

FAUNA DE FORMIGAS EM ÁREAS DE PRESERVAÇÃO PERMANENTE DE USINA HIDROELÉTRICA

FAUNA OF ANTS IN PERMANENT PRESERVATION AREAS OF HYDROELECTRIC POWER PLANTS

Junir Antônio Lutinski¹ Carin Guarda² Cladis Juliana Lutinski³ Maria Assunta Busato¹ Flávio Roberto Mello Garcia⁴

RESUMO

Áreas de preservação permanente contribuem para a recuperação de ambientes impactados e Formicidae representa um grupo potencialmente bioindicador, utilizado para descrever a complexidade estrutural de *habitat*. Assim, neste contexto, este estudo objetivou caracterizar a diversidade das assembleias de formigas que ocorrem em sítios com diferentes históricos de uso do solo na APP do reservatório da UHE Foz do Chapecó, bem como avaliar a similaridade das assembleias de formigas segundo os sítios amostrados. A amostragem foi realizada no mês de janeiro de 2017 em cinco sítios, três em Santa Catarina e dois no Rio Grande do Sul. Foram utilizados *pitfall*, guarda-chuva entomológico, isca de sardinha, isca de glicose e coleta manual. As assembleias foram caracterizadas e comparadas através da riqueza, abundância, diversidade de Shannon-Weaver (H'), Equitabilidade (J') e estimativas de riqueza (Chao 1). Ao todo foram amostradas 101 espécies. A média das estimativas indicou que a riqueza pode ser 86,7% maior que a amostrada, enquanto os parâmetros de diversidade indicaram diferenças entre as assembleias. Os índices de diversidade mostraram divergência de 39,7% entre as assembleias com maior e menor diversidade. A riqueza observada neste estudo reitera o potencial de utilização das formigas como bioindicadoras do estado de conservação ambiental, acrescenta informações importantes sobre a riqueza e a ocorrência de formigas para a região e apresenta, sobretudo, um inventário das espécies de formigas presentes em uma área de APP, em processo de regeneração, que poderá servir de parâmetro para avaliações subsequentes.

Palavras-chave: biodiversidade; conservação; Formicidae; recuperação ambiental.

ABSTRACT

Permanent preservation areas contribute to the recovery of impacted environments and Formicidae is a potentially bioindicator group, used to describe the structural complexity of habitats. In this context, the study aimed to characterize the diversity of ant assemblages that occur in sites with different soil use history in the APP of Foz do Chapecó HPP reservoir, as well as to evaluate the similarity of ant assemblages according to the sampled sites. Sampling was carried out in January 2017 at five sites, three in Santa Catarina state and two in Rio Grande do Sul state. Pitfall, entomological umbrella, sardine bait, glucose bait and manual collection were used. Assemblies were characterized and compared through richness, abundance, diversity of Shannon-Weaver (H'), Equitability (J') and estimated richness (Chao 1). A total of 101 species were sampled. The average of the estimates indicated that richness may be 86.7% greater than

1 Biólogo(a), Dr(a)., Professor(a) do Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Av. Senador Atilio Fontana, 591-E, Efapi, CEP 89809-000, Caixa Postal 1141, Chapecó (SC), Brasil. junir@unochapeco.edu.br / assunta@unochapeco.edu.br

2 Bióloga, MSc., Programa de Pós-Graduação em Ciências da Saúde, Universidade Comunitária da Região de Chapecó, Av. Senador Atilio Fontana, 591-E, Efapi, CEP 89809-000, Caixa Postal 1141, Chapecó (SC), Brasil. carin@unochapeco.edu.br

3 Bióloga, MSc., Laboratório de Biologia, Universidade Federal da Fronteira Sul, Av. Fernando Machado, 108 E, CEP 89802-112, Chapecó (SC), Brasil. cladis.lutinski@uffs.edu.br

4 Biólogo, Dr., Professor do Programa de Pós-Graduação em Entomologia, Instituto de Biologia, Universidade Federal de Pelotas, Caixa Postal 354, CEP 96010-900, Pelotas (RS), Brasil. flaviormg@hotmail.com

Recebido para publicação em 3/10/2017 e aceito em 6/02/2018

that sampled, while the diversity parameters indicated differences between the assemblies. Diversity indices showed divergence of 39.7% between the more and less diverse assemblies. The richness observed in this study reiterates the potential of the use of ants as bioindicators of the state of environmental conservation, adds important information on the richness and occurrence of ants for the region and presents, above all, an inventory of the species of ants present in an area of APP in a regeneration process that can serve as parameter for subsequent evaluations.

Keywords: biodiversity; conservation; Formicidae; environmental recovery.

INTRODUÇÃO

A biodiversidade brasileira é uma das maiores do mundo graças à complexidade de *habitat* oferecida pelos seus biomas (RIBAS et al., 2012a). A fragmentação resulta de um processo histórico de uso do solo desde o período colonial e representa uma das principais ameaças à conservação da diversidade biológica da Mata Atlântica (GALINDO-LEAL; CÂMARA, 2003; ZANELLA et al., 2012) e decorre de atividades como a agricultura, pecuária, instalações industriais, produção de energia e urbanização. Estas atividades são conhecidas pelo impacto que causam sobre a biodiversidade (GARDNER, 2010) ao alterarem componentes abióticos como a temperatura e umidade local e homogeneizarem as comunidades de organismos (FREIRE et al., 2012). Alterações ambientais expõem as formigas à perda ou à disponibilidade de fontes de alimentos assim como de locais para o estabelecimento de suas colônias. Mudanças microclimáticas locais também interferem nas atividades de forrageamento. Assim, variações da riqueza e da abundância destes insetos podem prever o grau de degradação ou de recuperação em que um ambiente se encontra (LUTINSKI et al., 2016).

A preocupação com os impactos ambientais cresce com a demanda de energia (SAAD et al., 2017). A região sul do Brasil vem se consolidando na produção de hidroeletricidade contando, atualmente, com 48 usinas hidrelétricas (UHE) e 146 pequenas centrais hidrelétricas (PCH) em operação (AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA, 2016). A construção de reservatórios artificiais resulta na supressão de vegetação, desalojamento de espécies, no revolvimento e na compactação do solo (BARBOSA FILHO, 2013; KLIEMANN; DALARIVA, 2015). Neste processo pode ocorrer a perda de *habitat*, o desalojamento de espécies, alterações microclimáticas locais e uma reestruturação do ecossistema adjacente ao lago formado, composto pela nova área de preservação permanente (APP) (BRASIL, 2012; CAMPAGNOLO et al., 2017).

A área de preservação permanente (APP) contribui para o equilíbrio ecológico através da manutenção da hidrodinâmica das bacias hidrográficas regulando os ciclos hidrológicos e biogeoquímicos (TUNDISI; TUNDISI, 2010). As APPs possibilitam a instalação de espécies pioneiras e o início do processo de recuperação ambiental juntamente com os fragmentos florestais remanescentes (KWON; LEE; SUNG, 2014), culminando no restabelecimento da flora e da fauna (ULYSHEN, 2011). A demanda pelo biomonitoramento de espécies indicadoras emerge da necessidade de monitoramento dos impactos ambientais causados pela instalação de hidrelétricas (RIBAS et al., 2012b) e da contribuição da APP para o restabelecimento de uma nova condição de equilíbrio do ecossistema afetado. Bioindicadores são organismos que, pela riqueza, abundância, resiliência e produtividade, permitem prever o estágio de regeneração de um dado ambiente (RAPPORT; CONSTANZA; MCMICHAEL, 1998).

Formicidae é um grupo reconhecido pelo seu potencial bioindicador (ANDERSEN; MAJER, 2004) e presença constante em ecossistemas terrestres (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990; TAUSAN et al., 2017). A variedade morfofuncional, ampla distribuição geográfica, especialização dos táxons (BOLTON et al., 2006; PETERS et al., 2011), dominância ecológica (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990), elevada riqueza (LUTINSKI et al., 2014), taxonomia bem estabelecida (BOLTON, 2003) e com amostragens relativamente baratas potencializam o uso das formigas como bioindicadores (ANDERSEN; MAJER, 2004; BHARTI; BHARTI; PFEIFER, 2016). A inclusão das formigas em estudos de impacto ambiental (EIA) e relatórios de impacto ambiental (RIMA) já ocorrem no Brasil (LUTINSKI et al., 2016). As formigas também têm sido utilizadas para descrever a complexidade estrutural do *habitat* (FREIRE et al., 2012), distúrbios ambientais (BHARTI; BHARTI; PFEIFER, 2016) e mudanças na estrutura do *habitat*, microclima e disponibilidade de recursos (PHILPOTT et al., 2010) e podem representar uma importante ferramenta para a avaliação do

processo de recuperação do ambiente e da reconstituição da comunidade biológica em APPs.

Apesar da mirmecofauna da região austral do bioma Mata Atlântica ser bem conhecida (ULYSSEÁ et al., 2011; LUTINSKI et al., 2014; 2016), há uma carência de informação sobre o potencial bioindicador desses insetos para o biomonitoramento das comunidades de organismos das APPs direta e indiretamente afetadas pela instalação de hidrelétricas. Um estudo sobre a riqueza e abundância destes insetos na APP do lago formado por uma das maiores UHE do sul do Brasil poderá contribuir para a compreensão do processo de consolidação das APP, para a compreensão acerca da contribuição destas áreas para a conservação da biodiversidade, para subsidiar estudos e relatórios de impacto ambiental e para subsidiar planos de conservação da biodiversidade. Neste contexto, este estudo teve como objetivos: a) caracterizar as assembleias de formigas que ocorrem em diferentes sítios da APP do reservatório da UHE Foz do Chapecó; b) avaliar a diversidade da mirmecofauna em locais com usos diferentes do solo e; c) avaliar a similaridade das assembleias de formigas nos sítios amostrados.

MATERIAL E MÉTODO

Área de estudo

O estudo foi conduzido durante o mês de janeiro de 2017, na área de APP do reservatório da UHE Foz do Chapecó, entre os estados de Santa Catarina e Rio Grande do Sul. O bioma da região é Mata Atlântica (Floresta Ombrófila Mista) e o clima é do tipo mesotérmico subtropical úmido, sem estação seca definida, com distribuição regular da pluviosidade e com elevadas temperaturas na estação do verão (ALVARES et al., 2014).

O reservatório foi formado em 2010, com uma área de 79,2 km² entre os municípios de Águas de Chapecó, Caxambú do Sul, Chapecó, Guatambu, Itá e Paial em Santa Catarina e Alpestre, Erval Grande, Faxinalzinho, Itatiba do Sul, Nonoai e Rio dos Índios, no Rio Grande do Sul (USINA HIDRELÉTRICA FOZ DO CHAPECÓ, 2015). A APP com 30 metros a partir do lago estava, no período das amostras, com seis anos de formação. Cinco sítios, com área de dois hectares cada um, foram amostrados, sendo três em Santa Catarina nos municípios de Águas de Chapecó, Caxambu do Sul e Guatambú e dois no Rio Grande do Sul, município de Rio dos Índios.

O sítio 1, localizado no município de Águas de Chapecó (ACH), SC, 27°14'51"S; 53°03'55"W, consiste no canteiro de obras da hidrelétrica. Foi aquele que sofreu o impacto mais acentuado durante a construção do empreendimento, com a vegetação totalmente removida e o solo com intensa compactação pelas máquinas. Após a conclusão das obras, o sítio foi isolado para recuperação. A vegetação, durante o período das amostras, era composta predominantemente por gramíneas e por arbustos esparsos, não superiores a três metros de altura.

O sítio 2, localizado no município de Caxambu do Sul (CXS), SC, 27°15'35"S; 52°42'40"W, era uma área de cultivo agrícola, que após a formação do lago, foi isolada para regeneração. A vegetação era composta por gramíneas e arbustos esparsos com até seis metros de altura, sem presença de serapilheira. Uma antiga estrada que dá acesso a veranistas até o lago passa pela área, tornando frequente a presença de resíduos sólidos.

O sítio 3, localizado no município de Guatambú (GUA), SC, 27°14'59"S; 52°41'06"W, encontra-se coberto por uma plantação de *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden com idade aproximada de 11 anos. A vegetação já estava presente na área demarcada como APP durante a formação do lago e não foi suprimida. A presença de um sub-bosque, composto por vegetação nativa, com uma altura de até seis metros é observada nesse sítio. A área é cortada por diversas trilhas de pescadores.

O sítio 4, situado no município de Rio dos Índios (RI1), RS, 27°17'38"S; 52°44'58"W, era uma área de antigas pastagens. Assim como o sítio 2, foi isolado para regeneração natural. Nele estavam árvores nativas, de grande porte, esparsas, que já existiam antes da formação do lago. Além desta vegetação, o ambiente se encontra coberto por pequenos arbustos.

O sítio 5, também situado em Rio dos Índios (RI2), RS, 27°20'41"S; 52°43'51"W, era um fragmento florestal que, após a formação do lago, inseria-se na área demarcada pela APP. Apresentava estágio mais avançado de regeneração em relação aos demais. Encontrava-se coberto por uma vegetação densa, com

aproximadamente 20 anos de idade. O solo é coberto por serapilheira profunda e contínua.

Amostragem

A amostragem foi conduzida no mês de janeiro de 2017 em um único evento amostral. Foram utilizadas armadilhas *pitfalls*, iscas de sardinha, iscas de glicose, guarda-chuva entomológico e coleta manual. Dez *pitfalls* e 20 iscas (dez de cada) foram distribuídas em transectos paralelos ao reservatório, equidistantes 20 metros entre si, sendo utilizado o mesmo número em cada sítio. As armadilhas *pitfall* consistiram em copos plásticos de 250 ml (10 cm de diâmetro por 12 cm de altura) enterrados com 150 ml de água e uma gota de detergente neutro para quebrar a tensão superficial da água. As iscas sardinha (~1 g) e glicose (~1 mL) foram dispostas em retângulos de papel de 20 x 30 cm, sobre o solo. Os *pitfalls* permaneceram no ambiente por 48 horas e as iscas por uma hora. O guarda-chuva entomológico consistiu em um retângulo de tecido com tamanho de 1 m², suportado por um sarrafo de madeira em forma de “X”, preso nos quatro cantos. Em cada sítio, o guarda-chuva foi utilizado sob arbustos (n = 10), escolhidos de forma aleatória, os quais foram sacudidos por dez vezes cada um. A amostra manual foi conduzida utilizando-se pinça e frasco com álcool (70%), nos quais os espécimes amostrados foram acondicionados. Ao todo, foi empregado um esforço amostral de uma hora manual em cada sítio, realizada sobre troncos (até 1,5 metros de altura), pedras e galhos.

Os espécimes amostrados foram acondicionados em frascos contendo álcool 70% e transportados para o Laboratório de Entomologia da Unochapecó para triagem e identificação.

Identificação e análise de dados

A identificação dos espécimes foi realizada através de chaves taxonômicas (FERNÁNDEZ, 2003; BACCARO et al., 2015). A classificação dos espécimes de formigas amostrados seguiu Bolton (2003).

A riqueza foi definida como o número de espécies de formigas que ocorreram em cada uma das amostras. A abundância foi definida com base na frequência relativa (número de registros de uma dada espécie em cada armadilha ou isca). A riqueza de cada assembleia foi comparada por meio de análises de rarefação baseadas no número de ocorrências. Essas análises foram obtidas utilizando-se o *software* EcoSim 7 (GOTELLI; ENTSMINGER, 2001).

As assembleias de formigas dos cinco sítios foram comparadas quanto à riqueza, abundância e ao índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e Equitabilidade (J'). Estimativas de riqueza (Chao 1) para cada sítio amostrado também foram obtidas. Estes parâmetros foram obtidos com o *software* estatístico Past (HAMMER; HARPER; RIAN, 2001). Foi feita uma ordenação NMDS (*Non-metric Multidimensional Scaling*) para testar se a abundância e a composição das assembleias de formigas diferem de um sítio para outro. A matriz dos dados foi previamente transformada em Log (x+1), foi utilizado Bray-Curtis como índice de associação e a análise foi realizada com o programa estatístico Primer 6.1.9. (CLARKE; GORLEY, 2005).

Aspectos legais

A realização do estudo foi autorizada pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio, “Autorização para atividades com finalidade científica” n° 50739-2 de 16/09/2016.

RESULTADOS

Cento e uma espécies pertencentes a 29 gêneros e oito subfamílias foram registradas. As subfamílias mais ricas foram Myrmicinae (S=49), Formicinae (S=19), Ponerinae (S=15), Dolichoderinae (S=7), Pseudomyrmicinae (S= 5), Ectatomminae (S= 3), Dorylinae (S=2) e Heteroponerinae (S=1). Os gêneros mais ricos foram *Pheidole* (S=21), *Camponotus* (S=13) e *Acromyrmex* (S=7). Apenas cinco espécies ocorreram em todos os sítios: *Camponotus alboannulatus* Mayr, 1887, *Camponotus mus* Roger, 1863, *Camponotus rufipes* (Fabricius, 1775), *Nylanderia fulva* (Mayr, 1862) e *Pachycondyla striata* F. Smith,

1858. A assembleia RI2 apresentou o maior número de espécies exclusivas (S=18), seguido da CXS (S=12), RI1, (S=11), GUA (S=8) e ACH (S=7) (Tabela 1). O sítio RI2 também apresentou a maior riqueza (S=44), seguido de CXS (S=39), RI1 (S=39), GUA (S= 32) e ACH (S= 26) (Figura 1).

TABELA 1: Frequência relativa das espécies de formigas por sítio de amostra na área de preservação permanente da Foz do Chapecó, nos municípios de Águas de Chapecó (ACH), Caxambu do Sul (CSX) e Guatambu (GUA) em Santa Catarina e no município do Rio dos Índios (RI1 e RI2) no Rio Grande do Sul. Janeiro de 2017.

TABLE 1: Relative frequency of ant species per sample site in the Permanent Preservation Area of Foz do Chapecó Hydroelectric. Municipalities of Águas de Chapecó (ACH), Caxambú do Sul (CXs) and Guatambú (GUA), Santa Catarina state and Rio dos Índios (RI1 and RI2) in Rio Grande do Sul state, January 2017.

Táxon	ACH	CXS	GUA	RI1	RI2
Subfamília Dolichoderinae					
Tribo Leptomyrmecini					
<i>Dorymyrmex brunneus</i> Forel, 1908		0,02			
<i>Dorymyrmex pyramicus</i> (Roger, 1863)	0,01				
<i>Linepithema angulatum</i> (Emery, 1894)			0,03		
<i>Linepithema inacatum</i> Bolton 1969			0,03		
<i>Linepithema humile</i> (Mayr, 1868)			0,01		
<i>Linepithema</i> sp. 1					0,01
<i>Linepithema</i> sp. 2					0,02
Subfamília Dorylinae					
<i>Labidus coecus</i> (Latreille, 1802)		0,01		0,02	
<i>Labidus praedator</i> (F. Smith, 1858)				0,03	
Subfamília Ectatomminae					
Tribo Ectatommini					
<i>Gnamptogenys striatula</i> Mayr, 1884				0,03	0,02
<i>Gnamptogenys</i> sp. 1			0,01		
<i>Gnamptogenys</i> sp. 2				0,01	
Subfamília Formicinae					
Tribo Camponotini					
<i>Camponotus alboannulatus</i> Mayr, 1887	0,02	0,02	0,01	0,01	0,02
<i>Camponotus blandus</i> (F. Smith, 1858)		0,01			
<i>Camponotus cameranoi</i> Emery, 1894	0,01	0,01	0,01		
<i>Camponotus crassus</i> Mayr, 1862		0,02			
<i>Camponotus lespesii</i> Forel, 1886				0,02	0,01
<i>Camponotus melanoticus</i> Emery, 1894	0,01				
<i>Camponotus mus</i> Roger, 1863	0,01	0,02	0,04	0,01	0,01
<i>Camponotus rufipes</i> (Fabricius, 1775)	0,06	0,09	0,01	0,09	0,01
<i>Camponotus sexguttatus</i> (Fabricius, 1793)		0,01	0,01		
<i>Camponotus</i> sp. 1	0,01				
<i>Camponotus</i> sp. 2					0,01
<i>Camponotus</i> sp. 3			0,01		0,01

Continuação...

TABELA 1: Continuação...

TABLE 1: Continued...

Táxon	ACH	CXS	GUA	RI1	RI2
<i>Camponotus</i> sp. 4					0,01
<i>Colobopsis personata</i> (Emery, 1894)				0,01	
Tribo Myrmelachistini					
<i>Brachymyrmex coactus</i> Mayr, 1887	0,01		0,01		
<i>Brachymyrmex cordemoyi</i> Forel, 1895	0,04				
Tribo Lasiini					
<i>Nylanderia fulva</i> (Mayr, 1862)	0,40	0,05	0,01	0,01	0,03
<i>Nylanderia</i> sp. 1		0,01			
<i>Nylanderia</i> sp. 2				0,02	0,01
Subfamília Heteroponerinae					
Tribo Heteroponerini					
<i>Heteroponera inermis</i> (Emery, 1894)			0,01		
Subfamília Myrmicinae					
Tribo Attini					
<i>Acromyrmex ambiguus</i> (Emery, 1888)	0,01	0,02	0,01		
<i>Acromyrmex aspersus</i> (F. Smith, 1858)	0,04	0,02	0,01		
<i>Acromyrmex disciger</i> (Mayr, 1887)	0,01				
<i>Acromyrmex lundii</i> (Guérin-Ménéville, 1838)		0,02			
<i>Acromyrmex subterraneus</i> (Forel, 1893)		0,01			
<i>Acromyrmex</i> sp. 1				0,01	0,01
<i>Acromyrmex</i> sp. 2					0,01
<i>Apterostigma pilosum</i> Mayr, 1865				0,03	
<i>Cephalotes pusillus</i> (Klug, 1824)		0,01	0,01	0,03	0,03
<i>Cephalotes</i> sp.					0,01
<i>Cyphomyrmex rimosus</i> (Spinola, 1853)			0,01		
<i>Cyphomyrmex strigatus</i> Mayr, 1887				0,01	0,01
<i>Cyphomyrmex</i> sp.	0,01				
<i>Pheidole aberrans</i> Mayr, 1868	0,02	0,06	0,03		0,01
<i>Pheidole dyctiota</i> Kempf, 1972	0,05	0,06	0,11		
<i>Pheidole laevifrons</i> Mayr, 1887	0,07	0,05	0,03		
<i>Pheidole lignicola</i> Mayr, 1887					0,03
<i>Pheidole megacephala</i> (Fabricius, 1793)		0,03	0,23	0,02	0,03
<i>Pheidole pubiventris</i> Mayr, 1887		0,02	0,01		
<i>Pheidole punctatissima</i> Mayr, 1870				0,14	0,09
<i>Pheidole risii</i> Forel, 1892		0,02	0,01		
<i>Pheidole tristis</i> (F. Smith, 1858)					0,02
<i>Pheidole</i> sp. 1		0,07	0,03	0,01	0,01
<i>Pheidole</i> sp. 2			0,01		

Continuação...

TABELA 1: Continuação...

TABLE 1: Continued...

Táxon	ACH	CXS	GUA	RI1	RI2
<i>Pheidole</i> sp. 3		0,05		0,01	
<i>Pheidole</i> sp. 4		0,01			
<i>Pheidole</i> sp. 5		0,01			
<i>Pheidole</i> sp. 6	0,04				
<i>Pheidole</i> sp. 7				0,02	
<i>Pheidole</i> sp. 8				0,04	0,06
<i>Pheidole</i> sp. 9				0,01	
<i>Pheidole</i> sp. 10				0,01	0,02
<i>Pheidole</i> sp. 11					0,04
<i>Pheidole</i> sp. 12					0,07
<i>Procryptocerus adlerzi</i> (Mayr, 1887)				0,01	
<i>Strumigenys cultrigera</i> Mayr, 1887		0,01			
<i>Wasmannia auropunctata</i> (Roger, 1863)		0,01			0,02
<i>Wasmannia</i> sp.			0,01		
Tribo Crematogastrini					
<i>Crematogaster acuta</i> (Fabricius, 1804)	0,01	0,01	0,01		
<i>Crematogaster corticicola</i> Mayr, 1887	0,01	0,01		0,02	
<i>Crematogaster magnifica</i> Santschi, 1925					0,01
<i>Crematogaster</i> sp.	0,01	0,01	0,01	0,01	
Tribo Pogonomyrmecini					
<i>Patagonomyrmex angustus</i> Mayr, 1870				0,01	0,01
<i>Pogonomyrmex naegelii</i> Forel, 1878	0,04	0,01			
Tribo Solenopsidini					
<i>Diplorhoptrum strictum</i> (Emery, 1896)	0,01	0,01			
<i>Monomorium pharaonis</i> (Linnaeus, 1758)		0,01			
<i>Solenopsis saevissima</i> (F. Smith, 1855)	0,01	0,02		0,01	
<i>Solenopsis</i> sp. 1		0,01			
<i>Solenopsis</i> sp. 2				0,01	
Subfamília Ponerinae					
Tribo Ponerini					
<i>Dinoponera australis</i> Emery, 1901				0,01	0,03
<i>Hypoponera distinguenda</i> (Emery, 1890)					0,01
<i>Hypoponera opaciceps</i> (Mayr, 1887)				0,01	
<i>Hypoponera trigona</i> (Mayr, 1887)		0,01			
<i>Hypoponera</i> sp. 1					0,01
<i>Hypoponera</i> sp. 2					0,01
<i>Neoponera crenata</i> (Roger, 1858)				0,01	
<i>Neoponera vilosa</i> (Fabricius, 1804)				0,02	
<i>Pachycondyla striata</i> F. Smith, 1858	0,04	0,05	0,12	0,08	0,05

Continuação...

TABELA 1: Continuação...

TABLE 1: Continued...

Táxon	ACH	CXS	GUA	RI1	RI2
<i>Pachycondyla harpax</i> (Fabricius, 1804)				0,01	0,01
<i>Pachycondyla</i> sp. 1					0,01
<i>Pachycondyla</i> sp. 2					0,01
<i>Odontomachus affinis</i> Guérin-Méneville, 1844					0,01
<i>Odontomachus chelififer</i> (Latreille, 1802)			0,04	0,08	0,08
<i>Odontomachus</i> sp.					0,01
Subfamília Pseudomyrmecinae					
Tribo Pseudomyrmecini					
<i>Pseudomyrmex flavidulus</i> (F. Smith, 1858)	0,01		0,01		0,01
<i>Pseudomyrmex gracilis</i> (Fabricius, 1804)		0,07	0,03		
<i>Pseudomyrmex phyllophilus</i> (F. Smith, 1858)				0,01	0,01
<i>Pseudomyrmex termitarius</i> (F. Smith, 1855)				0,02	
<i>Pseudomyrmex</i> sp.				0,03	0,03
Riqueza	26	39	32	39	44

A equitabilidade observada nas assembleias amostradas nos sítios CXS e RI2 foram as maiores em relação às demais. A assembleia amostrada no sítio ACH apresentou a menor equitabilidade. A diversidade (H') foi menor na assembleia ACH e maior na RI2, sendo verificada uma diferença de 39,8% entre as duas. A maior diferença entre a riqueza estimada (Chao 1) e a riqueza observada foi verificada na assembleia mostrada no sítio ACH (134,6%), seguida por RI2 (105,5%), GUA (93,7%), RI1 (53,8%) e CXS (39,9%) (Tabela 2).

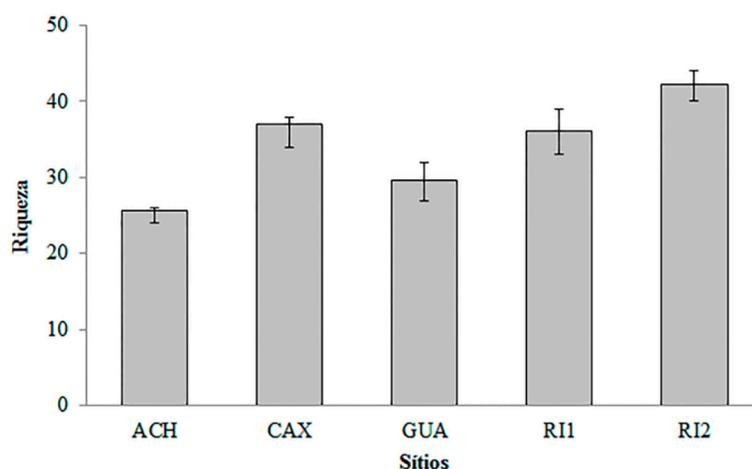


FIGURA 1: Rarefação baseada no número de ocorrências comparando a riqueza de formigas amostrada em cinco sítios de coleta na área de preservação permanente Foz do Chapecó, nos municípios de Águas de Chapecó (ACH), Caxambu do Sul (CSX) e Guatambu (GUA) em Santa Catarina e no município do Rio dos Índios (RI1 e RI2) no Rio Grande do Sul. Janeiro de 2017. As barras verticais indicam o intervalo de 95% de confiança.

FIGURE 1: Rarefaction based on the number of ant occurrences comparing the richness sampled in five sites in the permanent preservation area of Foz do Chapecó hydroelectric. Municipalities of Águas de Chapecó (ACH), Caxambú do Sul (CXS) and Guatambú (GUA), in Santa Catarina state and Rio dos Índios (RI1 and RI2) in Rio Grande do Sul state, January 2017. The vertical bars indicate the 95% confidence interval.

TABELA 2: Riqueza amostrada e estimada (Chao 1), abundância, índice de diversidade de Shannon-Weaver (H') e Equitabilidade (J') para as assembleias de formigas amostradas nos cinco sítios na área de preservação permanente Foz do Chapecó, nos municípios de Águas de Chapecó (ACH), Caxambu do Sul (CSX) e Guatambu (GUA) em Santa Catarina e no município do Rio dos Índios (RI1 e RI2) no Rio Grande do Sul. Janeiro de 2017.

TABLE 2: Sampling and estimated richness (Chao 1), abundance, Shannon-Weaver diversity index (H') and Evenness (J') for ant assemblages sampled in five sites in the Permanent Preservation Area of Foz do Chapecó Hydroelectric. Municipalities of Águas de Chapecó (ACH), Caxambu do Sul (CXS) and Guatambu (GUA), in Santa Catarina state and Rio dos Índios (RI1 and RI2) in Rio Grande do Sul state, January 2017.

	ACH	CXS	GUA	RI1	RI2
Riqueza	26	39	32	39	44
Abundância	81	88	73	91	95
Shannon-Weaver (H')	2,49	3,41	2,93	3,30	3,48
Equitabilidade (J')	0,76	0,93	0,84	0,90	0,92
Chao1	61	55	62	62	90

Observou-se similaridade de 50% entre as assembleias de formigas dos sítios RI1 e RI2 e entre GUA e CXS quanto à abundância e à composição nas amostras. A assembleia ACH diferiu das demais neste parâmetro (Figura 2).

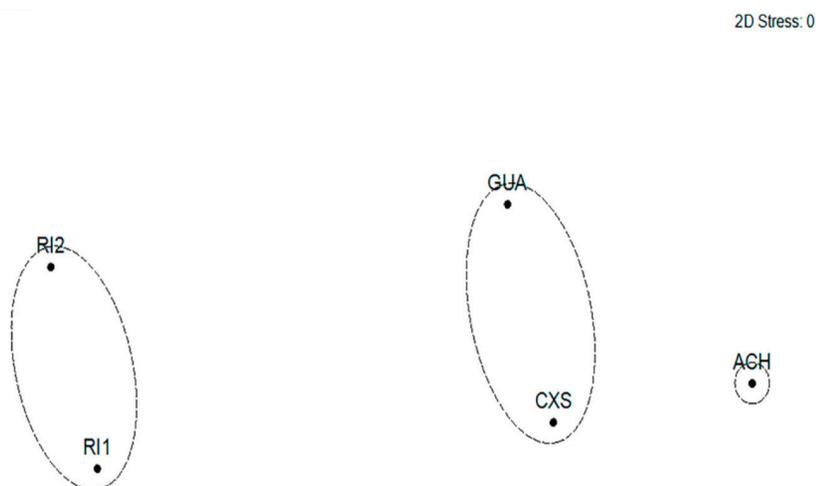


FIGURA 2: Análise de ordenação (NMDS) para a composição e abundância das assembleias de formigas amostradas em cinco sítios de coleta na área de preservação permanente Foz do Chapecó, nos municípios de Águas de Chapecó (ACH), Caxambu do Sul (CSX) e Guatambu (GUA) em Santa Catarina e no município do Rio dos Índios (RI1 e RI2) no Rio Grande do Sul. Janeiro de 2017. Os balões indicam 50% de similaridade.

FIGURE 2: Ordering analysis (NMDS) for sampled ant assemblages composition and abundance at five sites in the permanent preservation area of Foz do Chapecó dam, in the municipalities of Águas de Chapecó (ACH), Caxambu do Sul (CSX) and Guatambu (GUA) in Santa Catarina state and Rio dos Índios (RI1 and RI2) municipality in Rio Grande do Sul state, January 2017. The balloons indicate 50% similarity.

DISCUSSÃO

A riqueza amostrada nos sítios catarinenses ($S = 58$) representa 28,1% da mirmecofauna já descrita para a região oeste do estado (ULYSSEÁ et al., 2011). Já a riqueza amostrada nos sítios gaúchos ($S = 61$) representa 56,5% da mirmecofauna registrada em ambientes da região noroeste do estado do Rio Grande do Sul (CANTARELLI et al., 2015). De acordo com o esperado, os sítios com histórico de regeneração mais avançado (RI2) e com vegetação nativa (CXS, RI1 e RI2) apresentaram maior riqueza, abundância, diversidade (H') e equitabilidade (J') em relação ao sítio que sofreu o maior impacto (ACH) e ao sítio coberto por reflorestamento de eucalipto (GUA). Apesar de a maior diferença (134,6%) entre a riqueza amostrada e a estimada (Chao 1) ter sido observada no sítio mais impactado (ACH), a estimativa foi semelhante à obtida para os demais sítios, com exceção do sítio RI2 ($S_{est} = 90$).

A subfamília Myrmecinae é a mais rica no Bioma Mata Atlântica, tanto em número de gêneros quanto de espécies (ULYSSEÁ et al., 2011; BACCARO et al., 2015) e isso explica a maior riqueza destas formigas neste estudo. Além da diversidade, os hábitos alimentares diversificados caracterizam este grupo (HÖLLDOBLER; WILSON, 1990) o que explica a tolerância desta fauna aos sítios avaliados. As subfamílias Formicinae e Ponerinae também se destacam pela riqueza e abundância nos estudos realizados no sul do Brasil (ULYSSEÁ et al., 2011; LUTINSKI et al., 2014; CANTARELLI et al., 2015). Juntamente com Myrmecinae, foram as subfamílias mais ricas, destacando o papel ecológico destes insetos, ocupando diferentes nichos e participando dos diferentes níveis da cadeia trófica.

As espécies de *Dorymyrmex* ($S = 2$) registradas nos sítios ACH e CSX e de *Linepithema* ($S = 5$) nos sítios GUA e RI2, são características de ambientes antropizados, apresentam ocorrências frequentes nos mais diversos ambientes do sul do Brasil (ULYSSEÁ et al., 2011), se caracterizam pela dominância e são comumente encontradas em ambientes perturbados ecologicamente (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003; LUTINSKI et al., 2014). A riqueza destes gêneros pode ser explicada pelo estado de recuperação em que os sítios se encontram. Embora algumas espécies como *Dorymyrmex brunneus* e *Linepithema humile* tolerem ambientes antropizados, outras podem ser encontradas em ambientes em estágios mais avançados de conservação como o sítio RI2.

O gênero *Pheidole* apresentou a maior riqueza ($S = 21$) e, juntamente com os gêneros *Crematogaster* ($S = 4$), *Solenopsis* ($S = 3$) e *Wasmannia* ($S = 2$), compõe uma guilda descrita como epígeas, onívoras e dominantes (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003). A diversidade destes gêneros no Brasil (BACCARO et al., 2015) explica a frequência nas amostras deste estudo. Estes gêneros nidificam no solo, formam colônias grandes e apresentam comportamento generalista e agressivo. Estas características podem estar favorecendo a colonização da APP por estas formigas, já que podem estar tendo maior facilidade para encontrar e dominar as fontes de alimento disponíveis. São formigas frequentemente encontradas em ambientes antropizados (LUTINSKI; GARCIA, 2005; LUTINSKI et al., 2014, GARCIA et al., 2017) e a riqueza amostrada caracteriza o estágio inicial de regeneração em que quatro dos sítios se encontram. A onivoria e o hábito generalista também caracterizam as formigas *Brachymyrmex* ($S = 2$) e *Nylanderia* ($S = 4$) (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003). O recrutamento massivo e o tamanho diminuto dos espécimes destas espécies (BACCARO et al., 2015) favorecem o domínio pelas fontes de alimento e podem explicar a ocorrência nos sítios amostrados.

O gênero *Camponotus* ($S = 13$) apresentou a segunda maior riqueza. Formigas deste gênero podem ser observadas forrageando desde o solo até a copa das árvores (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003) e isso pode explicar a diversidade deste gênero nos sítios. Formigas *Camponotus* são comuns em ambientes antropizados (LUTINSKI et al., 2014), no entanto, a riqueza observada neste estudo pode estar associada com a diversidade de vegetação e de nichos disponíveis para forrageamento e nidificação (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003; LUTINSKI; GARCIA, 2005). Espécies como *Camponotus mus* e *Camponotus rufipes* são frequentemente encontradas em áreas abertas, incluindo ambientes urbanos do sul do Brasil. Esta tolerância pode explicar os registros destas espécies nos sítios da APP. Contudo, a ocorrência de espécies menos tolerantes, confirma que os ambientes da APP não são uniformes e que a recuperação ambiental está associada ao histórico de uso do solo.

Os gêneros *Acromyrmex* ($S = 7$), *Apterostigma* ($S = 1$) e *Cyphomyrmex* ($S = 3$) estão associados à massa vegetal, verde ou morta, sobre a qual cultivam fungos e obtêm alimento. Formigas destes gêneros

são frequentes e abundantes nas amostras realizadas na região sul do Brasil (LUTINSKI et al., 2008; 2014; ULYSSÉA et al., 2011; CANTARELLI et al., 2015). Neste contexto, a ocorrência destas formigas nos sítios permite inferir que, após seis anos de regeneração, a APP já fornece condições como serapilheira para abrigar esta fauna. Tais formigas exercem importante papel na manutenção do solo cujas galerias dos seus ninhos contribuem para a aeração e infiltração da água enquanto que seus excrementos o enriquecem (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003). Assim, estas espécies de formigas podem estar contribuindo positivamente para a mineralização de nutrientes no solo e para acelerar o processo de recuperação ambiental da APP. A ausência de espécies do gênero *Acromyrmex* nas amostras dos sítios RI1 e RI2 pode ter sido ao acaso, já que ocorrem na região do estudo (CANTARELLI et al., 2015).

Os gêneros *Dinoponera* (S = 1), *Gnamptogenys* (S = 3), *Heteroponera* (S = 5), *Hypoconerops* (S = 1), *Labidus* (S = 2), *Neoponera* (S = 2), *Pachycondyla* (S = 4), *Odontomachus* (S = 3) e *Strumigenys* (S = 1) têm em comum o hábito predador (BACCARO et al., 2015). A riqueza destes gêneros nas amostras destaca o processo de regeneração em que os sítios se encontram, materializado na formação de serapilheira na qual estas formigas constroem seus ninhos e forrageiam (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003). A ocorrência destas formigas predominantemente no sítio RI2 corrobora esta associação. Formigas *Cephalotes* (S = 20), *Procrystocerus* (S = 1) e *Pseudomyrmex* (S = 5) se destacam pelo hábito arbóreo e pela associação com a vegetação (BACCARO et al., 2015). A riqueza destes táxons no estudo caracteriza a regeneração da vegetação e a oferta de uma variedade de nichos para a nidificação e para o forrageio. As formigas *Pogonomyrmex* (S = 2) são coletoras de sementes (SILVESTRE; BRANDÃO; SILVA, 2003) e frequentemente encontradas em ambientes abertos no Sul do Brasil (LUTINSKI et al., 2014), contribuindo assim para a regeneração da APP ao dispersarem sementes.

O estimador Chao 1 apontou que a riqueza de formigas dos cinco sítios pode ser, em média, 86,7% maior do que a riqueza observada. Considerando o efeito que unicatas e duplicatas de ocorrências nas amostras exercem sobre este estimador (CHAO et al., 2009) e o esforço amostral empreendido no estudo, pode-se inferir que as estimativas foram coerentes.

Os resultados da análise de rarefação apontaram diferenças entre os sítios quanto à riqueza de formigas. A amostra realizada no sítio ocupado pelo fragmento florestal (RI2), com maior tempo de conservação resultou na maior riqueza. Os sítios com histórico de agricultura (CXS) e de pastagem (RI1) apresentaram riqueza intermediária. Já, o sítio ocupado pela plantação de eucalipto (GUA) e o integralizado a partir do canteiro de obras da hidrelétrica (ACH) apresentaram as menores riquezas. Este resultado corrobora o estudo realizado por Lutinski et al. (2008) sobre a importância de fragmentos florestais para a conservação da mirmecofauna. O maior número de espécies exclusivas na assembleia RI2 pode ter contribuído para que esta fosse a assembleia mais rica dentre as demais. A maior exclusividade de espécies pode ser explicada pelo mais avançado estágio de recuperação deste sítio e pelos recursos como alimento e locais para nidificação oferecidos às formigas. A serapilheira contínua e espessa e a vegetação densa também podem estar garantindo um maior equilíbrio microclimático, sobretudo com a temperatura e a umidade favorecendo as atividades das formigas.

O índice de diversidade (H') foi 39,7% maior no sítio RI2 (com maior diversidade) em relação ao sítio ACH (com menor diversidade). Os valores encontrados são semelhantes aos de Lutinski et al. (2008) em três diferentes sítios da Floresta Nacional de Chapecó, indicando que a recolonização da APP pela mirmecofauna vem ocorrendo de forma rápida, considerando o período de apenas seis anos deste a demarcação. De acordo com Peralta e Martínez (2013), o índice de equitabilidade varia entre zero e um e o resultado acima de 0,5 indica uniformidade na distribuição das espécies, o que foi observado para as assembleias dos cinco sítios. Assim como foi observado neste estudo, a presença de muitas espécies com baixo número de ocorrências (uma ou duas) nas amostras é um padrão bem documentado para ambientes da região neotropical (CHACÓN DE ULLOA; ABADÍA, 2014).

A barreira natural de aproximadamente 600 metros entre uma margem e outra do lago pode explicar a diferença entre a composição das assembleias de formigas RI1 e RI2 em relação às assembleias GUA e CSX. Já o estado inicial de regeneração do sítio ACH pode explicar a diferença desta em relação às demais.

O plano amostral deste estudo previu o uso de um conjunto de métodos complementares entre si para avaliar diferentes estratos e foi realizado em uma estação (verão) reconhecida pela maior atividade das formigas, por isso pode ser considerado que foi adequado. Amostras subsequentes poderão aproximar

a lista de espécies observadas com as estimativas obtidas.

CONCLUSÕES

As assembleias de formigas que ocorrem em diferentes sítios da APP diferem entre si quanto à composição, riqueza, abundância, diversidade e equitabilidade. Maiores índices foram obtidos nos sítios com histórico mais antigo de conservação. Sítios que passaram por um processo mais intenso de antropização ou que se encontram ocupados por plantação de eucalipto, após seis anos de isolamento, apresentam indicadores ecológicos menores quando comparados com sítios que eram ocupados por agricultura ou pecuária.

Os resultados corroboram o potencial de utilização das formigas como bioindicadores do processo de regeneração de APP. As espécies que apresentaram valores significativos de indicação são conhecidas por ocorrerem em ambientes antropizados, o que está de acordo com o estágio de regeneração dos sítios amostrados. Amostragens nos próximos anos poderão indicar mudanças neste perfil.

AGRADECIMENTOS

Ao consórcio Foz do Chapecó pela permissão para a amostragem na APP. Ao CNPq pela bolsa de produtividade em pesquisa de FRMG. À Universidade Comunitária da Região de Chapecó pela bolsa de estudo do Mestrado em Ciências da Saúde.

REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A. et al. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, jan. 2014.
- ANDERSEN, A. N.; MAJER, J. D. Ants show the way down under: invertebrates as bioindicators in land management. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Washington, v. 2, n. 6, p. 291-298, ago. 2004.
- AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA (Brasil). **BIG – Banco de Informações de Geração**. Brasília: ANEEL, 2016. Disponível em: <<http://www2.aneel.gov.br/aplicacoes/capacidadebrasil/capacidadebrasil.cfm>>. Acesso em: 18 dez. 2016.
- BACCARO, F. B. et al. **Guia para gêneros de formigas no Brasil**. 1. ed. Manaus: INPA, 2015. 388 p.
- BARBOSA FILHO, W. P. Impactos ambientais em usinas eólicas. **Anais Agrener GD**, Belo Horizonte, v. 1, p. 1-17, 2013.
- BHARTI, H.; BHARTI, M.; PFEIFER, M. Ants as bioindicators of ecosystem health in Shivalik Mountains of Himalayas: assessment of species diversity and invasive species. **Asian myrmecology**, Tóquio, v. 8, p. 65-79, dez. 2016.
- BOLTON, B. **Synopsis and classification of Formicidae**. Gainesville: The American Entomological Institute, 2003. 370 p.
- BOLTON, B. et al. **Bolton's Catalogue of Ants of the World 1758-2005**. Cambridge: Harvard University Press, 2006. CD-ROM.
- BRASIL. **Lei nº 12.651 de 25 de maio de 2012**. Código Florestal. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/112651.htm>. Acesso em: 20 set. 2017.
- CAMPAGNOLO, K. et al. Área de preservação permanente de um rio e análise da legislação de proteção da vegetação nativa. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 27, n. 3, p. 831-842, set. 2017.
- CANTARELLI, E. B. et al. Diversidade de formigas (*Hymenoptera: Formicidae*) da serrapilheira em diferentes sistemas de uso do solo. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 25, n. 3, p. 607-616, set. 2015.
- CHAO, A. et al. Sufficient sampling for asymptotic minimum species richness estimators. **Ecological Society of America**, Washington, v. 90, n. 4, p. 1125-1133, abr. 2009.
- CHACÓN DE ULLOA, P.; ABADÍA, J. C. Dos décadas de estudio de la diversidad de hormigas en Colombia. **Revista de la Academia Colombiana de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales**, Bogotá, v. 38, n. 148, p. 250-260, set. 2014.
- CLARKE, K. R.; GORLEY, R. N. **Primer: getting started with v6**. Plymouth routines in multivariate ecological research. [S.l.: s.n.], 2005.

- FERNÁNDEZ, F. **Introducción a las hormigas de la región neotropical**. Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. 433 p.
- FREIRE, C. B. et al. Riqueza de formigas em áreas preservadas e em regeneração de caatinga arbustiva no sudoeste da Bahia, Brasil. **Revista brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 10, n. 1, p. 131-134, mar. 2012.
- GALINDO-LEAL, C.; CÂMARA, I. G. **The Atlantic Forest of South America**: biodiversity status, threats, and outlook. Washington: Island Press, 2003. 488 p.
- GARCIA, F. R. M. et al. Biological Control of Fruit Flies of the Genus *Anastrepha* (Diptera: tephritidae): current status and perspectives. In: DAVENPORT, L. (Org.). **Biological control**: methods, applications and challenges. Hauppauge: Nova Science Publishers, 2017. p. 29-71.
- GARDNER, T. A. **Monitoring forest biodiversity**: improving conservation through ecologically-responsible management. London: Earth Scan, 2010. 360 p.
- GOTELLI, N. J.; ENTSMINGER, G. L. **EcoSim**: Null models software for ecology. Versão 7.0. [S.l.]: Acquired Intelligence; Kesity-Bear, 2001. Disponível em: <<http://garyentsminger.com/ecosim/>>. Acesso em: 18 set. 17.
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T.; RIAN, P. D. **Past**: palaeontological statistics software package for education and data analysis. Versão. 1.37. 2001. Disponível em: <http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/past.pdf>. Acesso em: 19 set. 17.
- HÖLLDOBLER, B.; WILSON, E. O. **The ants**. Cambridge: Harvard University Press, 1990. 746 p.
- KLIEMANN, B. C. K.; DELARIVA, R. L. Pequenas centrais hidrelétricas: cenários e perspectivas no estado do Paraná. **Ciência e Natura**, Santa Maria, v. 37, n. 3, p. 274-283, ago. 2015.
- KWON, T. S.; LEE, C. M.; SUNG, J. H. Diversity decrease of ant (*Formicidae*, *Hymenoptera*) after a forest disturbance: different responses among functional guilds. **Zoological Studies**, Taiwan, v. 3, n. 53, p. 37-47, jul. 2014.
- LUTINSKI, J. A. et al. Ant assemblage (*Hymenoptera: Formicidae*) in three wind farms in the State of Paraná, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, São Carlos, v. 1, n. 77, p. 176-184, jul. 2016.
- LUTINSKI, J. A. et al. Diversidade de formigas na Floresta Nacional de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 7, p. 1810-1816, out. 2008.
- LUTINSKI, J. A. et al. Estrutura da comunidade de formigas (*Hymenoptera: Formicidae*) em quatro ambientes com diferentes níveis de perturbação antrópica. **Ecología Austral**, Córdoba, v. 24, n. 2, p. 229-237, ago. 2014.
- LUTINSKI, J. A.; GARCIA, F. R. M. Análise faunística de Formicidae (*Hymenoptera: Apocrita*) em ecossistema degradado no município de Chapecó, Santa Catarina. **Biotemas**, Florianópolis, v. 18, n. 2, p. 73-86, jun. 2005.
- PERALTA, L.; MARTÍNEZ, P. A. Ensembles de ácaros oribátidos en hormigueros de *Acromyrmex* spp. (*Hymenoptera, Formicidae*). **Ecología austral**, Córdoba v. 23, n. 3, p. 209-217, dez. 2013.
- PETTERS, M. K. et al. Deforestation and the population decline of the army ant *Dorylus wilverthi* in western Kenya over the last century. **Journal of Applied Ecology**, Londres, v. 48, n. 3, p. 697-705, may 2011.
- PHILPOTT S. et al. Ant diversity and function in disturbed and changing habitats. In: LACH, L.; PARR, C.; ABBOTT, K. **Ant ecology**. Oxford: Oxford University Press, 2010. p. 137-156.
- RAPPORT, D. J.; COSTANZA, R.; MCMICHAEL, A. J. Assessing ecosystem health. Trends in Ecology and Evolution, **School of Biological Sciences**, Birmingham, v. 13, n. 2, p. 397-402, out. 1998.
- RIBAS, C. R. et al. Ants as indicators in Brazil: A review with suggestions to improve the use of ants in environmental monitoring programs. **Psyche**, São Paulo, v. 2012, n. 636749, p. 1-23, 2012a.
- RIBAS, C. R. et al. Ants as indicators of the success of rehabilitation efforts in deposits of gold mining tailings. **Restoration Ecology**, Washington, v. 20, n. 6, p. 712-720, nov. 2012b.
- SAAD, L. P. et al. Vinasse and its influence on ant (*Hymenoptera: Formicidae*) communities in sugarcane crops. **Journal Insect Science**, Oxford, v. 17, n. 1, p. 1-7, jan. 2017.
- SILVESTRE, R.; BRANDÃO, C. R. F.; SILVA, R. R. Grupos funcionales de hormigas: el caso de los gremios del Cerrado. In: FERNÁNDEZ, F. (Ed.). **Introducción a las hormigas de la región Neotropical**.

- Bogotá: Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt, 2003. p. 113-148.
- TAUSAN, I. et al. Succession in ant communities (*Hymenoptera: Formicidae*) in deciduous forest clear-cuts – an Eastern European case study. **European Journal of Entomology**, Ceske Budejovice, v. 114, p. 92-100, feb. 2017.
- TUNDISI, J. G.; TUNDISI, T. M. Impactos potenciais das alterações do Código Florestal nos recursos hídricos. **Biota Neotropica**, São Paulo, v. 10, n. 4, p. 67-76, out. 2010.
- ULYSHEN, M. D. Arthropod vertical stratification in temperate deciduous forests: Implications for conservation-oriented management. **Forest Ecology and Management**, Nederland, v. 261, n. 9, p. 1479-1489, feb. 2011.
- ULYSSÉA, M. A. et al. Updated list of ant species (*Hymenoptera, Formicidae*) recorded in Santa Catarina State, southern Brazil, with a discussion of research advances and priorities. **Revista Brasileira de Entomologia**, Curitiba, v. 55, n. 4, p. 603-611, dez. 2011.
- USINA HIDRELÉTRICA FOZ DO CHAPECÓ. **Informações online sobre o consórcio da Hidrelétrica Foz do Chapecó**. Florianópolis: Consórcio Foz do Chapecó, 2015. Disponível em: <<http://www.fozdochapeco.com.br>>. Acesso em: 18 set. 2017.
- ZANELLA, L. et al. Atlantic Forest fragmentation analysis and landscape restoration management scenarios. **Natureza & Conservação**, Curitiba, v. 10, n. 1, p. 57-63, jul. 2012.