

**UNIVERSIDADE DO EXTREMO SUL CATARINENSE – UNESC**

**CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHARELADO**

**LETÍCIA COSTA VIANA**

**MIRMECOFAUNA EPIGÉICA DE ÁREAS DE MATA CILIAR EM PERÍODOS  
DISTINTOS DE RESTAURAÇÃO NO EXTREMO SUL CATARINENSE**

**CRICIÚMA**

**2018**

**LETÍCIA COSTA VIANA**

**MIRMECOFAUNA EPIGÉICA DE ÁREAS DE MATA CILIAR EM PERÍODOS  
DISTINTOS DE RESTAURAÇÃO NO EXTREMO SUL CATARINENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado para obtenção do grau de Bacharel no curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Birgit Harter-Marques

**CRICIÚMA**

**2018**

**LETÍCIA COSTA VIANA**

**MIRMECOFAUNA EPIGÉICA DE ÁREAS DE MATA CILIAR EM PERÍODOS  
DISTINTOS DE RESTAURAÇÃO NO EXTREMO SUL CATARINENSE**

Trabalho de Conclusão de Curso aprovado pela Banca Examinadora para obtenção do Grau de Bacharel, no Curso de Ciências Biológicas da Universidade do Extremo Sul Catarinense, UNESC, com Linha de Pesquisa em Ecologia de Invertebrados.

Criciúma, 22 de novembro de 2018.

**BANCA EXAMINADORA**

Prof<sup>a</sup>. Birgit Harter-Marques – Doutora – (UNESC) – Orientadora

João Luis Osório Rosado – Doutor – (FAMA)

Prof. Jader Lima Pereira – Mestre – (UNESC)

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Mariléia e Milk, por tudo.

Aos meus familiares, pelo incentivo e apoio em todos os momentos.

À minha orientadora e professora, Dr<sup>a</sup>. Birgit Harter-Marques, pelos ensinamentos e pela oportunidade de realizar este trabalho, que me fez descobrir o quão fantásticas são as formigas.

Ao Filipe Patel, pela paciência e disponibilidade em me auxiliar nas identificações.

Ao Sr. Pedro Marques, pelas caronas e assistências nas saídas a campo.

À Alice Daminelli, Bianca Guimarães, Letícia Silva, Thuany Machado, Natália Brunelli e Iara Zanoni pela amizade ao longo da vida universitária. Em especial, à Letícia, por me ajudar na triagem dos materiais, e à Thuany, pela ajuda na triagem e nas coletas em campo.

Aos colegas do LIAP, pelas conversas e aprendizados compartilhados.

Aos membros da banca avaliadora, Dr. João Luis Osório Rosado e Prof. MSc. Jader Lima Pereira, por aceitarem o convite.

A todos que, de alguma forma, contribuíram para o desenvolvimento deste trabalho.

**“A formiga é pequena, mas elas são um exército quando juntas.”**

**Raul Seixas**

## RESUMO

O uso de formigas como bioindicadoras vem crescendo em trabalhos de monitoramento de áreas degradadas, por serem sensíveis a mudanças ambientais e fáceis de serem amostradas. Desta forma, o presente estudo tem como objetivo analisar a composição da fauna de formigas, em nível de gênero, em duas áreas de mata ciliar que passaram por períodos distintos de restauração no extremo sul catarinense, após terem sido utilizadas para pastagem. As áreas estão localizadas em propriedades rurais na localidade de Rio Cedro Médio, município de Nova Veneza. Na área 1 (A1), o plantio de mudas ocorreu em 2010, e a área 2 (A2) foi revegetada em 1999. As duas apresentam predomínio de hábito arbóreo, dispersão zoocórica e estão em estágio de sucessão secundária inicial. Para o processo de amostragem, foram utilizadas, em cada área, 10 armadilhas do tipo *pitfall*, que ficaram expostas no campo por 72 horas consecutivas por mês durante os três meses do verão de 2018. Foram amostrados 16 gêneros, pertencentes a cinco subfamílias (Myrmicinae, Formicinae, Ponerinae, Ectatominae e Pseudomyrmecinae) e agrupados em seis grupos funcionais (Especialistas de Clima Tropical, Espécies Crípticas, Oportunistas, Generalistas Myrmicinae, Predadoras Especialistas e Subordinadas Camponotini). A A1 obteve 14 gêneros, sendo *Camponotus* e *Pseudomyrmex* exclusivos nela. Na A2 foram observados 15 gêneros, sendo *Wasmannia* exclusivo nela. Os gêneros *Paratrechina*, *Pheidole* e *Pachycondyla* foram frequentes nas duas áreas de estudo. A subfamília mais rica foi Myrmicinae, totalizando sete gêneros. O grupo das Especialistas de Clima Tropical apresentou o maior número de gêneros (seis). Na A1 foram identificados cinco grupos; na A2, todos os seis grupos foram observados, sendo Subordinadas Camponotini exclusivo nela. Não houve diferença significativa na riqueza dos gêneros entre as duas áreas, possivelmente pelo solo e tipo de vegetação serem semelhantes. A maior expressividade do grupo de Especialistas de Clima Tropical pode ser explicada por possuírem organismos que tendem a ser encontrados em regiões não perturbadas. A presença de tais gêneros, como *Acromyrmex*, *Megalomyrmex* e *Gnamptogenys*, com diversos hábitos alimentares, pode indicar a existência de vários nichos ecológicos nas áreas. O grupo das Espécies Crípticas foi o segundo com maior riqueza de gêneros, que estão geralmente ausentes em áreas perturbadas, já que são mais especializados. Deste grupo, foram coletados no presente estudo *Brachymyrmex* e *Strumigenys*, por exemplo. O grupo das Oportunistas foi o terceiro mais rico no estudo e são características de locais que estejam sofrendo algum estresse ou perturbação ambiental, representadas, por exemplo, por *Nylanderia* e *Odontomachus* nas áreas do estudo. Desta forma, pode-se concluir que as áreas estão em estágio intermediário de restauração, dada a presença de indivíduos amostrados característicos tanto de ambientes mais preservados como de habitats antropogênicos.

**Palavras-chave:** Formigas. Áreas degradadas. Bioindicadores.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Mapa do Brasil, ressaltando o estado de Santa Catarina e o município de Nova Veneza, com destaque para as duas áreas de estudo que passaram por processos de restauração ambiental.....	17
Figura 2 – Vista frontal da área de estudo A1, localizada no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense .....	19
Figura 3 – Vista parcial do interior da área de estudo A1, localizada no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense .....	19
Figura 4 – Vista frontal da área de estudo A2, localizada no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense .....	20
Figura 5 – Vista parcial do interior da área de estudo A2, localizada no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense .....	20
Figura 6 – Armadilha de queda do tipo <i>pitfall</i> instalada nas áreas de estudo .....	21
Figura 7 – Número de gêneros por subfamília de formigas registradas nas duas áreas de estudo, localizadas no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense .....	24
Figura 8 – Número de gêneros por grupo funcional de formigas registradas em cada área de estudo .....	25
Figura 9 – Curva de rarefação com indicadores do número de gêneros amostrados e esperados pelo número de <i>pitfalls</i> na A1 .....	26
Figura 10 – Curva de rarefação com indicadores do número de gêneros amostrados e esperados pelo número de <i>pitfalls</i> na A2 .....	26

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Taxa amostrados por cada área de estudo, com os gêneros mais frequentes (f) apresentados a partir de suas frequências relativas e os correspondentes grupos funcionais. TCS (Especialistas de Clima Tropical), C (Espécies Crípticas), SC (Subordinadas Camponotini), O (Oportunistas), GM (Generalistas Myrmicinae) e SP (Predadoras Especialistas) .....23

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>16</b>
2.1 OBJETIVO GERAL .....	16
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	16
<b>3 MATERIAIS E MÉTODOS .....</b>	<b>17</b>
3.1 ÁREA DE ESTUDO.....	17
<b>3.1.1 Descrição das áreas de estudo.....</b>	<b>18</b>
3.2 METODOLOGIA.....	21
3.3 ANÁLISE DE DADOS.....	22
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>23</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>27</b>
<b>6 CONCLUSÃO .....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>33</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Áreas de Preservação Permanente (APPs) são espaços territoriais definidos e delimitados pelo Novo Código Florestal Brasileiro, instituído pela Lei Federal nº 12.561/2012, que quase nunca podem sofrer algum tipo de exploração (SKORUPA, 2003; BRASIL, 2012). Possuem funções ambientais diversas, como proteger os solos e preservar os recursos hídricos, bem como a biodiversidade e o fluxo gênico de fauna e flora (SCHÄFFER et al., 2011). Diferentes espaços são considerados APPs, tais como: topos de morros, montes, montanhas e serras; áreas de restinga, mangues, e áreas marginais de qualquer curso d'água natural (BRASIL, 2012).

As matas encontradas nas margens de rios e de suas nascentes são denominadas popularmente de matas ciliares, ou ainda de formações florestais ribeirinhas, florestas ciliares, matas de galeria e matas ripárias (KUNTSCHIK; EDUARTE; UEHARA, 2014). Importantes para a conservação da diversidade da fauna e flora terrestres e aquáticas da região, as matas ciliares influenciam na qualidade da água e são fundamentais para a estabilização das margens dos rios, além de servirem como corredores ecológicos interligando fragmentos florestais (CASTRO; MELLO; POESTER, 2012). Apesar de serem essenciais para a harmonização das populações humanas com o meio ambiente e de serem protegidos por legislação específica, estes ambientes são frequentemente descaracterizados ao longo de todo o Brasil, por meio de desmatamentos, queimadas ou represamentos (ANDRADE; SANQUETTA; UGAYA, 2005). Para que haja restauração dessas áreas, há preocupação em promover a sucessão ecológica, utilizando-se espécies adaptadas às condições de florestas ripárias (ALMEIDA, 2016).

A sucessão ecológica, dessa forma, atua a partir das perturbações e alterações do ambiente físico, com o objetivo de estabilizar o ecossistema, mantendo a máxima biomassa e função simbiótica entre os organismos (ODUM, 2004). As áreas impactadas acabam criando um novo habitat (RICKLEFS, 2010), como ponto de partida para o reestabelecimento de novas espécies (REIS; ZAMBONIM; NAKAZONO, 1999). As primeiras espécies a se estabelecerem na área, chamadas de colonizadoras ou pioneiras, passam por substituições

sequenciais ao longo do tempo, até que se atinja o equilíbrio entre os componentes bióticos e abióticos, no chamado estágio clímax (ODUM, 2004).

As diferentes fases de sucessão compreendem composições florísticas e faunísticas típicas e associadas entre si (ODUM, 2004), sendo que a variedade de espécies e a complexidade do ecossistema tendem a aumentar conforme o desenvolvimento da comunidade (ALMEIDA, 2016). O padrão de diversidade se torna elevado quando indivíduos de variadas espécies podem ser encontrados em qualquer pequena subárea (PIELOU, 1966). As espécies vegetais selecionadas para dar início à sucessão ecológica devem ser adequadas ao solo e apresentar um grau máximo de interação biótica, já que, quanto maior o nível de interação, maior a capacidade de diversificação das espécies e mais rápida será a restauração local (REIS; ZAMBONIM; NAKAZONO, 1999). A total restauração de um ambiente pode resultar no estágio clímax de sucessão ecológica, que apresenta nível máximo de produção de entropia como produto final (SKENE, 2013).

Para avaliar o grau de degradação ambiental, é comum a utilização de bioindicadores, que são espécies, ou grupos de espécies, capazes de indicar mudanças na biodiversidade provocadas por ação antrópica (SANTOS et al., 2006). Os insetos são considerados bons indicadores de impacto ambiental, já que possuem grande diversidade de espécies e habitat (WINK et al., 2005), e significativa sensibilidade a mudanças que podem ocorrer em ambientes físicos e biológicos (SANTOS et al., 2006). Dentre os insetos, as formigas possuem variadas características que as tornam ideais para estudos referentes à biodiversidade (ALONSO; AGOSTI, 2000).

Pertencentes à família Formicidae (Hymenoptera), as formigas se destacam como boas bioindicadoras por serem um grupo dominante na maioria dos ecossistemas (WINK et al., 2005), apresentando abundância e riqueza local e global altas (SILVA; BRANDÃO, 1999). Consideradas animais eussociais, tem-se um bom conhecimento taxonômico a seu respeito; apresentam alta diversidade e realizam funções importantes nos ecossistemas, incluindo interações com outros organismos de qualquer nível trófico (ALONSO; AGOSTI, 2000). Com muitos taxa especializados, são facilmente amostradas e sensíveis a mudanças de condições ambientais (MAJER, 1983).

Dentre outros atributos que fazem das formigas boas indicadoras de qualidade ambiental, mostrando sua importância em estudos de áreas degradadas

em processo de restauração, destaca-se a estrutura de suas comunidades, que contribui para a manutenção e restauração da qualidade do solo (WINK et al., 2005). O fato da riqueza e diversidade de espécies geralmente aumentar conforme a complexidade dos ambientes, pela maior disponibilidade de nichos presentes, também torna este grupo animal muito útil em trabalhos de monitoramento ambiental de áreas perturbadas (ROCHA et al., 2015). As comunidades de formigas são mais ricas em espécies em ambientes restaurados do que em ambientes degradados, e a composição também varia conforme a estrutura da vegetação (PEREIRA et al., 2007).

O uso de grupos funcionais constitui uma ferramenta que oferece informações a respeito do estado das comunidades e a possível evolução ao longo do tempo, possibilitando a identificação de padrões em sua estrutura (VERZERO VILLALBA et al., 2014). Facilitando comparações intercontinentais de comunidades e permitindo que haja comparações entre ecossistemas com climas e formas terrestres correspondentes (ANDERSEN, 1997), é uma estrutura valiosa para melhor interpretar os padrões ecológicos de comunidades de formigas (OTTONETTI; TUCCI; SANTINI, 2006).

A classificação de formigas em grupos funcionais surgiu com Greenslade (1978), que propôs tais grupos com base nas interações competitivas, habitat e história evolutiva destes animais (ANDERSEN, 1995). Posteriormente, a proposta foi modificada por Andersen (1990, 1992, 1995, 1997) para dar maior ênfase à dinâmica das comunidades, classificando os taxa com base em critérios ecológicos e não puramente taxonômicos (OTTONETTI; TUCCI; SANTINI, 2006). Brown Jr (2000) também delimita grupos funcionais, a partir da distribuição, biologia e ecologia dos gêneros de formigas no mundo. Brandão, Silva e Delabie (2012), por fim, propõem grupos que são voltados à região neotropical e focam, principalmente, na biologia de forrageamento das formigas. Andersen (1995, 1997), ao classificar as formigas conforme o habitat e as interações competitivas em estudos realizados na Austrália e América do Norte, delimitou um total de nove grupos funcionais que também podem ser aplicados à região neotropical.

O grupo das Dominantes Dolichoderinae é particularmente abundante e diverso em habitats quentes e abertos, que permitem elevadas taxas de atividade de forrageamento (ANDERSEN, 1995). São espécies altamente ativas e agressivas, e exercem uma forte influência competitiva sobre outras formigas (ANDERSEN, 1997).

As Subordinadas Camponotini ocorrem juntamente com as Dominantes Dolichoderinae, sendo comportamentalmente submissas a elas. Forrageiam frequentemente à noite e possuem tamanho corporal grande (ANDERSEN, 1997).

O grupo de Especialistas Climáticas é distribuído conforme três zonas climáticas distintas (ANDERSEN, 1995). As Especialistas de Clima Quente vivem em zonas áridas e apresentam adaptações morfológicas, fisiológicas e comportamentais relacionadas à ecologia de forrageamento, que reduzem sua interação com Dominantes Dolichoderinae (ANDERSEN, 1995, 1997). As Especialistas de Clima Frio possuem distribuição centrada em zonas temperadas e as Especialistas de Clima Tropical em trópicos úmidos. Os dois grupos, de maneira geral, não possuem especializações em termos de ecologia de forrageamento e ocorrem em habitats onde as Dominantes Dolichoderinae não são abundantes (ANDERSEN, 1995, 1997).

O grupo de Espécies Crípticas apresenta tamanho corporal pequeno a minúsculo, e suas representantes nidificam e forrageiam quase que exclusivamente dentro solo e na serapilheira, tendo relativamente pouca interação com formigas epigéicas (ANDERSEN, 1995, 1997). O grupo das Oportunistas é composto por espécies características de locais onde o estresse e a perturbação limitam severamente a diversidade e produtividade de formigas (ANDERSEN, 1995). São pouco especializadas e pouco competitivas, com distribuição que aparenta ser fortemente influenciada pela competição de outras formigas (ANDERSEN, 1995).

O grupo das Generalistas Myrmicinae é cosmopolita, ocorrendo na maioria dos habitats (ANDERSEN, 1997). Têm hábitos generalizados em relação à nidificação e alimentação, mas são extremamente competitivas no que diz respeito a fontes ricas de alimentos, defendendo-as até mesmo de Dominantes Dolichoderinae (ANDERSEN, 1995). Dependem de recrutamento rápido e mobilização em massa para obterem sucesso, já que não são muito ativas e agressivas, e tendem a ter pequenas faixas de forrageamento (ANDERSEN, 1995).

O grupo das Predadoras Especialistas compreende espécies de tamanho corporal médio a grande, que apresentam pouca interação competitiva com outras formigas devido à dieta especializada composta de outros artrópodes (ANDERSEN, 1995, 1997). Em geral, tendem a exibir colônias pequenas e baixa densidade populacional (ANDERSEN, 1995, 1997).

O uso de nível taxonômico mais alto que espécie pode ser um bom substituto na classificação de organismos, tornando o monitoramento da biodiversidade mais rápido e economicamente barato (KALLIMANIS et al., 2012). Tais substitutos só são úteis se os padrões ecológicos detectados no nível da espécie ainda persistirem em tais taxa, e se as respostas forem consistentes entre as regiões (SOUZA et al., 2015). O agrupamento dos indivíduos em nível de gênero possui alta correlação com riqueza de espécies, sendo possível sua utilização na previsão de padrões espaço-temporais dessa riqueza (KALLIMANIS et al., 2012). Independente da heterogeneidade ambiental, a abordagem com gênero é capaz de prever, além da riqueza, composição, padrões ecológicos e qualidades desses padrões detectados com as espécies, sendo suficiente em estudos de ecologia de comunidades de formigas (SOUZA et al., 2015). Gêneros de formigas em estudo de mata ciliar foram utilizados por Segat et al. (2017) e se mostraram eficazes na diferenciação de estágios sucessionais de restauração da vegetação.

No Brasil, a utilização dos formicídeos como bioindicadores pode ser observada em estudos de qualidade ambiental relacionados à agricultura (COUTO et al., 2010), agropecuária (CREPALDI et al., 2014), mineração (ROCHA, 2004; PEREIRA et al., 2007; RÉ, 2007; ROCHA, 2012; QUEIROZ, 2013; ROSADO et al., 2014; ROCHA et al., 2015), fragmentos florestais e estágios sucessionais de áreas florestadas (MACEDO, 2004; SANTOS et al., 2006; MORINI et al., 2007; RIBEIRO, 2011; GOMES, 2013; GOMES et al., 2014; LUTINSKI et al., 2014; OLIVEIRA et al. 2016), e em trabalhos específicos de mata ciliar (COSTA; RIBEIRO; CASTRO, 2010; OLIVEIRA; SILVA; SANTANA, 2014; MARTINS JÚNIOR et al., 2016; SEGAT et al., 2017).

Evidencia-se, dessa forma, a importância de se realizar mais estudos relativos à mirmecofauna e aos grupos funcionais em áreas em processo de restauração, especialmente relacionados à mata ciliar.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 OBJETIVO GERAL

Analisar a composição de formigas em nível de gênero em duas áreas de mata ciliar que passaram por períodos distintos de restauração no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense.

### 2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

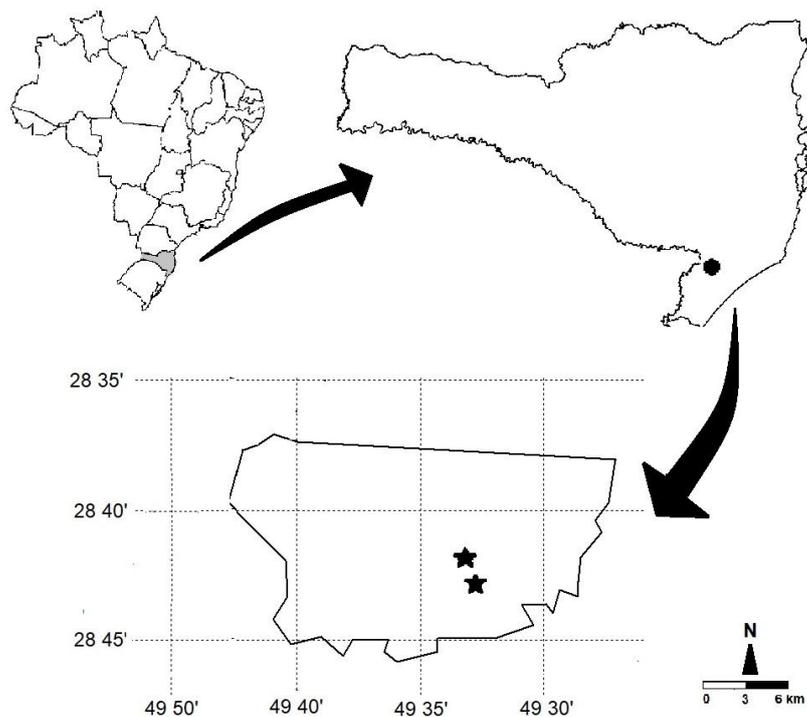
- Inventariar a composição da fauna de formigas que ocorrem em áreas que passaram por períodos distintos de restauração;
- Detectar e comparar os gêneros mais frequentes em cada área e entre as duas áreas de estudo;
- Verificar a similaridade entre as duas áreas de estudo;
- Comparar os grupos funcionais de formigas existentes nas áreas que passaram por períodos distintos de restauração.

### 3 MATERIAIS E MÉTODOS

#### 3.1 ÁREA DE ESTUDO

O presente estudo foi realizado em duas áreas de mata ciliar, localizadas no município de Nova Veneza, situado no extremo sul do estado de Santa Catarina (Figura 1). A área da unidade territorial do município é de 295,036 km<sup>2</sup>, com população estimada para 2017 de 14.837 habitantes (IBGE, 2016).

Figura 1 – Mapa do Brasil, ressaltando o estado de Santa Catarina e o município de Nova Veneza, com destaque para as duas áreas de estudo que passaram por processos de restauração ambiental



Fonte: da autora (2018)

Conforme a classificação climática de Köppen, o clima da região é do tipo Cfa, caracterizado como subtropical mesotérmico úmido, com verões quentes e sem que haja estação seca definida, sendo que a precipitação média anual é de 1.600 mm (ALVARES et al., 2013). Segundo os autores, esse clima, em Santa Catarina, está sempre presente em altitudes abaixo de 700 m, sendo que a temperatura do mês mais frio é inferior a 18°C e do mês mais quente é superior a 22°C.

O município de Nova Veneza possui diferentes tipos de solos, sendo o Gleí Pouco Húmico com textura argilosa o encontrado nas áreas de estudo, próximas ao Rio Cedro (EMBRAPA, 2004). A vegetação da área de estudo corresponde à Floresta Ombrófila Densa, com formação Submontana, encontrada nas encostas de planaltos e/ou serras com altitudes que variam de 30 m até 400 m (IBGE, 1992).

### 3.1.1 Descrição das áreas de estudo

As áreas de estudo estão situadas em propriedades rurais pertencentes à localidade de Rio Cedro Médio, que é uma das integrantes do Projeto Ingabiroba, desenvolvido pela Associação de Drenagem e Irrigação de Santo Izidoro (ADISI) do município de Nova Veneza. O Projeto Ingabiroba surgiu em 1999 com a finalidade de restaurar a mata ciliar no entorno de Rio Cedro Médio (GONSALVES, 2013). As áreas, até então, eram pastagens abandonadas.

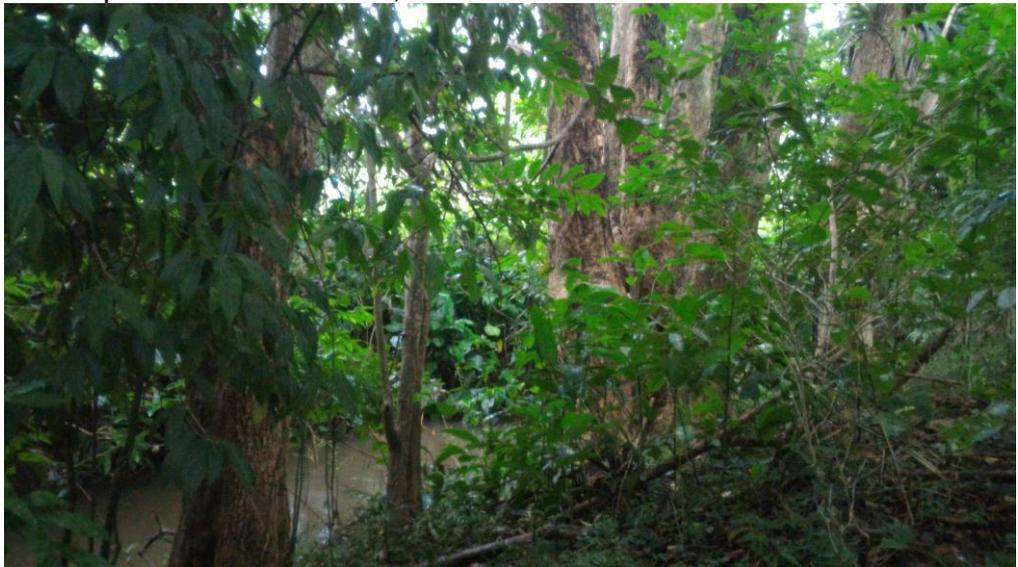
A área 1 (28°42'41.62"S e 49°32'55.74"O), denominada no decorrer do trabalho como A1, possui 109 m de extensão, aproximadamente 6,5 m de largura e 46 m de altitude (Figura 2). O plantio de mudas de 26 espécies ocorreu no ano de 2010. O estudo de levantamento fitossociológico realizado por Girardi (2015) registrou 51 espécies pertencentes a 20 famílias botânicas. A maioria dos taxa amostrados possui hábito arbóreo, são consideradas espécies pioneiras e a zoocoria é o principal mecanismo de dispersão. Segundo este autor, a família Myrtaceae foi a mais rica, contabilizando 10 espécies, seguida da Lauraceae com cinco espécies, Primulaceae com quatro espécies, e Euphorbiaceae e Sapindaceae com três espécies cada. Com exceção da família Sapindaceae, as demais famílias apresentaram pelo menos um indivíduo pertencente exclusivamente à regeneração natural. As espécies mais abundantes, correspondentes à classe I, foram *Myrsine coriacea* (Sw.) R.Br. ex Roem. & Schult., *Cryptocarya moschata* Nees & Mart., *Nectandra oppositifolia* Nees e *Nectandra membranacea* (Sw.) Griseb., com, respectivamente, 90, 85, 46 e 44 indivíduos cada. Foram encontradas quatro espécies exóticas, sendo três consideradas invasoras. A maior parte dos indivíduos amostrados pertence à classe I, caracterizada por espécies com altura superior a 0,20 m e inferior a um metro, o que indica que esta é uma área de sucessão secundária inicial (GIRARDI, 2015) (Figura 3).

Figura 2 – Vista frontal da área de estudo A1, localizada no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense



Fonte: da autora (2018)

Figura 3 – Vista parcial do interior da área de estudo A1, localizada no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense



Fonte: da autora (2018)

A área 2 ( $28^{\circ}41'47.57''S$  e  $49^{\circ}33'10.48''O$ ), denominada no decorrer do trabalho como A2, possui 409 m de extensão, aproximadamente 12 m de largura e 55 m de altitude (Figura 4). O plantio de mudas de 24 espécies nativas foi realizado no ano de 1999. Machado e Pereira (2017), amostrando a vegetação nessa área, identificaram 71 espécies vegetais pertencentes a 31 famílias. Segundo estes autores, a maioria das espécies amostradas foi de árvores e a dispersão zoocórica

foi a predominante. A família com maior riqueza foi a Myrtaceae, com 13 espécies, seguida por Lauraceae e Melastomataceae, com cinco espécies cada. *Leandra australis* (Cham.) Cogn., *Piper gaudichaudianum* Kunth, *Matayba intermedia* Radlk., e *Miconia sellowiana* Naudin, foram as espécies com maior abundância, apresentando, respectivamente, 166, 155, 104 e 67 indivíduos cada. A maioria dos indivíduos amostrados encontra-se na classe I, indicando que a área está em processo de sucessão secundária inicial e apresenta um grande número de organismos regenerantes (MACHADO; PEREIRA, 2017) (Figura 5).

Figura 4 – Vista frontal da área de estudo A2, localizada no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense



Fonte: da autora (2018)

Figura 5 – Vista parcial do interior da área de estudo A2, localizada no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense



Fonte: da autora (2018)

### 3.2 METODOLOGIA

Na transecção central de cada área de estudo, foram distribuídas 10 armadilhas do tipo *pitfall* com 10 m de distância entre si, totalizando 100 m de extensão. As armadilhas foram enterradas para que as aberturas ficassem no nível do solo. Os *pitfalls* foram confeccionados a partir de canos de PVC com 10 cm de altura e 7,5 cm de diâmetro, e receberam adição de solução composta por água e detergente. As armadilhas ficaram abertas nas áreas de estudo por 72 horas consecutivas em cada mês durante os três meses que compõem o verão (janeiro, fevereiro e março). Este desenho amostral resultou em um esforço amostral de 720 armadilhas/hora ao final do projeto, em cada uma das áreas. O material coletado foi transferido a recipientes plásticos devidamente etiquetados e transportado para o Laboratório de Interação Animal-Planta (LIAP) da Universidade do Extremo Sul Catarinense (UNESC), onde foi armazenado em álcool 70%. Em laboratório, os indivíduos foram triados com o auxílio de microscópio estereoscópico e identificados em nível de gênero (menor nível taxonômico possível). A identificação foi baseada na chave de identificação de Baccaro et al. (2015). Os taxa foram enquadrados em grupos funcionais, seguindo classificação proposta por Andersen (1995, 1997), elaborada para os continentes australiano e norte-americano, respectivamente. Nos casos de gêneros não constantes em Andersen (1995, 1997), foram consultados Brown Jr (2000) e Verzero Villalba et al. (2014).

Figura 6 – Armadilha de queda do tipo *pitfall* instalada nas áreas de estudo



Fonte: da autora (2018)

### 3.3 ANÁLISE DE DADOS

Os dados foram analisados quali-quantitativamente, baseando-se nos seguintes descritores: suficiência amostral; frequência, com comparação entre as duas áreas; e similaridade de Jaccard.

A suficiência amostral foi calculada com a utilização de curvas de rarefação, que fornecem informações comparando o número de gêneros obtidos e esperados, e a frequência de indivíduos amostrados. Os estimadores Bootstrap e Chao 2 foram utilizados para avaliar a riqueza total, a partir dos dados de todos os gêneros coletados, sendo que Chao 2 quantifica taxa raros (SANTOS, 2006). As curvas foram calculadas com o auxílio do programa EstimateS 9.1.0 (COLWELL, 2016) com base em 100 aleatorizações.

Os gêneros mais frequentes foram avaliados a partir de uma tabela comparativa, listando-os conforme cada área observada. A frequência foi definida pelo número de vezes que um determinado gênero foi registrado nas armadilhas do tipo *pitfall* e, como “frequentes”, foram considerados os gêneros com maiores frequências absolutas de ocorrência em cada área (NOVOTNÝ; BASSET, 2000).

O cálculo referente à análise de similaridade na composição dos gêneros de formigas nas duas áreas estudadas foi realizado com o índice qualitativo de Jaccard.

## 4 RESULTADOS

Foram amostrados 16 gêneros, pertencentes a cinco subfamílias e ordenados em seis grupos funcionais (Tabela 1). A maior riqueza de gêneros foi observada na A2, totalizando 15, sendo que a A1 apresentou 14 gêneros. *Wasmannia* ocorreu exclusivamente na A1, e os gêneros *Camponotus* e *Pseudomyrmex* foram encontrados apenas na A2.

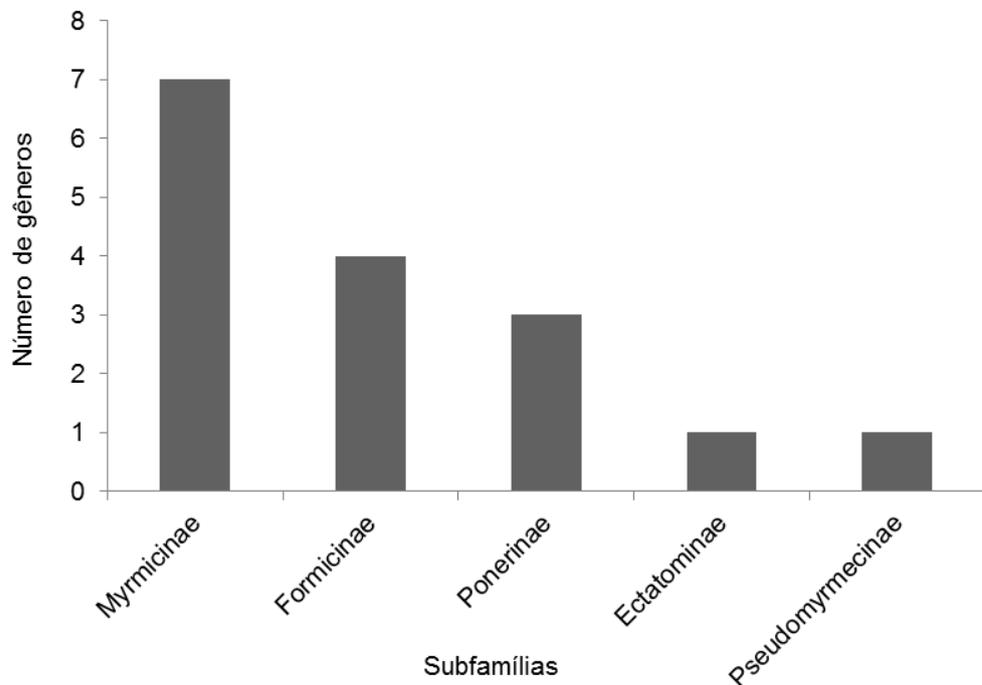
Tabela 1 – Taxa amostrados por cada área de estudo, com os gêneros mais frequentes (f) apresentados a partir de suas frequências relativas e os correspondentes grupos funcionais. TCS (Especialistas de Clima Tropical), C (Espécies Crípticas), SC (Subordinadas Camponotini), O (Oportunistas), GM (Generalistas Myrmicinae) e SP (Predadoras Especialistas)

Taxa	Frequência Relativa		Grupo Funcional
	A1	A2	
<b>Ectatominae</b>			
<i>Gnamptogenys</i> Roger, 1863	10,53(f)	2,05	TCS
<b>Formicinae</b>			
<i>Brachymyrmex</i> Mayr, 1868	5,79	8,22(f)	C
<i>Camponotus</i> Mayr, 1861		0,68	SC
<i>Nylanderia</i> Emery, 1906	5,79	8,22(f)	O
<i>Paratrechina</i> Motschoulsky, 1863	10,53(f)	13,01(f)	O
<b>Myrmicinae</b>			
<i>Acromyrmex</i> Mayr, 1865	1,58	7,53	TCS
<i>Cyphomyrmex</i> Mayr, 1862	8,42	0,68	TCS
<i>Megalomyrmex</i> Forel, 1885	0,53	1,37	TCS
<i>Pheidole</i> Westwood, 1839	14,74(f)	20,55(f)	GM
<i>Solenopsis</i> Westwood, 1840	7,89	4,79	C
<i>Strumigenys</i> Smith, 1860	10,53(f)	4,11	C
<i>Wasmannia</i> Forel, 1893	0,53		TCS
<b>Ponerinae</b>			
<i>Hypoponera</i> Santschi, 1938	5,79	5,48	C
<i>Odontomachus</i> Latreille, 1804	4,21	8,22(f)	O
<i>Pachycondyla</i> Smith, 1858	13,16(f)	13,7(f)	SP
<b>Pseudomyrmecinae</b>			
<i>Pseudomyrmex</i> Lund, 1831		1,37	TCS

Fonte: da autora (2018)

Os gêneros *Paratrechina*, *Pheidole* e *Pachycondyla* foram frequentes nas duas áreas de estudo (Tabela 1). *Gnamptogenys* e *Strumigenys* apresentaram frequência apenas na A1; *Brachymyrmex*, *Nylanderia* e *Odontomachus* se mostraram frequentes somente na A2. A subfamília mais rica foi Myrmicinae, com 43,75% dos gêneros amostrados, seguida por Formicinae com 25% e Ponerinae com 18,75%. Ectatominae e Pseudomyrmecinae apresentaram um gênero cada (Figura 7).

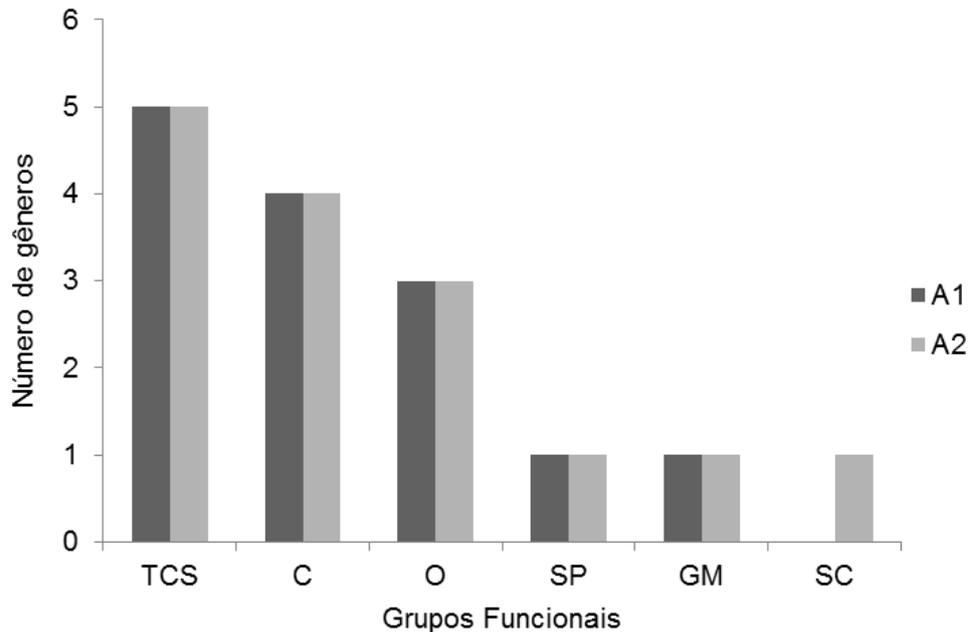
Figura 7 – Número de gêneros por subfamília de formigas registradas nas duas áreas de estudo, localizadas no município de Nova Veneza, extremo sul catarinense



Fonte: da autora (2018)

Em relação aos grupos funcionais, nas áreas de estudo foram obtidos seis, segundo classificação de Andersen (1995, 1997). Destes, as Especialistas de Clima Tropical (TCS) apresentaram o maior número de gêneros (seis), seguidas das Espécies Crípticas (C) com quatro gêneros e Oportunistas (O) com três. Subordinadas Camponotini (SC), Generalistas Myrmicinae (GM) e Predadoras Especialistas (SP) exibiram um gênero cada (Tabela 1). Na A1 foram identificados cinco grupos e na A2 todos os seis grupos foram observados, sendo Subordinadas Camponotini (SC) exclusivo dela (Figura 8).

Figura 8 – Número de gêneros por grupo funcional de formigas registradas em cada área de estudo



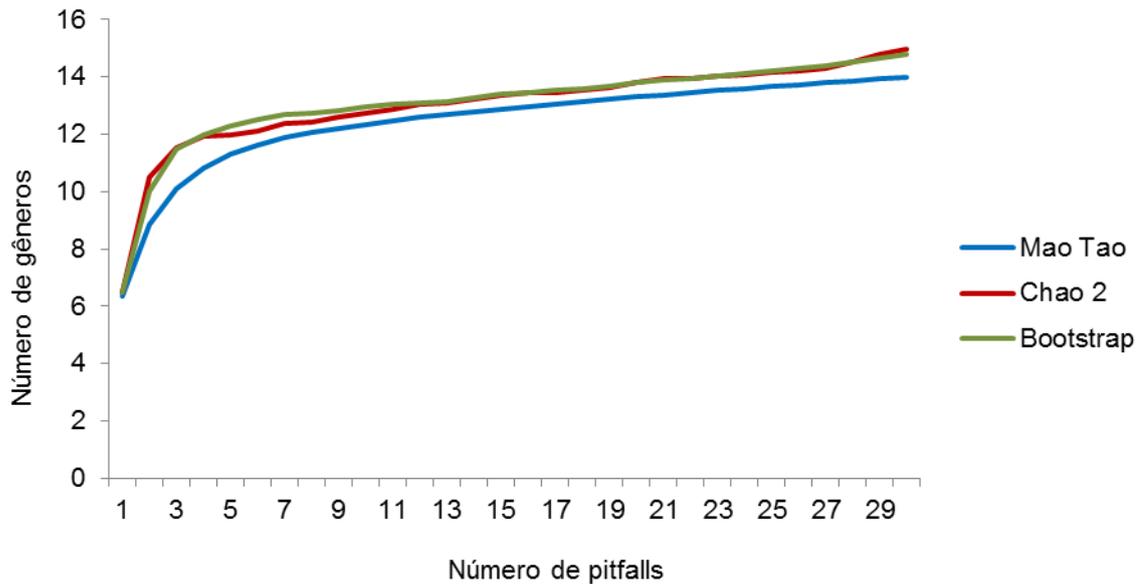
Fonte: da autora (2018)

No grupo das Especialistas de Clima Tropical (TCS), foram identificados os gêneros *Gnamptogenys*, *Acromyrmex*, *Cyphomyrmex*, *Megalomyrmex*, *Wasmannia* e *Pseudomyrmex*. Nas Espécies Crípticas (C), foram registrados os gêneros *Brachymyrmex*, *Solenopsis*, *Strumigenys* e *Hypoponera*. Nas Oportunistas (O), *Nylanderia*, *Paratrechina* e *Odontomachus* foram amostrados. Subordinadas Camponotini (SC) foi representado por *Camponotus*; Generalistas Myrmicinae (GM), por *Pheidole*; e Predadoras Especialistas (SP) por *Pachycondyla* (Tabela 1).

A suficiência amostral foi alcançada nas duas áreas do estudo, com curvas de rarefação que exibiram tendência à estabilização. Na A1 foram amostrados 14 gêneros e o esperado para os estimadores Chao 2 e Bootstrap era de 15 gêneros cada. Desta forma, foram amostrados, respectivamente, entre 93,5% e 94,8% dos gêneros esperados (Figura 9). Na A2 foram registrados 15 gêneros e o esperado para o estimador Bootstrap era de 16 gêneros e para Chao 2 era de 15 gêneros. Sendo assim, foram amostrados, respectivamente, entre 93,6% e 97,9% dos gêneros esperados nesta área (Figura 10).

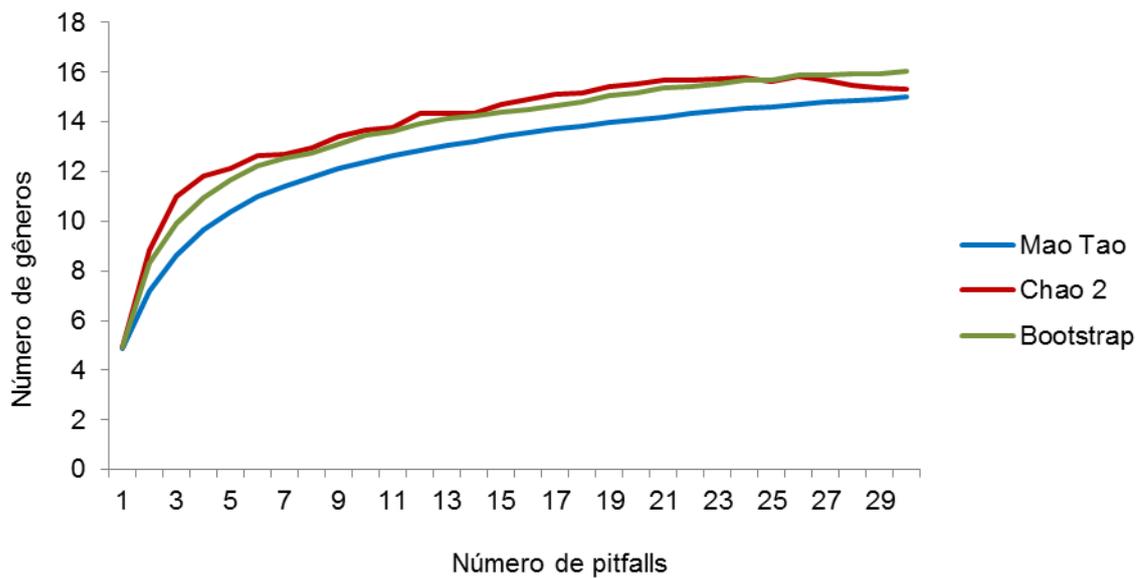
Em relação à similaridade na composição dos gêneros de formigas nas áreas, as duas expressaram alta semelhança, com valor do índice de 0,813.

Figura 9 – Curva de rarefação com indicadores do número de gêneros amostrados e esperados pelo número de *pitfalls* na A1



Fonte: da autora (2018)

Figura 10 – Curva de rarefação com indicadores do número de gêneros amostrados e esperados pelo número de *pitfalls* na A2



Fonte: da autora (2018)

## 5 DISCUSSÃO

São poucos os trabalhos que avaliam a composição de formigas em mata ciliar. Costa, Ribeiro e Castro (2010), trabalhando em Minas Gerais, listaram 24 gêneros, com riqueza de espécies maior nas áreas não perturbadas. García-Martínez et al. (2017), num estudo no México, coletaram 22 gêneros, com riqueza de espécies maior em remanescentes imersos em mata ciliar. Martins Júnior et al. (2016), obtiverem, em Minas Gerais, riqueza de espécies maior na área perturbada. Oliveira, Silva e Santana (2014) amostraram, em Goiás, 14 gêneros que foram similares entre as áreas. Segat et al. (2017), trabalhando em diferentes fragmentos de mata ciliar no estado de São Paulo, coletaram 28 gêneros em tais áreas. Comparando os resultados obtidos pelos autores supracitados com os obtidos neste trabalho, o número de gêneros pode ser considerado dentro do padrão para áreas de mata ciliar.

No presente estudo, não houve diferença na riqueza dos gêneros de formigas entre as duas áreas. Tal fato pode ser explicado pelo solo e o tipo de vegetação serem os determinantes primários na composição da comunidade de formigas, tendo um efeito maior do que a perturbação propriamente dita, que induz alterações na composição de espécies e, conseqüentemente, gêneros, mas não afeta necessariamente a riqueza deles (HOFFMANN, 2010). As diferenças estruturais e a disponibilidade de recursos afetam a riqueza e quantidade de indivíduos (MARTINS JÚNIOR et al., 2016) e, como as duas áreas estão enquadradas no estágio secundário inicial e são próximas entre si, estes fatores são semelhantes e não diferem quanto aos organismos lá existentes.

Conforme Coelho et al. (2009), a alta heterogeneidade ambiental dos estágios de sucessão intermediários não é suficiente para causar diferenças na riqueza. De acordo com García-Martínez et al. (2017), formigas epigéicas são impactadas, principalmente, pela composição da paisagem e pela configuração do remanescente. Andersen (1995) afirma que qualquer espécie de formiga que tenha sofrido alguma perturbação é capaz de se restabelecer completamente dentro de alguns anos, desde que as condições sejam adequadas. Segundo o mesmo autor, os principais efeitos do distúrbio local nas formigas são secundários e estão relacionados ao estresse, com modificações na estrutura do habitat e no microclima.

A predominância de Myrmicinae, subfamília mais rica no estudo, deve-se, provavelmente, por ser a mais diversa da família Formicidae, com distribuição mundial e que compreende imensa variedade de estratégias de reprodução, nidificação e obtenção de alimento, sendo um dos principais grupos de formigas com importância ecológica e econômica (BACCARO et al., 2015). Corroborando o presente estudo, a subfamília pode ser verificada como a mais rica dos formicídeos em variados trabalhos realizados em áreas de mata ciliar (COSTA; RIBEIRO; CASTRO, 2010; OLIVEIRA; SILVA; SANTANA, 2014; GARCÍA-MARTÍNEZ et al., 2017).

A maior expressividade do grupo de Especialistas de Clima Tropical pode ser explicada pelo grupo ocorrer em habitats onde as Dominantes Dolichoderinae não são encontradas, como é o caso das duas áreas de estudo. O fato de não serem especialistas em termos de forrageamento também pode ser um motivo para sua abundância nas áreas, já que sua alimentação é diversificada (ANDERSEN, 1995). Em trabalho realizado em áreas de mineração recuperadas, Rocha (2004) verificou que as áreas revegetadas tenderam a uma aproximação com áreas naturais preservadas, sugerindo que, quanto maior o número de espécies desse grupo funcional em uma área, mais ela se aproxima do estado natural original, já que tais indivíduos deveriam ser encontrados na região. Ré (2007) também constatou que o grupo foi o mais rico em todas as suas áreas de estudo, incluindo as áreas controle utilizadas em seu trabalho. King, Andersen e Cutter (1998), em estudo realizado em florestas úmidas na Austrália, observaram que o grupo de Especialistas de Clima Tropical estava ausente em locais perturbados.

A presença, nesse grupo, de gêneros com diversos hábitos alimentares, como cultivadores de fungos (*Acromyrmex* e *Cyphomyrmex*), onívoros (*Megalomyrmex* e *Wasmannia*), associados a plantas que possuem nectários extraflorais (*Pseudomyrmex*) e predadores generalistas (*Gnamptogenys*) (BACCARO et al., 2015), pode indicar a existência de vários nichos ecológicos nas áreas (ROCHA, 2004). Desse grupo funcional, *Gnamptogenys* foi o único gênero frequente na A1, segundo os critérios adotados no presente estudo. Segat et al. (2017) afirmam que esse gênero se correlaciona com a qualidade da serapilheira e com a mata nativa, estando relacionado à habitats estabilizados e ambientes estáveis, já que nidifica em madeiras em decomposição e em plantas epífitas.

O grupo das Espécies Crípticas, segundo com maior riqueza de gêneros, corresponde, predominantemente, a espécies de Myrmicinae e Ponerinae e está associado positivamente ao desenvolvimento de serapilheira (ANDERSEN, 1995), sendo geralmente as principais formigas desse ambiente na floresta tropical (ROCHA, 2004). Conforme Ré (2007), o aumento da complexidade da vegetação, gerando ambientes mais fechados e mais sombreados, tende a favorecer o aparecimento de Espécies Crípticas. Underwood e Fisher (2006) afirmam que grupos mais especializados, como este, estão geralmente ausentes em áreas perturbadas.

O grupo apresentou o gênero *Brachymyrmex* como frequente apenas na A2. De acordo com Bestelmeyer e Wiens (1996 apud RÉ, 2007), o gênero é considerado forrageiro epigéico e dominante de serapilheira. Desta forma, sua frequência na A2 pode se dar pela área ser mais antiga e apresentar mais espécies vegetais, o que pode gerar maior acúmulo de serapilheira. Por outro lado, Baccaro et al. (2015) descrevem o gênero como sendo tolerante à perturbações, podendo ser encontrado em áreas altamente antropizadas.

Além disso, o grupo apresentou *Strumigenys* como frequente apenas na A1. Lopes et al. (2012) avaliaram, em seu trabalho, o gênero unicamente na área de mata ripária; García-Martínez et al. (2017) afirmam que coletaram o gênero, e seu grupo funcional de modo geral, em paisagens com remanescentes mais amplos e complexos. Crepaldi et al. (2014) citam esses indivíduos como potenciais bioindicadores de qualidade do solo; e Brandão, Silva e Delabie (2012) comentam que esses organismos são predadores e muito comuns na serapilheira de florestas tropicais e subtropicais.

As Oportunistas, terceiro grupo funcional mais rico no estudo, são características de locais ruderais e que estejam sofrendo algum estresse ambiental, que limita a diversidade de formigas e faz com que a dominância comportamental seja geralmente baixa (ANDERSEN, 1997). Predominantes em habitats antropogênicos, podem também ser abundantes em áreas com densa serapilheira (ANDERSEN, 1995). Segundo Hoffmann e Andersen (2003), em estudo realizado na Austrália, quando a perturbação envolve densas áreas sombreadas com camada espessa de serapilheira, há um aumento na abundância de Oportunistas. Ré (2007) também afirma que ambientes mais fechados e complexos favorecem o aumento de indivíduos desse grupo.

No presente estudo, *Nylanderia* e *Odontomachus* foram gêneros pertencentes ao grupo das Oportunistas que se mostraram frequentes na A2. Os dois habitam o solo, são frequentes em ambientes urbanos e nidificam em madeira em decomposição, epífitas, galhos e gravetos (BACCARO et al., 2015). Espécies de *Nylanderia* são generalistas e visitam com frequência nectários extraflorais; espécies de *Odontomachus* são predadoras, dada a sua exuberante mandíbula, mas também se alimentam de nectários extraflorais. Tais frequências na A2 podem ser possivelmente explicadas pela nidificação similar, que requer diferentes extratos vegetais.

O gênero *Paratrechina*, também pertencente ao grupo das Oportunistas, foi frequente nas duas áreas de estudo. Suas espécies estiveram presentes em todas as áreas dos trabalhos de King, Andersen e Cutter (1998), Macedo (2004) e Morini et al. (2007). Lopes et al. (2012) consideram o gênero invasivo e o amostraram somente na área de mata ciliar. Lutinski et al. (2014) adicionam que tais organismos são tolerantes à perturbações ambientais e frequentes em ambientes urbanos. Suas espécies são onívoras, vivem no solo e são muito velozes, competidoras e forrageadoras oportunistas (BACCARO et al., 2015). Tais hábitos pouco especialistas fazem com que possuam maior plasticidade e possam ser encontradas nas duas áreas do presente trabalho.

Os gêneros *Pheidole* e *Pachycondyla* também foram frequentes nas duas áreas de estudo. Pertencente ao grupo das Generalistas Myrmicinae, *Pheidole* é um gênero onívoro e com comprovada importância na dispersão de sementes (BACCARO et al., 2015), atuando decisivamente na dispersão de algumas plantas (FOWLER et al., 1991). Cosmopolita, tal grupo funcional, quando presente em climas quentes, pode ser altamente abundante em locais sombreados (ANDERSEN, 1995, 1997). O trabalho de Soares (2009), realizado no Pantanal Sul Mato-Grossense, também o obteve como frequente nas áreas estudadas.

O gênero *Pachycondyla*, pertencente ao grupo das Predadoras Especialistas, pode ser encontrado nos mais diversos ambientes, nidificando e forrageando no solo (BACCARO et al., 2015). Algumas espécies podem ser indicadoras de habitats perturbados, enquanto outras podem indicar ambientes preservados e estabilizados ecologicamente (RIBAS et al., 2012; ROCHA et al., 2015). O gênero foi considerado frequente em trabalho realizado por Gomes, Iannuzzi e Leal (2010) em áreas fragmentadas. Schmidt e Diehl (2008) coletaram

formigas especializadas apenas em habitats com menor intensidade de uso do solo, sendo que *Pachycondyla* foi restrito a habitats de floresta secundária e sucessão inicial. Tal grupo funcional tende a ter abundância baixa em qualquer habitat (ANDERSEN, 1995), o que difere do presente estudo, que verificou o gênero como frequente nas duas áreas.

A ocorrência exclusiva dos gêneros *Wasmannia* na A1, e *Camponotus* e *Pseudomyrmex* na A2 pode ter sido acidental, já que a frequência com que foram encontrados foi baixa e houve pouco tempo de amostragem ao longo do estudo.

A alta similaridade entre as duas áreas pode estar relacionada ao fato de apresentarem muitos gêneros de formigas consideradas generalistas e oportunistas (MACEDO, 2004; LOPES et al., 2010). A presença tanto de grupos funcionais típicos de áreas antropizadas como de áreas mais preservadas indica que, apesar de diferentes idades de reflorestamento, as áreas se encontram em estágio de sucessão similar.

## 6 CONCLUSÃO

Apesar de períodos distintos de restauração (11 anos de diferença), as duas áreas estudadas não apresentaram diferença significativa na composição da fauna de formigas, possivelmente por serem semelhantes em sua fitofisionomia.

As áreas encontram-se, de modo geral, em estágio intermediário de restauração, já que possuem representatividade tanto de grupos de formigas característicos de áreas mais preservadas, como de grupos funcionais que são predominantes de habitats degradados e antropogênicos.

Sabe-se que as formigas são boas bioindicadoras em diversos ecossistemas, inclusive na mata ciliar, como foi mostrado no presente estudo, apesar do pouco tempo de amostragem. São escassos os trabalhos efetuados nessas áreas tão importantes para a manutenção e equilíbrio da biodiversidade. Desta forma, destaca-se a importância de incluir esse grupo de animais em estudos que visam avaliar o estado de conservação desse ecossistema.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, D.S. **Recuperação ambiental da Mata Atlântica**. 3. ed. Ilhéus: Editus, 2016.

ALONSO, L.E.; AGOSTI, D. Biodiversity studies, monitoring, and ants: an overview. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Ed.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. United States of America: Smithsonian Institution Press Washington and London, 2000. p. 1-8.

ALVARES, C.A.; STAPE, J.L.; SENTELHAS, P.C.; GOLÇALVEZ, J.L.M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2013.

ANDERSEN, A.N. A Classification of Australian ant communities, based on functional groups which parallel plant life-forms in relation to stress and disturbance. **Journal of Biogeography**, v. 22, n. 1, p. 15-29, jan. 1995.

\_\_\_\_\_. Functional groups and patterns of organization in North American ant communities: a comparison with Australia. **Journal of Biogeography**, v. 24, p. 433-460, 1997.

ANDRADE, J.; SANQUETTA, C.R.; UGAYA, C. Identificação de áreas prioritárias para recuperação de mata ciliar na UHE Salto Caxias. **Espaço Energia**, n. 3, p. 1-8, out. 2005.

BACCARO, F.B.; FEITOSA, R.M.; FERNANDEZ, F.; FERNANDES, I.O.; IZZO, T.J.; SOUZA, J.L.P.; SOLAR, R. **Guia para os gêneros de formigas do Brasil**. Manaus: INPA, 2015.

BRANDÃO, C.R.F.; SILVA, R.R.; DELABIE, J.H.C. Neotropical ants (Hymenoptera) functional groups: nutritional and applied implications. In: PANIZZI, A. R.; PARRA, J. R. P. (Ed.). **Insect bioecology and nutrition for integrated pest management**. Boca Raton: CRS Press, 2012. p. 213-236.

BRASIL. **Lei nº 12.651**, de 25 de maio de 2012. Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa; altera as Leis n<sup>os</sup> 6.938, de 31 de agosto de 1981, 9.393, de 19 de dezembro de 1996, e 11.428, de 22 de dezembro de 2006; revoga as Leis n<sup>os</sup> 4.771, de 15 de setembro de 1965, e 7.754, de 14 de abril de 1989, e a Medida Provisória nº 2.166-67, de 24 de agosto de 2001; e dá outras providências. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2012/lei/l12651.htm)>. Acesso em: 05 set. 2017.

BROWN JR, W.L. Diversity of ants. In: AGOSTI, D.; MAJER, J.D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (Ed.). **Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. United States of America: Smithsonian Institution Press Washington and London, 2000. p. 45-79.

CASTRO, D.; MELLO, R.S.P.; POESTER, G.C. (Org.). **Práticas para restauração de mata ciliar**. Porto Alegre: Catarse – Coletivo de Comunicação, 2012. 60 p.

COELHO, M.S.; FERNANDES, G.W.; SANTOS, J.C.; DELABIE, J.H.C. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as bioindicators of land restoration in a Brazilian Atlantic Forest fragment. **Sociobiology**, v. 54, n. 1, p. 51-63, jan. 2009.

COLWELL, R.K. **EstimateS**: Statistical estimation of species richness and shared species from samples. Version 9.1.0 Persiten URL. 2016. Disponível em: <<http://viceroy.colorado.edu/estimates/>>. Acesso em: 19 out. 2018.

COSTA, C.B.; RIBEIRO, S.P.; CASTRO, P.T.A. Ants as bioindicators of natural succession in savanna and riparian vegetation impacted by dredging in the Jequitinhonha River Basin, Brazil. **Restoration Ecology**, v. 18, n. 1, p. 148-157, Sep. 2010.

COUTO, P.H.M.; ARAÚJO, M.S.; RODRIGUES, P.S.; DELLA LUCIA, T.M.C.; OLIVEIRA, M.A.; BACCI, L. Formigas como bioindicadores da qualidade ambiental em diferentes sistemas de cultivo da soja. **Revista Agrotecnologia**, v. 1, n. 1, p. 11-20, 2010.

CREPALDI, R.A.; PORTILHO, I.I.R.; SILVESTRE, R.; MERCANTE, F.M. Formigas como bioindicadores da qualidade do solo em sistema integrado lavoura-pecuária. **Ciência Rural**, v. 44, n. 5, p. 781-787, maio 2014.

EMBRAPA. Solos do Estado de Santa Catarina. **Boletim de pesquisa e desenvolvimento**, Rio de Janeiro, n. 46, p. 745, dez. 2004.

FOWLER, H.G.; FORTI, L.C.; BRANDÃO, C.R.F.; DELABIE, J.H.C.; VASCONCELOS, H.L. Ecologia nutricional de formigas. In: PANIZZI, A.R.; PARRA, J.R.P. (Ed.). **Ecologia nutricional de insetos e suas implicações no manejo de pragas**. São Paulo: Manole, 1991. p. 131-223.

GARCÍA-MARTÍNEZ, M.Á.; VALENZUELA-GONZÁLEZ, J.E.; ESCOBAR-SARRIA, F.; LÓPEZ-BARRERA, F.; CASTAÑO-MENESES, G. The surrounding landscape influences the diversity of leaf-litter ants in riparian cloud forest remnants. **Plos One**, v. 12, n. 2, p. 1-19, Feb. 2017.

GIRARDI, G.W. **Avaliação da restauração da mata ciliar de uma propriedade rural no município de Nova Veneza, sul de Santa Catarina, Brasil**. 2015. 56 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2015.

GOMES, E.C.F. **Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em dois estágios sucessionais e em um fragmento de Mata Atlântica do estado de Sergipe**. 2013. 54 f. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas) – Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão, 2013.

GOMES, J.P.; IANNUZZI, L.; LEAL, I.R. Resposta da comunidade de formigas aos atributos dos fragmentos e da vegetação em uma paisagem da Floresta Atlântica Nordestina. **Neotropical Entomology**, v. 39, n. 6, p. 898-905, nov./dez. 2010.

GOMES, E.C.F.; RIBEIRO, G.T.; SOUZA, T.M.S.; SOUSA-SOUTO, L. Ant assemblages (Hymenoptera: Formicidae) in three different stages of forest regeneration in a fragment of Atlantic Forest in Sergipe, Brazil. **Sociobiology**, v. 61, n. 3, p. 250-257, Sep. 2014.

GONSALVES, L.H. **Pagamento por serviços ambientais como estratégia de adaptação a eventos climáticos extremos na bacia hidrográfica do Rio Araranguá**. 2013. 140 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2013.

HOFFMANN, B.D. Using ants for rangeland monitoring: global patterns in the responses of ant communities to grazing. **Ecological Indicators**, v. 10, p. 105-111, 2010.

HOFFMANN, B.D.; ANDERSEN, A.N. Responses of ants to disturbance in Australia, with particular reference to functional groups. **Austral Ecology**, v. 28, p. 444-464, 2003.

IBGE. **Cidades**. 2016. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/xtras/perfil.php?codmun=421160>>. Acesso em: 17 set. 2017.

\_\_\_\_\_. Manual técnico da vegetação brasileira. **Série Manuais Técnicos em Geociências**, Rio de Janeiro, n. 1, p. 91, 1992.

KALLIMANIS, A.S.; MAZARIS, A.D.; TSAKANIKAS, D.; DIMOPOULOS, P.; PANTIS, J.D.; SGARDELIS, S.P. Efficient biodiversity monitoring: which taxonomic level to study? **Ecological Indicators**, v. 15, n. 1, p. 100-104, Apr. 2012.

KING, J.R.; ANDERSEN, A.N.; CUTTER, A.D. Ants as bioindicators of habitat disturbance: validation of the functional group model for Australia's humid tropics. **Biodiversity and Conservation**, v. 7, p. 1.627-1.638, 1998.

KUNTSCHIK, D.P.; EDUARTE, M.; UEHARA, T.H.K. **Matas ciliares**. 2. ed. São Paulo: SMA, 2014. 80 p. Cadernos de Educação Ambiental, 7.

LOPES, J.F.S.; HALLACK, N.M.R.; SALES, T.A.; BRUGGER, M.S.; RIBEIRO, L.F.; HASTENREITER, I.N.; CAMARGO, R.S. Comparison of the ant assemblages in three phytophysionomies: rocky field, secondary forest, and riparian forest – a case study in the State Park of Ibitipoca, Brazil. **Psyche**, p. 1-7, 2012.

LOPES, D.T.; LOPES, J.; NASCIMENTO, I.C.; DELABIE, J.H. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera, Formicidae) em três ambientes no Parque Estadual Mata dos Godoy, Londrina, Paraná. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 100, n. 1, p. 84-90, mar. 2010.

LUTINSKI, J.A.; LUTINSKI, C.J.; LOPES, B.C.; MORAIS, A.B.B. Estrutura da comunidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em quatro ambientes com

diferentes níveis de perturbação antrópica. **Ecología Austral**, v. 24, p. 229-237, ago. 2014.

MACEDO, L.P.M. **Diversidade de formigas edáficas (Hymenoptera: Formicidae) em fragmentos da Mata Atlântica do estado de São Paulo**. 2004. 113 f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2004.

MACHADO, T.S.; PEREIRA, J.L. **Avaliação do processo de restauração ecológica em áreas de preservação permanente em propriedades rurais do extremo sul de Santa Catarina, sob a perspectiva da ecologia de paisagem**. 2017. 10 f. Relatório – Universidade do Extremo Sul Catarinense, Criciúma, 2017.

MAJER, J.D. Ants: bio-indicators of minesite rehabilitation, land-use, and land conservation. **Environmental Management**, v. 7, n. 4, p. 375-383, 1983.

MARTINS JÚNIOR, A.C.O.; CUNHA, S.L.R.; CAMPOS, R.B.F.; RIBEIRO, S.P. Abundância e riqueza de formigas em áreas ciliares na bacia do Rio Doce após o rompimento da barragem de rejeito de Fundão-Mariana/MG. In: CONGRESSO NACIONAL DE MEIO AMBIENTE DE POÇOS DE CALDAS, 13., 2016, Poços de Caldas. **Anais...** Poços de Caldas: 2016. p. 1-8.

MORINI, M.S.C.; MUNHAE, C.B.; LEUNG, R.; CANDIANI, D.F.; VOLTOLINI, J.C. Comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae) em fragmentos de Mata Atlântica situados em áreas urbanizadas. **Iheringia, Série Zoologia**, v. 97, n. 3, p. 246-252, set. 2007.

NOVOTNÝ, V.; BASSET, Y. Rare species in communities of tropical insect herbivores: pondering the mystery of singletons. **Oikos**, v. 89, n. 3, p. 564-572, 2000.

ODUM, E.P. **Fundamentos da ecologia**. 6. ed. São Paulo: Fundação Calouste Gulbenkian, 2004.

OLIVEIRA, I.R.P.; FERREIRA, A.N.; VIANA JÚNIOR, A.B.; DANTAS, J.O.; SANTOS, M.J.C.; RIBEIRO, M.J.B. Diversidade de formigas (Hymenoptera; Formicidae) edáficas em três estágios sucessionais de Mata Atlântica em São Cristóvão, Sergipe. **Agroforestalis News**, v. 1, n. 1, p. 48-58, set. 2016.

OLIVEIRA, J.A.V.; SILVA, D.M.; SANTANA, F.A. Ant species diversity in ciliary forest and gallery forest areas in central Brazil. **Advances in Entomology**, v. 2, n. 1, p. 24-32, 2014.

OTTONETTI, L.; TUCCI, L.; SANTINI, G. Recolonization patterns of ants in a rehabilitated lignite mine in Central Italy: potential for the use of Mediterranean ants as indicators of restoration processes. **Restoration Ecology**, v. 14, n. 1, p. 60-66, mar. 2006.

PEREIRA, M.P.S.; QUEIROZ, J.M.; VALCARCEL, R.; MAYHÉ-NUNES, A.J. Fauna de formigas como ferramenta para monitoramento de área de mineração reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. **Ciência Florestal**, v. 17, n. 3, p. 197-204, jul./set. 2007.

PIELOU, E.C. Species-diversity and pattern-diversity in the study of ecological succession. **Journal of Theoretical Biology**, v. 10, n. 2, p. 370-383, Feb. 1966.

QUEIROZ, A.C.M. **Formigas como indicadores de impacto e reabilitação em áreas de mineração**. 2013. 132 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia Aplicada) – Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2013.

RÉ, T.M. **O uso de formigas como bioindicadores no monitoramento ambiental de revegetação de áreas mineradas**. 2007. 244 f. Tese (Doutorado em Engenharia) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2007.

REIS, A.; ZAMBONIM, R.M.; NAKAZONO, E.M. **Recuperação de áreas florestais degradadas utilizando a sucessão e as interações planta-animal**. São Paulo: Conselho Nacional da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica, 1999. 42 p. Série Recuperação, 14.

RIBAS, C.R.; CAMPOS, R.B.F.; SCHMIDT, F.A.; SOLAR, R.R.C. Ants as indicators in Brazil: a review with suggestions to improve the use of ants in environmental monitoring programs. **Psyche**, p. 1-23, 2012.

RIBEIRO, T.C. **Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) de fragmentos florestais em Santa Maria, Rio Grande do Sul, Brasil**. 2011. 73 f. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Animal) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2011.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. 6. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2010.

ROCHA, P.S. **Validação de bioindicadores de recuperação de áreas degradadas por minerações de bauxita em Poços de Caldas, MG**. 2004. 183 f. Dissertação (Mestrado em Geociências) – Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2004.

ROCHA, W.O. **Estudo da mirmecofauna aplicado na avaliação de áreas de garimpo de diamantes no município de Poxoréu, MT**. 2012. 53 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais e Ambientais) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2012.

ROCHA, W.O.; DORVAL, A.; PERES FILHO, O.; VAEZ, C.A.; RIBEIRO, E.S. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) bioindicadoras de degradação ambiental em Poxoréu, Mato Grosso, Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 22, n. 1, p. 88-98, 2015.

ROSADO, J.L.O.; BECKMANN, G.H.; PATRICIO, R.S.; HARTER-MARQUES, B. Estrutura da assembleia de formigas (Hymenoptera: Formicidae) epigéicas em áreas reabilitadas após mineração de carvão a céu aberto no sul de Santa Catarina, Brasil. **Revista Tecnologia e Ambiente**, v. 21, p. 207-227, 2014.

SANTOS, A.J. Estimativas de riqueza em espécies. In: CULLEN JR., L.; RUDRAN, R.; VALLADARES-PADUA, C. (Org.). **Métodos de estudos em biologia da conservação e manejo da vida silvestre**. 2. ed. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2006. p. 19-41.

SANTOS, M.S.; LOUZADA, J.N.C.; DIAS, N.; ZANETTI, R.; DELABIE, J.H.C.; NASCIMENTO, I.C. 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, Série Zoologia**, v. 96, n. 1, p. 95-101, mar. 2006.

SCHÄFFER, W.B.; ROSA, M.R.; AQUINO, L.C.S.; MEDEIROS, J.D. **Áreas de preservação permanente e unidades de conservação & Áreas de risco. O que uma coisa tem a ver com a outra?** Relatório de inspeção da área atingida pela tragédia das chuvas na Região Serrana do Rio de Janeiro. Brasília: MMA, 2011. 96 p. Série Biodiversidade, 41.

SCHMIDT, F.A.; DIEHL, E. What is the effect of soil use on ant communities? **Neotropical Entomology**, v. 37, n. 4, p. 381-388, July/Aug. 2008.

SEGAT, J.C.; VASCONCELLOS, R.L.F.; SILVA, D.P.; BARETTA, D.; CARDOSO, E.J.B.N. Ants as indicators of soil quality in an on-going recovery of riparian forests. **Forest Ecology and Management**, v. 404, p. 338–343, Sep. 2017.

SILVA, R.R.; BRANDÃO, C.R.F. Formigas (Hymenoptera: Formicidae) como indicadores da qualidade ambiental e da biodiversidade de outros invertebrados terrestres. **Biotemas**, v. 12, n. 2, p. 55-73, 1999.

SKENE, K.R. The energetics of ecological succession: a logistic model of entropic output. **Ecological Modelling**, v. 250, p. 287-293, 2013.

SKORUPA, L.A. **Áreas de preservação permanente e desenvolvimento sustentável**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2003.

SOARES, S.A. **Comunidades de formigas (Hymenoptera: Formicidae) em áreas alagáveis e não alagáveis do Pantanal Sul Mato-Grossense, Miranda**. 2009. 52 f. Dissertação (Mestrado em Entomologia e Conservação da Biodiversidade) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2009.

SOUZA, J.L.P.; BACCARO, F.B.; LANDEIRO, V.L.; FRANKLIN, E.; MAGNUSSON, W.E.; LIMA PEQUENO, P.A.C.; FERNANDES, I.O. Taxonomic sufficiency and indicator taxa reduce sampling costs and increase monitoring effectiveness for ants. **Diversity and Distributions**, p. 1-12, 2015.

UNDERWOOD, E.C.; FISHER, B.L. The role of ants in conservation monitoring: if, when, and how. **Biological Conservation**, v. 132, p. 166-182, June 2006.

VERZERO VILLALBA, F.I.; SGARBI, C.A.; MASON, S.C.; RICCI, M.E. Grupos funcionales dominantes de hormigas (Hymenoptera: Formicidae) en pastizales naturales con y sin pastoreo del noroeste de Buenos Aires, Argentina. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 113, n. 2, p. 107-113, 2014.

WINK, C.; GUEDES, J.V.C.; FAGUNDES, C.K.; ROVEDDER, A.P. Insetos edáficos como indicadores da qualidade ambiental. **Revista de Ciências Agroveterinárias**, v. 4, n. 1, p. 60-71, 2005.