

## Diversidade de formigas urbanas (Hymenoptera: Formicidae) de dez cidades do sul do Brasil

Junir Antonio Lutinski<sup>1,3</sup>, Benedito Cortês Lopes<sup>2</sup> & Ana Beatriz Barros de Moraes<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Programa de Pós-graduação em Biodiversidade Animal, Universidade Federal de Santa Maria – UFSM, Av. Roraima, 1000, Prédio 17-D, CEP 97105-900, Santa Maria, RS, Brasil

<sup>2</sup>Departamento de Ecologia e Zoologia, Centro de Ciências Biológicas, Universidade Federal de Santa Catarina – UFSM, Trindade, CEP 88010-970, Florianópolis, SC, Brasil

<sup>3</sup>Autor para correspondência: Junir Antonio Lutinski, e-mail: junir@unochapeco.edu.br

LUTINSKI, J.A., LOPES, B.C. & MORAIS, A.B.B. **Urban ant diversity (Hymenoptera: Formicidae) in ten cities of southern Brazil.** *Biota Neotrop.* 13(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n3/en/abstract?inventory+bn02913032013>

**Abstract:** The urbanization process has been considered as one of the major threats to biodiversity and, among organisms found in urban areas ant represents an important but poorly studied group compared with other insects. Knowing the richness and composition of ant fauna inhabiting urban areas and factors exerting pressure on these communities are essential to set up management and conservation plans. The present study aimed to evaluate the diversity of ants in ten cities from the southern region of the Atlantic Forest biome. Assemblages were evaluated and compared by means of rarefaction and richness estimators. We recorded 8,790 occurrences, 140 species distributed into 37 genera, 19 tribes and nine subfamilies, corresponding to 38.2% of ant fauna known for the Santa Catarina State. Ant assemblages did not differ markedly as for richness, however nine cities presented exclusive species, suggesting variation in species composition. The existence and conservation of environments like forest remnants and green areas within the urban perimeter can explain the richness and abundance of these ant assemblages.

**Keywords:** ant fauna, forest fragmentation, green spaces, richness, tramp ants.

LUTINSKI, J.A., LOPES, B.C. & MORAIS, A.B.B. **Diversidade de formigas urbanas (Hymenoptera: Formicidae) de dez cidades do sul do Brasil.** *Biota Neotrop.* 13(3): <http://www.biotaneotropica.org.br/v13n3/pt/abstract?inventory+bn02913032013>

**Resumo:** O processo de urbanização vem sendo tratado como uma das maiores ameaças à biodiversidade e, dentre os organismos encontrados em áreas urbanas, as formigas representam um grupo importante, porém ainda pouco estudado comparado a outros insetos. Conhecer a riqueza e a composição da mirmecofauna que habita áreas urbanas e os fatores que estão exercendo pressão sobre essas comunidades são imperativos para a elaboração de planos de manejo e conservação. Este estudo teve como objetivo avaliar a diversidade de formigas de dez cidades localizadas na região austral do Bioma Mata Atlântica. As assembleias foram avaliadas e comparadas por meio da análise de rarefação e estimativas de riqueza. Foram registradas 8.790 ocorrências de formigas, tendo sido identificadas 140 espécies, representantes de 37 gêneros, 19 tribos e nove subfamílias o que corresponde a 38,2% da mirmecofauna conhecida para o estado de Santa Catarina. As assembleias de formigas não diferiram marcadamente quanto à riqueza, entretanto, nove cidades apresentaram espécies exclusivas mostrando variação na composição das espécies. A existência e a conservação de ambientes como fragmentos florestais e áreas verdes no perímetro urbano podem explicar a riqueza e abundância dessas assembleias de formigas.

**Palavras-chave:** mirmecofauna, fragmentação florestal, áreas verdes, riqueza, formigas-praga.

## Introdução

Ambientes urbanos são marcados pela intensa e constante atividade humana (McIntyre et al. 2001) e a urbanização vem sendo tratada como uma das maiores ameaças à biodiversidade (McKinney 2002, Uno et al. 2010). A conversão de ambientes naturais em habitações humanas, áreas comerciais, parques industriais e na infraestrutura associada cobre aproximadamente 4% da superfície dos continentes (United... 2000), resultando na fragmentação e perda de habitats (Niemelä 1999). As alterações ambientais causadas pela urbanização podem afetar as comunidades de organismos sob diferentes formas. Algumas espécies alcançam densidades elevadas e assumem uma condição de dominância ao colonizar nichos desocupados, especialmente na ausência de espécies competidoras ou de inimigos naturais. Outras espécies diminuem em abundância ou são extintas localmente devido à perda de habitat e à introdução de espécies exóticas, bem adaptadas nesses ambientes (Luck & Dahsten 1974, Blair 2001, Kamura et al. 2007, Sanford et al. 2008).

Dentre os organismos encontrados em áreas urbanas, as formigas representam um grupo importante, porém ainda pouco estudado comparado a outros insetos tais como borboletas e besouros (McIntyre 2000). Formicidae constitui uma das famílias mais comuns de invertebrados (Hölldobler & Wilson 1990) e se caracteriza pela ampla distribuição, riqueza e abundância nos ecossistemas terrestres (Alonso & Agosti 2000).

As formigas que ocorrem em ambientes urbanos têm recebido mais atenção e sido foco de pesquisas em ambientes hospitalares onde algumas espécies têm sido descritas como importantes vetores

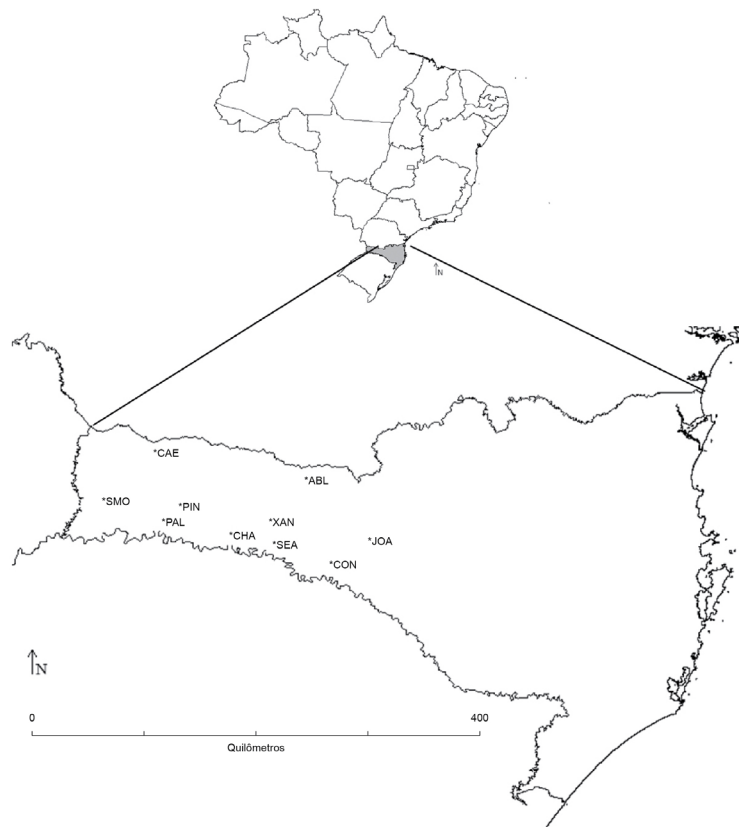
de organismos patogênicos e um risco à saúde humana (Moreira et al. 2005, Costa et al. 2006, Lise et al. 2006); em estabelecimentos residenciais e comerciais com destaque à colonização e dispersão de espécies invasoras (Silva & Loeck 1999, Oliveira & Campos-Farinha 2005, Iop et al. 2009); e em fragmentos florestais e áreas verdes sob a ótica da conservação da diversidade (Yamaguchi 2004, Pacheco & Vasconcelos 2007).

Apesar da mirmecofauna da região austral do bioma Mata Atlântica ser bem conhecida (Silva & Silvestre 2000, Lutinski et al. 2008, Maciel et al. 2011, Ulysséa et al. 2011), ainda restam áreas totalmente inexploradas. Os estudos já realizados nesta região permitem supor a existência de assembleias ricas de formigas presentes nas áreas urbanas (Farneda et al. 2007, Iop et al. 2009). Conhecer esta riqueza e a composição das espécies de formigas que compõem estas assembleias é essencial para a elaboração de planos de manejo e conservação. Desta forma, este estudo teve como objetivo avaliar a diversidade de formigas urbanas de dez cidades localizadas na região austral do Bioma Mata Atlântica.

## Material e Métodos

### 1. Área de estudo

O estudo foi conduzido em dez cidades de pequeno e médio porte localizadas na região oeste do estado de Santa Catarina: Abelardo Luz, Campo Erê, Chapecó, Concórdia, Joaçaba, Palmitos, Pinhalzinho, São Miguel do Oeste, Seara e Xanxerê (Figura 1) cujas populações variam entre 10.000 (Campo Erê) e 183.000 (Chapecó) habitantes



**Figura 1.** Localização geográfica de 10 cidades da região austral do domínio Mata Atlântica escolhidas para o desenvolvimento do estudo: Abelardo Luz (ABL), Campo Erê (CAE), Chapecó (CHA), Concórdia (CON), Joaçaba (JOA), Palmitos (PAL), Pinhalzinho (PIN) São Miguel do Oeste (SMO), Seara (SEA) e Xanxerê (XAN), Santa Catarina, Brasil (fevereiro/março e novembro/dezembro de 2011).

**Figure 1.** Geographical location of ten cities from the southern region of the Atlantic Forest biome for developing the study: Abelardo Luz (ABL), Campo Erê (CAE), Chapecó (CHA), Concórdia (CON), Joaçaba (JOA), Palmitos (PAL), Pinhalzinho (PIN) São Miguel do Oeste (SMO), Seara (SEA) and Xanxerê (XAN), Santa Catarina State, Brazil (February/March and November/December 2011).

(Instituto... 2010). As cidades encontram-se distribuídas em uma extensão de aproximadamente 300 km de acordo com as coordenadas da Tabela 1. Todas estão inseridas no bioma Mata Atlântica com fitofisionomias florestais classificadas como Floresta Ombrófila Mista e Floresta Estacional Semidecidual. O clima da região é do tipo superúmido mesotérmico subtropical úmido, sem estação seca definida, com geadas severas frequentes e com distribuição regular da pluviosidade (Köppen 1948).

## 2. Amostragem

As amostragens foram conduzidas em 109 unidades amostrais sendo: a) 30 fragmentos florestais (três em cada cidade) em estágio avançado de sucessão ecológica, localizados no perímetro urbano ou na borda, com áreas variando entre 1.764 m<sup>2</sup> e 876.599 m<sup>2</sup>; b) 30 áreas verdes (três em cada cidade) localizadas no perímetro urbano, utilizadas para fins de recreação e atividades físicas e com áreas variando entre 1.125 m<sup>2</sup> e 175.775 m<sup>2</sup>; c) 30 escolas (três em cada cidade) cujas áreas de edificações, jardins e calçadas, somadas, variam entre 961 m<sup>2</sup> e 14.740 m<sup>2</sup> e vegetação expressa predominantemente por gramíneas e plantas ornamentais, exóticas e de pequeno porte; d) 19 centros de reciclagem (Abelardo Luz: 1; Campo Erê: 2; Chapecó: 3; Concórdia: 2; Joaçaba: 2; Palmitos: 2; Pinhalzinho: 2; São Miguel do Oeste: 2; e Xanxerê: 3) com áreas variando entre 1.100 m<sup>2</sup> e 6.120 m<sup>2</sup>, parcialmente edificados, utilizados para as atividades de triagem e armazenamento de materiais recicláveis, tais como, sucatas de metal, plástico, papelão e vidro e ausentes de qualquer vegetação além de gramíneas.

A seleção dos tipos de ambientes visou à maximização da diversidade nas amostragens, especialmente com a contribuição de fragmentos florestais e áreas verdes que representam reservatórios de espécies nativas em ambientes urbanos (Pacheco & Vasconcelos 2007). Escolas e centros de reciclagem foram escolhidos pela carência de estudos relacionados às formigas nesses ambientes.

Foram realizadas duas séries completas de amostragens durante o ano de 2011, uma no verão (fevereiro e março) e outra na primavera (outubro e novembro). Em cada unidade amostral, foram utilizadas 10 iscas de 1 g de sardinha, 10 iscas de 1 mL de glicose e 1 hora de coleta manual. As iscas foram preparadas sobre retângulos de papel poroso e distribuídas de forma alternada sobre o solo nos fragmentos florestais e nas áreas verdes, enquanto que nas escolas e nos centros de reciclagem, foram distribuídas em calçadas, jardins e estacionamentos. Em todos os ambientes foram estabelecidos transectos perpendiculares à margem externa e obedecida uma distância de 10 metros entre cada isca (Agosti & Alonso 2000,

Bestelmeyer et al. 2000, Sarmiento 2003). As amostragens manuais foram conduzidas usando pinça e hastes de algodão umedecidos em álcool obedecendo a um percurso aleatório. Nos fragmentos florestais e nas áreas verdes, as amostragens foram realizadas sobre o solo, na vegetação arbustiva e nos troncos de árvores até a altura máxima de dois metros; nas escolas e nos centros de reciclagem, realizadas em calçadas, jardins, canteiros e muros (Sarmiento 2003).

As amostragens foram conduzidas entre 08:00 e 17:00, com rotatividade dos períodos matutinos e vespertinos em cada unidade amostral, em cada amostra. Os espécimes coletados foram acondicionados em frascos contendo álcool a 70%, etiquetados com as devidas informações de procedência e transportados ao Laboratório de Entomologia da Universidade Comunitária da Região de Chapecó (UNOCHAPECÓ) para triagem. A identificação foi conduzida primeiramente no laboratório de Entomologia da Universidade Federal de Santa Catarina utilizando-se as chaves propostas por Gonçalves (1961), Kempf (1964, 1965), Watkins (1976), Della Lucia (1993), Lattke (1995), Taber (1998), Fernández (2003), Longino (2003), Longino & Fernández (2007) e Wild (2007). Posteriormente, foi feita comparação dos exemplares coletados com a coleção de referência de formigas Neotropical do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo (USP).

## 3. Análise estatística

Para representar a riqueza das assembleias de formigas, as espécies foram listadas segundo seus respectivos táxons de subfamília, tribo e gênero além da presença em cada cidade. A riqueza de formigas encontrada em cada assembleia foi comparada por meio de análises de rarefação baseadas no número de ocorrências (Gotelli & Colwell 2001). Essas análises foram obtidas utilizando-se o programa EcoSim 7 (Gotelli & Entsminger 2001), que permite comparações de riqueza entre assembleias que diferem quanto à ocorrência de espécies (Melo et al. 2003).

Também foram obtidas estimativas de riquezas de formigas para cada cidade e comparadas com suas respectivas riquezas observadas. Para tal, foi utilizado o estimador não-paramétrico Chao 2 e as estimativas foram geradas com o programa EstimateS 8.0 (Colwell 2006). O estimador usa essencialmente informações sobre as espécies que ocorrem em uma amostra (unicatas) e aquelas que ocorrem em duas amostras (duplicatas) (Chao 1987).

## Resultados

Nas 10 cidades foram registradas 8.790 ocorrências de formigas, tendo sido identificadas 140 espécies, representantes de 37 gêneros, 19 tribos e nove subfamílias (Tabela 2). A assembleia de formigas de Chapecó apresentou a maior riqueza (S=91) e Seara a menor (S=78). Três dessas espécies, *Gnamptogenys sulcata* (Smith, 1858), *Camponotus personatus* Emery, 1894 e *Solenopsis invicta* Buren, 1972 foram registradas pela primeira vez no estado de Santa Catarina, enquanto outras 37 espécies tiveram sua ocorrência confirmada para a região oeste do estado. Em nove das 10 cidades foram amostradas espécies exclusivas, sendo três em Abelardo Luz, duas em Campo Erê, sete em Chapecó, uma em Concórdia, duas em Joaçaba, quatro em Palmitos, quatro em Pinhalzinho, duas em São Miguel do Oeste e três em Xanxerê (Tabela 2).

A maior riqueza das formigas identificadas pertence à subfamília Myrmicinae, à qual estão incluídas mais de 50% dentre todas as espécies amostradas em cada uma das 10 cidades. Ainda apresentaram riquezas expressivas as subfamílias Formicinae, Dolichoderinae, Ponerinae e Pseudomyrmecinae. Os gêneros de formigas mais ricos em espécies foram *Camponotus*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Crematogaster*

**Tabela 1.** Coordenadas geográficas e altitude (m) de cada uma das dez cidades estudadas localizadas na região austral do domínio Mata Atlântica.

**Table 1.** Geographic coordinates and altitude (m) of each one of the ten studied cities from the southern region of the Atlantic Forest biome.

Cidades	Coordenadas	Altitude
Abelardo Luz	26° 33' 58" S e 52° 19' 40" W	770
Campo Erê	26° 23' 39" S e 53° 04' 44" W	892
Chapecó	27° 05' 51" S e 52° 38' 31" W	663
Concórdia	27° 13' 32" S e 52° 01' 14" W	643
Joaçaba	27° 10' 01" S e 51° 29' 48" W	556
Palmitos	27° 04' 06" S e 53° 09' 46" W	394
Pinhalzinho	26° 50' 53" S e 52° 59' 20" W	492
São Miguel do Oeste	26° 43' 32" S e 53° 30' 59" W	642
Seara	27° 08' 57" S e 52° 18' 39" W	506
Xanxerê	26° 52' 38" S e 52° 24' 18" W	783

**Tabela 2.** Riqueza e ocorrência de espécies exclusivas (E) de formigas de dez cidades localizadas na região austral do domínio Mata Atlântica: Abelardo Luz (ABL), Campo Erê (CAE), Chapecó (CHA), Concórdia (CON), Joaçaba (JOA), Palmitos (PAL), Pinhalzinho (PIN) São Miguel do Oeste (SMO), Seara (SEA) e Xanxerê (XAN), Santa Catarina, Brasil (fevereiro/março e novembro/dezembro de 2011).

**Table 2.** Richness and occurrence of exclusive species (E) of ants in ten cities from the southern region of the Atlantic Forest biome: Abelardo Luz (ABL), Campo Erê (CAE), Chapecó (CHA), Concórdia (CON), Joaçaba (JOA), Palmitos (PAL), Pinhalzinho (PIN) São Miguel do Oeste (SMO), Seara (SEA) and Xanxerê (XAN), Santa Catarina State, Brazil (February/March and November/December 2011).

Táxon	ABL	CAE	CHA	CON	JOA	PAL	PIN	SMO	SEA	XAN
<b>Subfamília Cerapachyinae</b>										
<b>Tribo Acanthostichini</b>										
<i>Acanthostichus quadratus</i> Emery, 1895 (E)							X			
<b>Subfamília Dolichoderinae</b>										
<b>Tribo Dolichoderini</b>										
<i>Azteca instabilis</i> (F. Smith, 1862) (E)							X			
<i>Azteca muelleri</i> Emery, 1893 (E)							X			
<i>Dorymyrmex brunneus</i> Forel, 1908	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dorymyrmex pyramicus</i> (Roger, 1863)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Dorymyrmex</i> sp. (E)			X							
<i>Linepithema angulatum</i> (Emery, 1894) (E)				X						
<i>Linepithema gallardoi</i> Kusnezov, 1969	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Linepithema iniquum</i> (Mayr, 1870)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Linepithema leucomelas</i> (Emery, 1894)			X	X	X				X	
<i>Linepithema micans</i> (Forel, 1908)		X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Tapinoma melanocephalum</i> (Fabricius, 1793)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Subfamília Ecitoninae</b>										
<b>Tribo Ecitonini</b>										
<i>Eciton quadriglume</i> (Haliday, 1836) (E)			X							
<i>Labidus praedator</i> (F. Smith, 1858) (E)						X				
<b>Subfamília Ectatomminae</b>										
<b>Tribo Ectatommini</b>										
<i>Ectatomma edentatum</i> Roger, 1863 (E)			X							
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Gnamptogenys sulcata</i> (Smith, 1858) (E)										X
<b>Subfamília Formicinae</b>										
<b>Tribo Camponotini</b>										
<i>Camponotus (Myrmaphaenus) blandus</i> (F. Smith, 1858)					X					X
<i>Camponotus (Myrmaphaenus) cameranoi</i> Emery, 1894	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camponotus (M.) fastigatus</i> Roger, 1863	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camponotus (M.) novogranadensis</i> Mayr, 1870		X					X	X		
<i>Camponotus (M.) personatus</i> Emery, 1894	X		X	X	X	X	X		X	X
<i>Camponotus (Myrmepomis) sericeiventris</i> (Guérin-Méneville, 1838)	X		X	X	X	X				X
<i>Camponotus (Myrmobrachys) crassus</i> Mayr, 1862	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camponotus (M.) mus</i> Roger, 1863	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camponotus (Myrmocladoecus) hedwigae</i> Forel, 1912 (E)								X		
<i>Camponotus (Myrmosphincta) sexguttatus</i> (Fabricius, 1793)	X						X	X		
<i>Camponotus (Myrmothrix) atriceps</i> (F. Smith, 1858)	X	X								
<i>Camponotus (M.) cingulatus</i> Mayr, 1862	X	X		X	X	X		X		
<i>Camponotus (M.) rufipes</i> (Fabricius, 1775)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camponotus (Pseudocolobopsis) alboannulatus</i> Mayr, 1887 (E)										X
<i>Camponotus (Tanaemyrmex) lespeii</i> Forel, 1886	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Camponotus (Tanaemyrmex) melanoticus</i> Emery, 1894	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camponotus (T.) punctulatus</i> Mayr, 1868	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camponotus</i> sp. 1	X	X		X	X	X		X	X	X
<i>Camponotus</i> sp. 2				X			X			
<i>Camponotus</i> sp. 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Camponotus</i> sp. 4	X		X		X			X		

Tabela 2. Continuação...

Table 2. Continued...

Táxon	ABL	CAE	CHA	CON	JOA	PAL	PIN	SMO	SEA	XAN
<b>Tribo Myrmelachistini</b>										
<i>Myrmelachista catharinae</i> Mayr, 1887	X	X	X	X		X			X	X
<i>Myrmelachista catharinae maior</i> Santschi, 1936 (E)		X								
<i>Myrmelachista gagatina</i> Emery, 1894	X	X	X	X						X
<i>Myrmelachista reticulata</i> Borgmeier, 1928 (E)		X								
<b>Tribo Plagiolepidini</b>										
<i>Brachymyrmex (Brachymyrmex) aphidicola</i> (Forel, 1909)	X	X	X	X	X			X	X	X
<i>Brachymyrmex (B.) coactus</i> Mayr, 1887	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Brachymyrmex (Brachymyrmex) cordemoyi</i> Forel, 1895	X				X	X	X	X	X	
<i>Brachymyrmex (Brysha) pilipes</i> Mayr, 1887	X	X				X			X	X
<i>Brachymyrmex</i> sp.		X			X					X
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Nylanderia</i> sp.	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Paratrechina longicornis</i> (Latreille, 1802)			X	X	X	X		X		
<b>Subfamilia Heteroponerinae</b>										
<b>Tribo Heteroponerini</b>										
<i>Heteroponera flava</i> Kempf, 1962				X	X	X			X	
<i>Heteroponera inermis</i> (Emery, 1894)			X			X				X
<b>Subfamilia Myrmicinae</b>										
<b>Tribo Attini</b>										
<i>Acromyrmex (Acromyrmex) ambiguus</i> (Emery, 1888)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acromyrmex (A.) aspersus</i> (F. Smith, 1858)	X		X	X	X		X	X	X	X
<i>Acromyrmex (A.) disciger</i> (Mayr, 1887)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acromyrmex (A.) lundii</i> (Guérin-Méneville, 1838)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Acromyrmex (A.) niger</i> (F. Smith, 1858)	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Acromyrmex (A.) rugosus</i> (F. Smith, 1858) (E)					X					
<i>Acromyrmex (A.) subterraneus</i> (Forel, 1893)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Apterostigma mayri</i> Forel, 1893 (E)										X
<i>Apterostigma pilosum</i> Mayr, 1865		X	X	X						X
<i>Apterostigma wasmannii</i> Forel, 1892	X	X	X				X	X		X
<i>Atta (Neoatta) sexdens</i> (Linnaeus, 1758)		X	X			X	X		X	
<i>Atta</i> sp.			X			X				X
<i>Cyphomyrmex plaumanni</i> Kempf, 1962			X		X	X			X	
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1853)	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Cyphomyrmex strigatus</i> Mayr, 1887		X						X		
<i>Mycocepurus goeldii</i> (Forel, 1893)	X	X	X	X	X	X	X		X	X
<b>Tribo Blepharidattini</b>										
<i>Wasmannia affinis</i> Santschi, 1929					X			X		
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Tribo Cephalotini</b>										
<i>Cephalotes angustus</i> (Mayr, 1862) (E)	X									
<i>Cephalotes pinelii</i> (Guérin-Méneville, 1844)	X							X		X
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)	X	X	X	X		X	X	X	X	X
<i>Procryptocerus adlerzi</i> (Mayr, 1887)		X		X			X		X	X
<i>Procryptocerus convergens</i> (Mayr, 1887)	X	X		X			X		X	
<i>Procryptocerus goeldii</i> Forel, 1899			X	X			X			
<b>Tribo Crematogastrini</b>										
<i>Crematogaster (Eucrema) acuta</i> (Fabricius, 1804)	X	X	X	X			X	X	X	X
<i>Crematogaster (E.) bingo</i> Forel, 1908	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crematogaster (Neocrema) corticicola</i> Mayr, 1887	X	X	X				X			
<i>Crematogaster (N.) magnifica</i> Santschi, 1925	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crematogaster (Orthocrema) curvispinosa</i> Mayr, 1862	X			X	X			X		
<i>Crematogaster</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X



Tabela 2. Continuação...

Table 2. Continued...

Táxon	ABL	CAE	CHA	CON	JOA	PAL	PIN	SMO	SEA	XAN
<i>Crematogaster</i> sp. 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Crematogaster</i> sp. 3	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Tribo Dacetini</b>										
<i>Basicros (Eurhopalothrix) convexiceps</i> (Mayr, 1887) (E)			X							
<i>Strumigenys cultrigera</i> Mayr, 1887		X				X				
<b>Tribo Formicoxenini</b>										
<i>Cardiocondyla nuda</i> (Mayr, 1866)		X				X	X		X	X
<i>Nesomyrmex</i> sp. (E)							X			
<b>Tribo Myrmicini</b>										
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Forel, 1878	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pogonomyrmex</i> sp. 1						X		X		
<i>Pogonomyrmex</i> sp. 2			X	X	X	X		X		
<i>Pogonomyrmex</i> sp. 3		X			X			X	X	
<b>Tribo Pheidolini</b>										
<i>Pheidole (Elasmopheidole) aberrans</i> Mayr, 1868			X						X	
<i>Pheidole (Pheidole) brevicona</i> Mayr, 1887	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole (P.) dyctiota</i> Kempf, 1972	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole (P.) laevifrons</i> Mayr, 1887	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole (P.) lignicola</i> Mayr, 1887	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole (P.) megacephala</i> (Fabricius, 1793) (E)							X			
<i>Pheidole (P.) pubiventris</i> Mayr, 1887	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole (P.) punctatissima</i> Mayr, 1870	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole (P.) risii</i> Forel, 1892		X		X		X	X	X		
<i>Pheidole (P.) tristis</i> (F. Smith, 1858)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 2	X		X	X	X	X		X	X	
<i>Pheidole</i> sp. 3	X	X								
<i>Pheidole</i> sp. 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pheidole</i> sp. 5	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<b>Tribo Solenopsidini</b>										
<i>Monomorium floricola</i> (Jerdon, 1851) (E)						X				
<i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758) (E)					X					
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis saevissima</i> (F. Smith, 1855)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis schmalzi</i> Forel, 1901	X		X				X			
<i>Solenopsis stricta</i> Emery, 1896	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 3			X					X		X
<i>Solenopsis</i> sp. 4	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Solenopsis</i> sp. 5		X			X	X	X		X	
<i>Solenopsis</i> sp. 6						X		X	X	X
<b>Subfamília Ponerinae</b>										
<b>Tribo Ponerini</b>										
<i>Dinoponera australis</i> Emery, 1901			X			X				
<i>Hypoponera distinguenda</i> (Emery, 1890) (E)			X							
<i>Hypoponera opaciceps</i> (Mayr, 1887) (E)						X				
<i>Hypoponera trigona</i> (Mayr, 1887)						X		X		X
<i>Hypoponera</i> sp. (E)	X									
<i>Odontomachus chelifer</i> (Latreille, 1802)	X	X	X	X	X	X		X	X	
<i>Pachycondyla crenata</i> (Roger, 1858)	X	X	X					X	X	X
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)	X	X	X	X	X	X	X	X		X
<i>Pachycondyla marginata</i> (Roger, 1861) (E)								X		

Tabela 2. Continuação...

Table 2. Continued...

Táxon	ABL	CAE	CHA	CON	JOA	PAL	PIN	SMO	SEA	XAN
<i>Pachycondyla striata</i> F. Smith, 1858	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pachycondyla villosa</i> (Fabricius, 1804)			X				X	X	X	
<i>Pachycondyla</i> sp.		X		X	X					X
<b>Subfamília Pseudomyrmecinae</b>										
<b>Tribo Pseudomyrmecini</b>										
<i>Pseudomyrmex flavidulus</i> (F. Smith, 1858)	X			X	X	X	X		X	X
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804) (E)			X							
<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i> (F. Smith, 1858) (E)			X							
<i>Pseudomyrmex schuppi</i> (Forel, 1901) (E)	X									
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (F. Smith, 1855)	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 1	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 2	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
<i>Pseudomyrmex</i> sp. 3		X	X	X		X	X			
<b>RIQUEZA TOTAL</b>	<b>83</b>	<b>85</b>	<b>91</b>	<b>82</b>	<b>79</b>	<b>85</b>	<b>80</b>	<b>83</b>	<b>78</b>	<b>83</b>

e *Acromyrmex*. Juntos, representaram entre 55% e 60% das assembleias de formigas de cada uma das 10 cidades.

A análise de rarefação não detectou diferenças significativas entre fauna de formigas em áreas urbanas das dez cidades (Figura 2), entretanto, observaram-se maiores riquezas para as assembleias de formigas de Chapecó, Palmitos e Campo Erê, enquanto as menores foram verificadas para as assembleias de formigas de Joaçaba e Seara. Os menores valores de ocorrências de espécies de formigas foram registrados em Joaçaba (n=781) e Seara (n=822) enquanto os maiores foram observados em Chapecó (n=940) e Pinhalzinho (n=957).

A maior cidade (Chapecó) apresentou a maior riqueza, todavia a diferença neste parâmetro entre as assembleias de formigas das dez cidades foi relativamente pequena (Figura 3). As maiores estimativas foram verificadas para as cidades de Palmitos (108) e Joaçaba (105), enquanto Xanxerê (91) e Seara (87) ficaram com as menores estimativas (Figura 3). As assembleias que apresentaram a riqueza observada mais próxima às estimadas foram Chapecó (91,3%) e Xanxerê (91%), enquanto Joaçaba (74,9%) e Palmitos (78%) foram as que mais diferiram.

## Discussão

A mirmecofauna da região onde o estudo foi realizado já foi extensamente amostrada considerando os trabalhos do naturalista Fritz Plaumann (Silva & Silvestre 2000) e os trabalhos mais recentes de Lutinski et al. (2008) e Iop et al. (2009); contudo, esta pesquisa confirma novas ocorrências de espécies para o estado de Santa Catarina. A identificação de gêneros de formigas neotropicais foi facilitada nos últimos anos graças a chaves taxonômicas como a de Bolton (1994) e a de Palácio & Fernández (2003). Bancos de dados e de imagens on-line também constituem importantes ferramentas; entretanto a identificação de espécies pertencentes a gêneros importantes como *Camponotus*, *Crematogaster*, *Pheidole*, *Pseudomyrmex* e *Solenopsis* ainda carece de revisões, o que deixa uma parte importante da fauna gêneros identificada em morfoespécies.

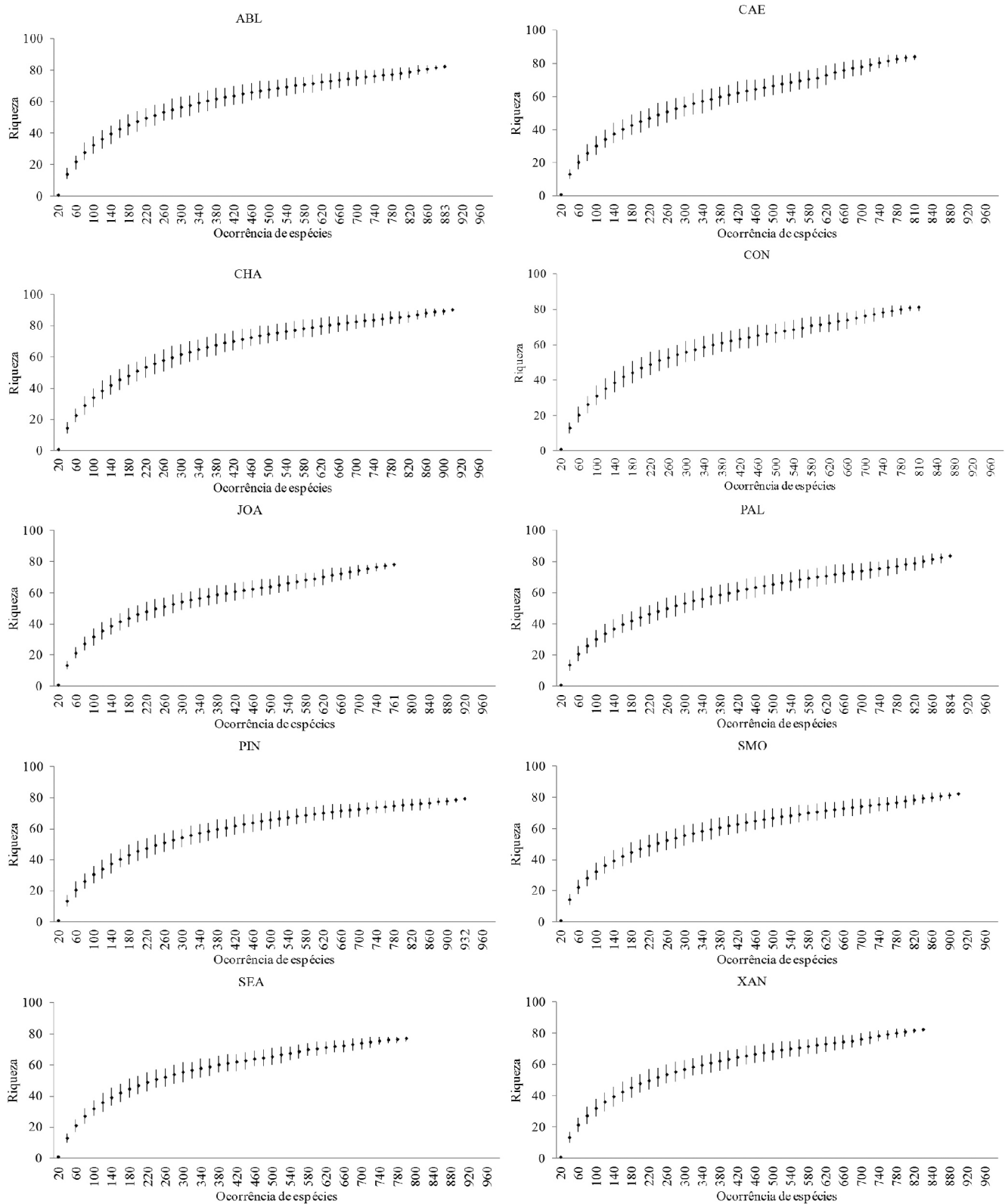
Apesar da riqueza geral de formigas ter apresentado pequena variação de uma cidade para outra, apenas 13 espécies da maior assembleia (Chapecó, S=91) em relação à menor (Seara, S=78), este estudo acrescenta informações sobre a dimensão de riqueza de espécies de formigas em áreas urbanas aos resultados encontrados por Farneda et al. (2007) na cidade de Pinhalzinho (S=60) e Iop et al.

(2009) em Xanxerê (S=67). A riqueza de formigas amostradas nos ambientes urbanos pode ser considerada expressiva, pois os táxons identificados ao nível de espécie (109) representam 29.8% da mirmecofauna anteriormente conhecida para todo o estado de Santa Catarina e 52,1% da riqueza de formigas já descrita para a região oeste do estado (Ulysséa et al. 2011). As assembleias diferiram na composição das espécies e isso foi confirmado pela ocorrência de espécies exclusivas em nove das dez cidades. Esses resultados corroboram Santos et al. (2006) e Campos et al. (2008), que afirmam que a composição de espécies de formigas pode sofrer alterações significativas de acordo com as variações dos ambientes mesmo em um único Bioma.

Com exceção de Amblyoponinae e Proceratiinae, todas as demais nove Subfamílias de Formicidae com ocorrência já registrada para a região Austral da Mata Atlântica foram amostradas nesse estudo. Os maiores valores da riqueza verificados para as subfamílias Myrmicinae, Formicinae, Dolichoderinae e Ponerinae e para os gêneros *Camponotus*, *Pheidole*, *Solenopsis*, *Crematogaster* e *Acromyrmex* corroboram os resultados encontrados nos estudos de Silva & Silvestre (2000), Lutinski et al. (2008) e Rosumek et al. (2008) onde estes táxons também foram os mais ricos. Este resultado sugere que as assembleias de formigas amostradas nos ambientes urbanos não diferem daquelas existentes nos demais ambientes situados na região austral do domínio Mata Atlântica quanto à ocorrência dos táxons com maior riqueza. A proximidade dos fragmentos florestais e das áreas verdes urbanas com outros ambientes naturais e a cobertura vegetal nativa predominante podem favorecer a existência e a manutenção de uma mirmecofauna diversificada nestes ambientes (Pacheco & Vasconcelos 2007) e ajudar a explicar a composição das espécies encontrada neste estudo.

A relação entre a riqueza e o esforço amostral empregado pode oferecer informações acerca da assembleia amostrada (Colwell et al. 2004), assim como o comportamento social de formigas e a distribuição desigual de colônias na paisagem e nos estratos podem influenciar nos resultados da amostragem (Bestelmeyer et al. 2000). Os resultados da análise de rarefação não sugerem diferenças significativas entre as riquezas de formigas das dez cidades amostradas, indicando a existência de fatores similares que mantêm a mirmecofauna nesses ambientes. Áreas verdes e praças públicas possuem um grande potencial para a conservação de espécies de formigas em áreas urbanas (Pacheco & Vasconcelos 2007) que,

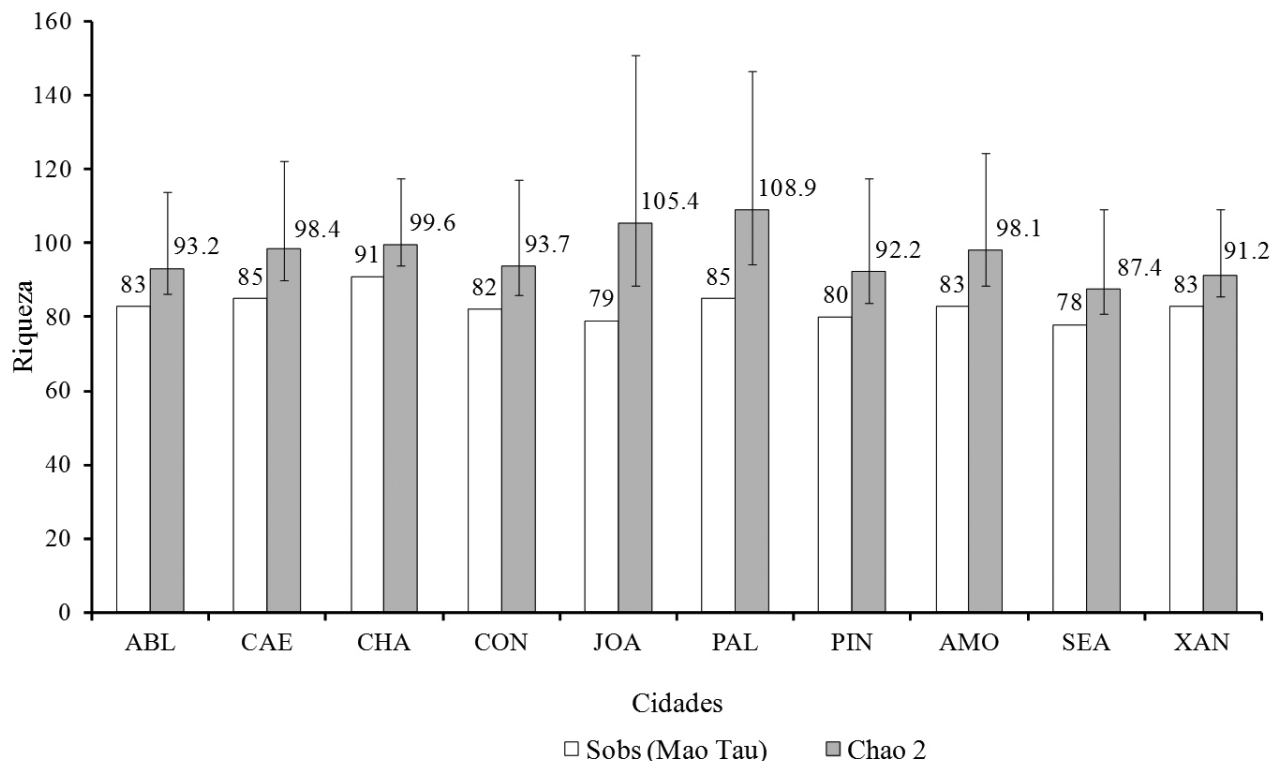
Formigas de ambientes urbanos da Mata Atlântica



**Figura 2.** Comparação da riqueza de formigas de 10 cidades da região oeste austral do domínio Mata Atlântica, pelo método de rarefação baseada no número de ocorrências: Abelardo Luz (ABL), Campo Erê (CAE), Chapecó (CHA), Concórdia (CON), Joaçaba (JOA), Palmitos (PAL), Pinhalzinho (PIN) São Miguel do Oeste (SMO), Seara (SEA) e Xanxerê (XAN), Santa Catarina, Brasil (fevereiro/março e novembro/dezembro de 2011). As barras indicam o intervalo de confiança (95%).

**Figure 2.** Comparison of ant richness in ten cities from the southern region of the Atlantic Forest biome, using the rarefaction method based on occurrences number: Abelardo Luz (ABL), Campo Erê (CAE), Chapecó (CHA), Concórdia (CON), Joaçaba (JOA), Palmitos (PAL), Pinhalzinho (PIN) São Miguel do Oeste (SMO), Seara (SEA) and Xanxerê (XAN), Santa Catarina State, Brazil (February/March and November/December 2011). The bars indicate the confidence interval (95%).





**Figura 3.** Riquezas de formigas observadas e estimadas (Chao 2) com respectivos intervalos de confiança (95%) de dez cidades (Abelardo Luz (ABL), Campo Erê (CAE), Chapecó (CHA), Concórdia (CON), Joaçaba (JOA), Palmitos (PAL), Pinhalzinho (PIN) São Miguel do Oeste (SMO), Seara (SEA) e Xanxerê (XAN)) localizadas na região austral do domínio Mata Atlântica (fevereiro/março e novembro/dezembro de 2011).

**Figure 3.** Observed and estimated richness (Chao 2) of ants with respective confidence intervals (95%) in ten cities (Abelardo Luz (ABL), Campo Erê (CAE), Chapecó (CHA), Concórdia (CON), Joaçaba (JOA), Palmitos (PAL), Pinhalzinho (PIN) São Miguel do Oeste (SMO), Seara (SEA) and Xanxerê (XAN)) from the southern region of the Atlantic Forest biome (February/March and November/December 2011).

associados com os fragmentos florestais, podem contribuir para a existência de assembleias ricas de formigas mesmo em cidades de médio porte como Chapecó.

O estimador Chao 2 mostra que a riqueza de formigas das dez cidades pode ser, em média, 14,4% maior do que a riqueza observada. Chao et al. (2009) estimam que o esforço amostral adicional necessário para coletar todas as espécies existentes em ambiente pode ser de até 10 vezes superior ao esforço original. As maiores estimativas de riqueza para as assembleias de formigas das cidades de Palmitos e Joaçaba evidenciam também um maior número de unicatas e duplicatas amostradas nessas cidades. Considerando o percentual da riqueza regional amostrado e o número das ocorrências de formigas, pode-se afirmar que as técnicas de amostragem foram adequadas.

Formigas dos gêneros *Camponotus*, *Pheidole* e *Solenopsis* se caracterizam como dominantes, onívoras e generalistas (Silvestre et al. 2003) e, assim como *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862), *Dorymyrmex brunneus* Forel, 1908 e *Linepithema humile* (Mayr, 1868), são encontradas com muita frequência em ambientes urbanos (Lise et al. 2006, Soares et al. 2006, Farneda et al. 2007, Iop et al. 2009). Suas características as permitem ocupar ambientes alterados e sob forte pressão antrópica como áreas urbanas e ajudam a entender porque têm as maiores taxas de ocorrências neste estudo.

A ameaça que o processo de urbanização representa para a biodiversidade em geral é bem documentada e é necessário entender os impactos causados por esse processo que resulta na perda da biodiversidade (McKinney 2002, Galindo-Leal & Câmara 2003, Buczkowski & Richmond 2012). O presente estudo amplia

a compreensão sobre a diversidade de formigas da região austral do Domínio Mata Atlântica, estendendo a área de ocorrência de algumas espécies de formigas. As assembleias de formigas não diferiram marcadamente quanto à diversidade, entretanto, nove delas apresentaram espécies exclusivas mostrando variação espacial na composição das espécies. A existência e a conservação de ambientes como fragmentos florestais e áreas verdes no perímetro urbano podem explicar a riqueza e abundância dessas assembleias de formigas.

## Agradecimentos

Ao Ms. Félix Baumgarten Rosumek do Departamento de Ecologia e Zoologia da UFSC pelo auxílio na confirmação das espécies, ao Dr. Rodrigo Machado Feitosa, ao Dr. Rogério Rosa da Silva e ao Dr. Carlos Roberto Ferreira Brandão do Museu de Zoologia da Universidade de São Paulo pela atenção e pelo apoio durante o trabalho de comparação com o material tombado no MZUSP. À CAPES pela concessão de bolsa de estudos.

## Referências Bibliográficas

- AGOSTI, D. & ALONSO, L.E. 2000. The ALL protocol: selected case studies. In *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz, eds). Smithsonian Institution, Washington, p.204-206.
- ALONSO, L.E. & AGOSTI, D. 2000. Biodiversity studies, monitoring and ants: an overview. In *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz, eds). Smithsonian Institution, Washington, p.1-8.

- BESTELMEYER, B.T., AGOSTI, D., ALONSO, L.E., BRANDÃO, C.R.F., BROWN JUNIOR, W.L., DELABIE, J.H.C. & SILVESTRE, R. 2000. Field techniques for the study of ground-dwelling ants. In *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity* (D. Agosti, J.D. Majer, L.E. Alonso & T.R. Schultz, eds). Smithsonian Institution, Washington, p.122-144.
- BLAIR, R.B. 2001. Birds and butterflies along urban gradients in two ecoregions of the United States: Is urbanization creating a homogenous fauna? In *Biotic homogenization* (J.L. Lockwood & M.L. McKinney, eds). Kluwer Academic, New York, p.33-56. [http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-1261-5\\_3](http://dx.doi.org/10.1007/978-1-4615-1261-5_3)
- BOLTON, B. 1994. Identification guide to the ant genera of the world. Harvard University Press, Cambridge.
- BUCZKOWSKI, G. & RICHMOND, D.S. 2012. The Effect of Urbanization on Ant Abundance and Diversity: A Temporal Examination of Factors Affecting Biodiversity. *PLoS ONE* 7:e41729. PMID:22876291 PMCid:PMC3410901. <http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0041729>
- CAMPOS, R.I., LOPES, C.T., MAGALHÃES, W.C.S. & VASCONCELOS, H.L. 2008. Estratificação vertical de formigas em cerrado *strictu sensu* no Parque Estadual da Serra de Caldas Novas, Goiás, Brasil. *Iheringia Ser. Zool.* 98(3):311-316. <http://dx.doi.org/10.1590/S0073-47212008000300004>
- CHAO, A. 1987. Estimating the population size for capture-recapture data with unequal catchability. *Biometrics* 43(4):783-791. <http://dx.doi.org/10.2307/2531532>
- CHAO, A., COLWELL, R.K., LIN, C.W. & GOTELLI, N.J. 2009. Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators. *Ecology* 90(4):1125-1133. PMID:19449706. <http://dx.doi.org/10.1890/07-2147.1>
- COLWELL, R.K. 2006. EstimateS: Statistical Estimation of Species Richness and Share Species from Samples (Software and User's Guide). versão 8. <http://viceroy.eeb.ucon.edu/estimates>. (último acesso EM 30/10/2012).
- COLWELL, R.K., MAO C.X. & CHANG, J. 2004. Interpolating, Extrapolating, and Comparing Incidence-Based Species Accumulation Curves. *Ecology* 85(10):2717-2727. <http://dx.doi.org/10.1890/03-0557>
- COSTA, S.B.D., PELLI, A., CARVALHO, G.P., OLIVEIRA, A.G., SILVA P.R., TEIXEIRA, M.M., MARTINS, E., TERRA, A.P.S., RESENDE, E.M., OLIVEIRA, C.C.H.B., MORAIS, C.A. 2006. Formigas como vetores mecânicos de microorganismos no Hospital Escola da Universidade Federal do Triângulo Mineiro. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 39(6):527-529. PMID:17308696. <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822006000600003>
- DELLA LUCIA, T.M.C. 1993. As formigas cortadeiras. Editora Folha da Mata, Viçosa.
- FARNEDA, F.Z., LUTINSKI, J.A. & GARCIA, F.R.M. 2007. Comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na área urbana do município de Pinhalzinho, Santa Catarina, Brasil. *Rev. Ciênc. Amb.* 1:53-66.
- FERNÁNDEZ, F. 2003. Introducción a las hormigas de la región neotropical. Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia.
- GALINDO-LEAL, C. & CÂMARA, I.G. 2003. The Atlantic Forest of South America. Biodiversity Status, Threats, and Outlook. Island Press, Washington.
- GONÇALVES, C.R. 1961. O Gênero *Acromyrmex* no Brasil. *Stud. Entomol.* 4:113-180.
- GOTELLI, N.J. & COLWELL, R.K. 2001. Quantifying biodiversity: procedures and pitfalls in the measurement and comparison of species richness. *Ecol. Lett.* 4:379-391. <http://dx.doi.org/10.1046/j.1461-0248.2001.00230.x>
- GOTELLI, N.J. & ENTSMINGER, G.L. 2001. EcoSim: Null models software for ecology. Versão 7.0. Acquired Intelligence Inc. & Kesey-Bear. <http://homepages.together.net/~gentsmin/ecosim.htm>. (último acesso em 17/03/2013).
- HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E.O. 1990. The ants. Harvard University Press, Cambridge. <http://dx.doi.org/10.1007/978-3-662-10306-7>
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. 2010. <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. (último acesso em 17/03/2013).
- IOP, S., CALDART, V.M., LUTINSKI, J.A. & GARCIA, F.R.M. 2009. Formigas urbanas da cidade de Xanxerê, Santa Catarina, Brasil. *Biotemas* 22(2):55-64.
- KAMURA, C.M., MORINI, M.S.C., FIGUEIREDO, C.J., BUENO, O.C. & CAMPOS-FARINHA, A.E.C. 2007. Ant communities (Hymenoptera: Formicidae) in an urban ecosystem near the Atlantic Rainforest. *Braz. J. Biol.* 67(4):635-641. PMID:18278314. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-69842007000400007>
- KEMPF, W.W. 1964. A revision of the Neotropical fungus-growing ants of the genus *Cyphomyrmex* Mayr. Part I: Group of *strigatus* Mayr. *Stud. Entomol.* 7:1-44.
- KEMPF, W.W. 1965. A revision of the Neotropical fungus-growing ants of the genus *Cyphomyrmex* Mayr. Part II: Group of *rimosus* (Spinola) (Hym., Formicidae). *Stud. Entomol.* 8:161-200.
- KÖPPEN, W. 1948. *Climatologia*. Fundo de Cultura Econômica, Cidade do México.
- LATKÉ, J. 1995. Revision of the ant genus *Gnamptogenys* in the New World (Hymenoptera: Formicidae). *J. Hymen. Research.* 4:137-193.
- LISE, F., GARCIA, F.R.M. & LUTINSKI, J.A. 2006. Association of ants (Hymenoptera: Formicidae) with bacteria in hospitals in the State of Santa Catarina, Brazil. *Rev. Soc. Bras. Med. Trop.* 39(6):523-526. PMID:17308695. <http://dx.doi.org/10.1590/S0037-86822006000600002>
- LONGINO, J.T. 2003. The *Crematogaster* (Hymenoptera, Formicidae, Myrmicinae) of Costa Rica. *Zootaxa* 151:1-150.
- LONGINO, J.T. & FERNÁNDEZ, F. 2007. Taxonomic review of the genus *Wasmannia*. In *Advances in ant systematics* (Hymenoptera: Formicidae): homage to E. O. Wilson - 50 years of contributions (R.R. Snelling, B.L. Fisher & P.S. Ward, org). *Memoirs of the American Entomological Institute*, p.271-289.
- LUCK, R.F. & DAHSTEN, D.L. 1974. Natural decline of a pine needle scale (*Chionaspis pinifoliae* (Fitch)) outbreak at South Lake Tahoe, California, Following cessation of adult mosquito control with malathion. *Ecology* 56(4):893-904. <http://dx.doi.org/10.2307/1936299>
- LUTINSKI, J.A., GARCIA, F.R.M., LUTINSKI, C.J. & IOP, S. 2008. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. *Ciênc. Rural* 38(7):1810-1816. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782008000700002>
- MACIEL, L., IANTAS, J., GRUCHOWSKI-W, F.C. & HOLDEFER, D.R. 2011. Inventário da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em ambiente de sucessão ecológica florística no município de União da Vitória, Paraná. *Biod. Pampa* 9(1):38-43.
- McINTYRE, N.E. 2000. Ecology of urban arthropods: A review and a call to action. *Ann. Entomol. Soc.* 93:825-835. [http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746\(2000\)093\[0825:EOUAAAR\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1603/0013-8746(2000)093[0825:EOUAAAR]2.0.CO;2)
- McINTYRE, N.E., RANGO, J., FAGAN, W.F. & FAETH, S.H. 2001. Ground arthropod community structure in a heterogeneous urban environment. *Landsc. Urban Plan.* 52:257-274. [http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046\(00\)00122-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0169-2046(00)00122-5)
- McKINNEY, M.L. 2002. Urbanization, biodiversity, and conservation. *BioScience* 52(10):883-890. [http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568\(2002\)052\[0883:UBAC\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1641/0006-3568(2002)052[0883:UBAC]2.0.CO;2)
- MELO, A.S., PEREIRA, R.A.S., SANTOS, A.J., SHEPHERD, G.J., MACHADO, G., MEDEIROS, H.F. & SAWAYA, R.J. 2003. Comparing species richness among assemblages using sample units: why not use extrapolation methods to standardize different sample sizes? *Oikos* 101(2):398-410. <http://dx.doi.org/10.1034/j.1600-0706.2003.11893.x>
- MOREIRA, D.D.O., MORAIS, V., VIEIRA-DA-MOTA, O., CAMPOS-FARINHA, A.E.C. & TONHASCA JUNIOR, A. 2005. Ants as carriers of antibiotic-resistant bacteria in hospitals. *Neotrop. Entomol.* 34(6):999-1006. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2005000600017>
- NIEMELÄ, J. 1999. Ecology and urban planning. *Biodivers. Conserv.* 8(1):119-131. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1008817325994>

- OLIVEIRA, M.F. & CAMPOS-FARINHA, A.E.C. 2005. Formigas urbanas do município de Maringá, PR, e suas implicações. *Arq. Instituto Biológico*. 72:33-39.
- PACHECO, R. & VASCONCELOS, H.L. 2007. Invertebrate conservation in urban areas: ants in the Brazilian Cerrado. *Landsc. Urban Plan.* 81(3):193-199. <http://dx.doi.org/10.1016/j.landurbplan.2006.11.004>
- PALÁCIO, E.E. & FERNÁNDEZ, F. 2003. Claves para las subfamilias y géneros. In *Introducción a las hormigas de la región neotropical* (F. Fernández, ed). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, p.233-260.
- ROSUMEK, F.B., ULYSSÉA, M.A., LOPES, B.C., STEINER, J. & ZILLIKENS, A. 2008. Formigas de solo e de bromélias em uma área de Mata Atlântica, Ilha de Santa Catarina, sul do Brasil: Levantamento de espécies e novos registros. *Biotemas* 21(4):81-89. <http://dx.doi.org/10.5007/2175-7925.2008v21n4p81>
- SANFORD, M.P., MANLEY, P.N. & MURPHY, D.D. 2008. Effects of urban development on ant communities: implications for ecosystem services and management. *Conserv. Biol.* 23(1):131-141. PMID:18778268. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1523-1739.2008.01040.x>
- SANTOS, M.S., JÚLIO, N.C., LOUZADA, N.D., ZANETTI, R., DELABIE, J.H.C. & NASCIMENTO, I.C. 2006. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. *Iheringia. Sér. Zool.* 96(1):95-101.
- SARMIENTO, C.E. 2003. Metodologías de captura y estudio de las hormigas. Hormigas como herramienta para la bioindicación y monitoreo. In *Introducción a las hormigas de la región neotropical* (F. Fernández, ed). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, p.201-210.
- SILVA, E.J.E. & LOECK, A.E. 1999. Ocorrência de formigas domiciliares (Hymenoptera: Formicidae) em Pelotas, RS. *Rev. Bras. Agroc.* 5(3):220-224.
- SILVA, R.R. & SILVESTRE, R. 2000. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em Seara, Oeste de Santa Catarina. *Biotemas* 13(2):85-105.
- SILVESTRE, R., BRANDÃO, C.R.F. & SILVA, R.R. 2003. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del cerrado. In *Introducción a las hormigas de la región neotropical* (F. Fernández, ed). Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, Bogotá, Colombia, p.113-148.
- SOARES, S.S., ALMEIDA, L.O., GONÇALVES, C.A., MARCOLINO, M.T. & BONETTI, A.M. 2006. Levantamento da diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) na região urbana de Uberlândia, MG. *Neotrop. Entomol.* 35(3):324-328. PMID:18575691. <http://dx.doi.org/10.1590/S1519-566X2006000300005>
- TABER, S.W. 1998. *The world of the harvester ants*. Texas A & M University Press, College Station.
- ULYSSÉA, M.A., CERETO, C.E., ROSUMEK, F.B., SILVA, R.R. & LOPES, B.C. 2011. Updated list of ant species (Hymenoptera, Formicidae) recorded in Santa Catarina State, southern Brazil, with a discussion of research advances and priorities. *Rev. Bras. Entomol.* 55 (4):603-611. <http://dx.doi.org/10.1590/S0085-56262011000400018>
- UNO, S., COTTON, J. & PHILPOTT, S.M. 2010. Diversity, abundance, and species composition of ants in urban green spaces. *Urban Ecosystem.* 13:425-441. <http://dx.doi.org/10.1007/s11252-010-0136-5>
- UNITED NATIONS DEVELOPMENT PROGRAMME - UNDP. United Nations Environment Programme, World Bank and World Resources Institute. 2000. *A guide to world resources 2000-2001: people and ecosystems— the fraying web of life*. World Resources Institute, Washington.
- WATKINS, J.F. 1976. *The identification and distribution of New World army ants (Dorylinae: Formicidae)*. Markham Press Fund of Baylor University Press, Waco.
- WILD, A.L. 2007. Taxonomic revision of the ant genus *Linepithema* (Hymenoptera: Formicidae). *Univ. Calif. Publ. Entomol.* 126:1-159.
- YAMAGUCHI, T. 2004. Influence of urbanization on ant distribution in parks of Tokyo and Chiba City, Japan. *Ecol. Res.* 19:209-216. <http://dx.doi.org/10.1111/j.1440-1703.2003.00625.x>

Recebido em 09/04/2013

Versão reformulada recebida em 16/08/2013

Publicado em 02/09/2013