M., W.D. Fernandez & I.R. Leal, 2006. Diversidade de Formigas Epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em Capões do Pantanal Sul Matogrossense: Relações entre Riqueza de Espécies e Complexidade Estrutural da Área. *Neotropical Entomology*, 35: 724-730. DOI: <https://doi.org/10.1590/S1519-566X2006000600002>.
- Crepaldi, R.A., I.I.R. Portilho, R. Silvestre & F.M. Mercante, 2014. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. *Ciência Rural*, 44: 781-787. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782014000500004>.
- Delabie, J.H.C., M. Ospina & G. Zabala, 2003. Relaciones entre hormigas y plantas: una introducción, p. 181-197. *In*: Fernández, F. *Introducción a las Hormigas de la Región Neotropical*. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 424 p.
- Fernandes I.O., J.H.C. Delabie & R.S.M. Feitosa, 2016. Formicidae in Catálogo Taxonômico da Fauna do Brasil. PNUD. Disponível em: <http://fauna.jbrj.gov.br/fauna/faunadobrasil/2617>. Acesso em: 31.vii.2017.
- Fernández, F., 2003. *Introducción a las Hormigas de la región Neotropical*. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 424 p.
- Fonseca, R.C. & E. Diehl, 2004. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48: 95-100. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0085-56262004000100016>.
- Fröhlich, F.R.S., A.A.G. Strohschoen, C. Rempel & N.J. Ferla, 2011. Diversidade de formigas (Formicidae) em áreas de eucalipto e vegetação nativa no município de Capitão, Rio Grande do Sul. *Caderno Pedagógico*, 8: 109-124.
- Gomes, D.S., F.S. Almeida, A.B. Vargas & J.M. Queiroz, 2013. Resposta da assembleia de formigas na interface solo-serrapilheira a um gradiente de alteração ambiental. *Iheringia, Série Zoologia*, 103: 104-109. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0073-47212013000200004>.
- Gomes, E.C.F., G.T. Ribeiro, T.M.S. Souza & L. Souza-Souto, 2014. Ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in three different stages of forest regeneration in a fragment of Atlantic Forest in Sergipe, Brazil. *Sociobiology*, 61: 250-257. DOI: <https://doi.org/10.13102/sociobiology.v61i3.250-257>.
- González, F.M.L., S.M. Jahnke, R.M. Moraes & G.S. Silva, 2014. Diversidad de insectos depredadores en área orizícola orgánica y de conservación, en Viamão, RS, Brasil. *Revista Colombiana de Entomología*, 40: 120-128.
- Hammer, O., D.A.T. Harper & P.D. Ryan, 2001. PAST: Palaeontological Statistics software package for education and data analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4: 9.
- Hölldobler, B. & E.O. Wilson, 1990. *The Ants*. Massachusetts, The Belknap Press of Harvard University Press, 732p.
- Kaspari, M. & M.D. Weiser, 1999. The size-grain hypothesis and interspecific scaling in ants. *Functional Ecology*, 13: 530-538. DOI: <https://doi.org/10.1046/j.1365-2435.1999.00343.x>.
- Lasau, S.A. & D.F. Hochuli, 2004. Effects of habitat complexity on ant assemblages. *Ecography*, 27: 157-164. DOI: <https://doi.org/10.1111/j.0906-7590.2004.03675.x>.
- Leifheit, J.O., 1978. *Introdução ao Estudo do Meio Ambiente de Santa Cruz do Sul*. Porto Alegre, Editora Movimento, 49 p.
- Lutinski, J.A., B.C. Lopes & A.B.B. Moraes, 2013. Urban ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) in ten cities of southern Brazil. *Biota Neotropica*, 13: 332-342. Disponível em: <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n3/en/abstract?inventory+bn0291303201>.
- Lutinski, J.A., L. Baucke, M. Filtro, M.A. Busato, A.C. Knakiewicz & F.R.M. Garcia, 2017. Ant assemblage (Hymenoptera: Formicidae) in three wind farms in the State of Paraná, Brazil. *Brazilian Journal of Biology*, 77: 176-184. DOI: <https://doi.org/10.1590/1519-6984.14115>.
- Magurran, A.E., 2004. *Ecological diversity and its measurement*. New Jersey, Princeton University Press, 179 p.
- Marinho, C.G.S., R. Zanetti, J.H.C. Delabie, M.N. Schindwein & L.S. Ramos, 2002. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da Serrapilheira em Eucaliptais (Myrtaceae) e Área de Cerrado de Minas Gerais. *Neotropical Entomology*,

- 31: 187-195. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1519-566x2002000200004>.
- Martins, L., F.S. Almeida, A.J. Mayhé-Nunes & A.B. Vargas, 2011. Efeito da complexidade estrutural do ambiente sobre as comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no município de Resende, RJ, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 9: 174-179.
- Mentone, T.O., E.A. Diniz, C.B. Munhae, O.C. Bueno & M.S.C. Morini, 2011. Composição da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de serapilheira em florestas semidecídua e de *Eucalyptus* spp., na região sudeste do Brasil. *Biota Neotropica*, 11: 237-246. DOI: <https://doi.org/10.1590/s1676-06032011000200024>.
- Moraes, J. & A. Köhler, 2011. Análise faunística de besouros (Coleoptera) em três diferentes fitofisionomias em Santa Cruz do Sul, RS, Brasil. *Caderno de Pesquisa, Série Biologia*, 23: 34-51.
- Moreno, C.E., 2001. Métodos para medir la biodiversidad. Zaragoza, M&T-Manuales y Tesis SEA, vol. 1, 84 p.
- Peixoto, T.S., C.L. Praxedes, F.B. Baccaro, R.I. Barbosa & M. Mourão Júnior, 2010. Composição e riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em savana e ambientes associados de Roraima. *Revista Agro@mbiente On-line*, 4: 1-10. DOI: <https://doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v4i1.345>.
- Pereira, M.P.S., J.M. Queiroz, G.O. Souza & A.J. Mayhé-Nunes, 2007. Influência da heterogeneidade da serapilheira sobre as formigas que nidificam em galhos mortos em floresta nativa e plantio de eucalipto. *Neotropical Biology and Conservation*, 2: 161-164.
- Ribeiro, T.C., 2011. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de fragmentos florestais em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil. Dissertação (Programa de Pós-Graduação em Biodiversidade Animal) - Universidade Federal de Santa Maria. 73 f.
- Romero, H. & K.A. Jaffé, 1989. Comparison of Methods for Sampling Ants (Hymenoptera, Formicidae) in Savannas. *Biotropica*, 24: 348-353. DOI: <https://doi.org/10.2307/2388285>.
- Sakagami, S.F. & S. Laroca, 1971. Relative abundance, phenology and flower visited of apid bees in eastern Paraná, Southern Brazil (Hymenoptera: Apidae). *Koniyu Sapporo*, 39: 217-230.
- Sant'ana, M.V., R.B.R. Trindade, C.C.S. Lopes, O. Faccenda & W.D. Fernandes, 2008. Atividade de Forrageamento de Formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Áreas de Mata e Campo de Gramíneas no Pantanal Sul-Mato-Grossense. *EntomoBrasilis*, 1: 29-32. DOI: <https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v1i2.11>.
- Santos, M.P.C.J., A.F. Carrano-Moreira & J.B. Torres, 2012. Diversidade de formigas epigeicas (Hymenoptera: Formicidae) em floresta ombrófila densa e em cultivo de cana-de-açúcar, no município de Igarassu, PE. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 7: 648-656. DOI: <https://doi.org/10.5039/agraria.v7i4a1927>.
- Schmidt, F.A., C.R. Ribas & J.H. Schoederer, 2013. How predictable is the response of ant assemblages to natural forest recovery? Implications for their use as bioindicators. *Ecological Indicators*, 24:158-166. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2012.05.031>.
- Silveira Neto, S., D. Barbin & N.A. Villa Nova, 1976. Manual de Ecologia dos Insetos. São Paulo, Editora Agronômica Ceres, 419 p.
- Soares, S.A., W.F. Antonialli-Junior & S.E. Lima-Junior, 2010. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em dois ambientes no Centro-Oeste do Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 54: 76-81. DOI: <https://doi.org/10.1590/s0085-56262010000100009>.
- Sokal, R.R. & F.J. Rohlf, 1969. Biometry: The principles and practice of statistics in biological research. San Francisco, W.H. Freeman and Company, 776 p.
- Souza, A.L.B., 2007. Caracterização comportamental de *Wasmannia auropunctata* (Myrmicinae: Blepharidattini). *Biológico*, 69: 153-156.
- Tavares, A.A., P.C. Bispo & A.C.S. Zanzini, 2001. Comunidades de formigas epigeicas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas de *Eucalyptus cloeziana* (F. Muell) de vegetação nativa numa área de cerrado. *Revista Brasileira de Entomologia*, 45: 251-256.
- Vasconcelos, H.L., 1998. Respostas das formigas à fragmentação florestal. *Série Técnica IPEF* 12: 95-98.
- Ward, P.S., 2010. Taxonomy, phylogenetics, and evolution. p. 3-17. *In*: Lach, L., C.L. Parr & K.L. Abbott. *Ant Ecology*. N.Y., Oxford University Press. 402 p.
- Wild, A.L., 2002. The genus *Pachycondyla* (Hymenoptera: Formicidae) in Paraguay. *Boletín del Museo Nacional de Historia Natural del Paraguay*, 14: 1-18.
- Wilson, E.O., 1971. *The insect societies*. Belknap Press, Cambridge (MA), 548 p.

Suggestion citation:

Lemes, J.R.A & A. Köhler, 2017. Contribuição de ambientes antrópicos como habitats para formigas de solo de Floresta Estacional Decidual no Sul do Brasil. *EntomoBrasilis*, 10 (2): 69-75.

Available on: [doi:10.12741/ebrasilis.v10i2.665](https://doi.org/10.12741/ebrasilis.v10i2.665)

