

FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHARELADO

LETÍCIA DOS SANTOS GOMES BONIN

**BIODIVERSIDADE DE FORMIGAS EM UM GRADIENTE DE
COBERTURA FLORESTAL**

VOLTA REDONDA

2018

**FUNDAÇÃO OSWALDO ARANHA
CENTRO UNIVERSITÁRIO DE VOLTA REDONDA
PRÓ-REITORIA ACADÊMICA
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS – BACHARELADO**

**BIODIVERSIDADE DE FORMIGAS EM UM GRADIENTE DE
COBERTURA FLORESTAL**

Artigo apresentado ao Curso de Ciências Biológicas do UniFOA como requisito para a obtenção do título de bacharel em Ciências Biológicas.

Aluna:

Letícia dos Santos Gomes Bonin

Orientador:

Prof. Dr. André Barbosa Vargas

VOLTA REDONDA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA

Bibliotecária: Alice Tação Wagner - CRB 7/RJ 4316

B715b Bonin, Leticia dos Santos Gomes.
Biodiversidade de formigas em um gradiente de cobertura florestal. / Leticia dos Santos Gomes Bonin. – Volta Redonda: UniFOA, 2018.

29 p. Il.

Orientador (a): Prof. Dr. André Barbosa Vargas

Monografia (TCC) – UniFOA / Curso de Ciências Biológicas - Bacharelado, 2018.

1. Ciências Biológicas - TCC. 2. Diversidade biológica. 3. Mirmecofauna - conservação. I. Vargas, André Barbosa. II. Centro Universitário de Volta Redonda. III. Título.

CDD 570



Fundação Oswaldo Aranha



FOLHA DE APROVAÇÃO

Trabalho de Conclusão de Curso intitulado: Biodiversidade de Formigas em um gradiente de cobertura florestal

Elaborado por Letícia dos Santos Gomes Bonin apresentado publicamente perante a Banca Avaliadora, como parte dos requisitos para conclusão do Curso de Ciências Biológicas, modalidade Bacharelado.

Aprovada em 30 de outubro de 2018

Banca Avaliadora:

Professor Orientador

André Barbosa Vargas, Dr. Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA.

Professor Avaliador

Rodrigo Rocha Barbosa, Dr. Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA.

Professor Avaliador

Paulo Roberto de Amoretty, Doutor, Centro Universitário de Volta Redonda – UniFOA.

Dedico primeiramente, à Deus por ser essencial em minha vida e aos meus pais Robson Bonin e Silvia Cristina dos Santos Gomes Bonin minhas inspirações e principais motivações.

AGRADECIMENTOS

Agradeço à Deus por toda força, proteção e companhia até aqui. A minha família por todo o carinho, apoio e dedicação necessária ao longo da minha formação acadêmica e em especial meus pais, que tanto se dedicaram e lutaram diariamente para me proporcionar a realização de um sonho e aos meus avós que me receberam em sua casa durante essa jornada. Ao meu namorado, Bruno, por ter estado ao meu lado em cada momento. Aos amigos que tornaram esses quatro anos mais fáceis, Marina Nogueira, Letícia Ferreira, Felipe Lemos e Marcelly Sousa. E ao meu orientador, André Barbosa Vargas, por toda a sabedoria compartilhada.

RESUMO

Impactos ambientais ocorrem em grande parte por decorrência do uso indevido e/ou equivocado dos recursos naturais. São observadas alterações significativas, estas podem levar a fragmentação de ecossistemas, ocasionando a perda de espécies importantes. Ou ainda a introdução de espécies exóticas, que por sua vez, podem provocar desequilíbrio. Para que haja uma abordagem equilibrada entre a conservação e o uso sustentável da diversidade biológica se faz necessário conhecer tanto os habitats naturais quanto os modificados. Neste sentido, a biodiversidade de formigas foi avaliada em três áreas com diferentes formações florestais, amostradas por armadilhas de queda do tipo *pitfall*, que foram distribuídas em seis transectos, de 150 metros, alocados nas regiões de analisadas. A fauna de formigas demonstrou que a riqueza e a composição das espécies de formigas diferem entre as formações florestais. Com 77 espécies a região A apresentou a maior riqueza cumulativa de espécies. Já a região C contou com o maior número de espécies exclusivas, totalizando 20 espécies. O padrão de riqueza em espécies observado para as duas campanhas e para as três regiões de amostragem pode ser considerado satisfatório e dentro dos padrões de riqueza esperados. Com relação à composição de espécies observou-se uma variação muito significativa, o que demonstra que as regiões de amostragem apresentam características peculiares. Ainda que as regiões de amostragem sejam fragmentos estas apresentaram uma boa representatividade da fauna de formigas características dos biomas. Portanto, a preservação e a conservação desses fragmentos é de extrema importância para a conservação da fauna de formigas.

Palavras-chave: Conservação. Diversidade Biológica. Mirmecofauna. Mata Atlântica.

ABSTRACT

Environmental impacts occur in large part as a result of misuse and / or misuse of natural resources. Significant changes are observed, these can lead to the fragmentation of ecosystems, leading to the loss of important species. Or the introduction of exotic species, which in turn can cause imbalance. For a balanced approach to the conservation and sustainable use of biological diversity, it is necessary to know both natural and modified habitats. In this sense, the ant biodiversity was evaluated in three areas with different forest formations, sampled by pitfall fall traps, which were distributed in six transects of 150 meters, allocated in the analyzed regions. Ant fauna has shown that the richness and composition of ant species differ between forest formations. With 77 species, region A presented the highest cumulative species richness. The region C had the largest number of exclusive species, totaling 20 species. The pattern of species richness observed for the two campaigns and for the three sampling regions can be considered satisfactory and within the expected wealth patterns. Regarding the composition of species, a very significant variation was observed, which shows that the sampling regions present peculiar characteristics. Although the regions of sampling are fragments these presented a good representation of the fauna of ants characteristic of the biomes. Therefore, the preservation and conservation of these fragments is of extreme importance for the conservation of the ants fauna.

Keywords: Conservation. Biological Diversity. Mirmecofauna. Atlantic Forest.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

- Figura 1 – Exemplo de armadilha de solo do tipo *pitfall*, utilizada na amostragem da fauna de formigas..... p. 15
- Figura 2 – Representação da proporção de espécies entre as subfamílias encontradas no estudo..... p. 17
- Figura 3 – Representação do total de espécies coletadas nas campanhas e do número de espécies exclusivas e comuns de cada região de amostragem..... p. 18
- Figura 4 – Riqueza de espécies de formigas observadas nas três regiões de amostragem p. 19
- Figura 5 – Ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) da composição de espécies de formigas coletadas nas três localidades. Esta análise de ordenação foi calculada a partir do índice de dissimilaridade de Bray-Curtis (Stress = 0,17; Anosim: R = 0,19; P = 0,0001). Legenda: (+) Região B; (□) Região C; (○) Região A..... p. 20

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Geolocalização das regiões selecionadas para amostragem.....	p. 14
Tabela 2 – Esforço amostral empregado na primeira e na segunda campanha de amostragem da fauna de formigas, nas três regiões, para o diagnóstico faunístico no ano de 2011	p. 15

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	10
2 METODOLOGIA	12
2.1 ÁREA DE ESTUDO.....	12
2.2 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM	14
2.3 MATERIAL COLETADO.....	16
2.3.1 Análise dos dados	16
3 RESULTADOS	17
4 DISCUSSÃO	20
5 CONCLUSÃO	23
REFERÊNCIAS	24

1 INTRODUÇÃO

A riqueza e a diversidade de espécies de formigas tendem a aumentar de acordo com a complexidade dos ambientes, devido a uma maior disponibilidade de nichos presentes. As formigas têm sido utilizadas como ferramentas no monitoramento ambiental de áreas perturbadas devido a sua forte ligação com o ambiente (Pereira et al., 2007), estas apresentam uma série de características desejáveis, como facilidade de amostragem; alta abundância e ampla distribuição; importância no funcionamento dos ecossistemas, ecologia e taxonomia relativamente bem conhecidas (Agosti et al., 2000).

Com relação ao funcionamento dos ecossistemas as formigas participam ativamente de processos como a polinização, dispersão de sementes, regulação de populações de outras espécies e ciclagem de nutrientes através da fragmentação e ingestão de material da serrapilheira, além de interagirem com os micro-organismos que decompõem e mineralizam os detritos (Hölldobler & Wilson, 1990; Demarco & Coelho, 2004; Cumming, 2007). Deste modo, as formigas influenciam no aumento e manutenção da qualidade do solo e o crescimento das plantas (Höfer et al., 2001).

Em paisagens fragmentadas, como na Mata Atlântica, as mudanças na estrutura do solo e da vegetação afetam de forma mais incisiva. Essas mudanças afetam a fauna local e associada, visto que seus refúgios e microhabitats são reduzidos e/ou destruídos (Silva et al., 2017). Os impactos negativos relacionados aos efeitos da fragmentação florestal são ainda ampliados com o efeito de borda que aumenta a incidência de ventos e raios solares, aumentando a luminosidade, temperatura e umidade, que são fatores ambientais importantes e reguladores para comunidades de artrópodes (Nakamura *et al.*, 2003; Uehara-Prado *et al.*, 2009). O efeito de borda pode ainda restringir o desenvolvimento e a distribuição das espécies tanto de vegetais como de animais, alterando parâmetros ecológicos como riqueza, abundância e diversidade. A fragmentação pode reduzir ainda a dispersão de espécies (Thomas, 2000; Belisle *et al.*, 2001), a cadeia trófica (Komonem *et al.*, 2000), restringir a ocorrência de espécies especialistas (Gibbs & Stanton, 2001) e alterar aspectos biológicos relacionados ao forrageamento (Mahan & Yahner, 1999).

Ao se alterarem as estruturas da vegetação e do solo, organismos como, por exemplo, invertebrados terrestres respondem rapidamente a estas mudanças, variando a riqueza, abundância e diversidade, ocorrendo o deslocamento e substituição de espécies (Majer, 1983). Em um primeiro momento, ocorre o deslocamento das espécies que necessitam de condições específicas de umidade e temperatura, seguidas por espécies dependentes de características da vegetação que são perdidas e, por último, as predadoras que dependem das primeiras para sobreviverem (Hölldobler & Wilson, 1990). Esta sucessão ocorre sempre que modificações estruturais de ordem natural ou antrópica afetam o ambiente. Com isto, espécies mais tolerantes tomam o lugar das mais sensíveis e, ao beneficiarem-se pela ausência de competidores, tornam-se abundantes e dominantes (Vasconcelos, 1998; Sobrinho & Schoereder, 2006).

A importância da mirmecofauna como organismos bioindicadores foi evidenciada mais uma vez por um estudo de Ribas e colaboradores (2012) onde o número e a composição das espécies de formigas se mostrou afetado durante a realização de uma estratégia de revegetação, que é um parâmetro importante para as técnicas de reabilitação. Vargas (2011) avaliou o efeito de atributos ambientais e estruturais de fragmentos florestais em diferentes paisagens no Município de Vassouras, RJ, empregando um esforço amostral de 620 unidades registrou 170 espécies de formigas. O autor constatou que a riqueza e a composição da fauna apresentam variações significativas entre fragmentos e paisagens com distintos usos do solo.

Com o auxílio da mirmecofauna, Neves e colaboradores (2015) constatou que variáveis ambientais, como temperatura, precipitação e condições edáficas, são responsáveis pela variação na composição de espécies nas florestas tropicais sazonalmente secas, sendo a temperatura a variável de maior efeito. Já Solar e colaboradores (2016) avaliou as respostas das formigas referentes às mudanças no uso da terra e aos distúrbios florestais, o que proporcionou maior clareza sobre os padrões e perdas de biodiversidade nas florestas tropicais. O autor observou que a riqueza de espécies fornece informações limitadas sobre a mudança na comunidade de formigas e que a composição de espécies varia ao longo do gradiente de perturbações.

Para diferentes formações de Savana e Caatinga Silva e colaboradores (2017) evidenciaram distinções entre a diversidade α , β e na composição de espécies. Para estes autores a diversidade de espécies passa a ser mais homogênea à medida que os ambientes se tornem também mais homogêneos. No mesmo sentido, Leal e colaboradores, (2012) com a relação a menor diversidade de espécies de plantas. Além de fatores como a temperatura (Vargas et al., 2007).

Atualmente, existe uma grande preocupação com a conservação da diversidade biológica, que por sua vez, vem sendo cada vez mais afetada pelo crescimento explosivo da população humana e pela distribuição desigual da riqueza. Os habitats naturais e os habitats modificados precisam ser conhecidos para que uma abordagem equilibrada seja desenvolvida entre a conservação e o uso sustentável da diversidade biológica.

Assim, organismos bioindicadores podem funcionar como detectores e monitores dos padrões de alterações ambientais, identificam as modificações antes que as mesmas se agravem, o que proporciona mais tempo e informações para que medidas conservativas sejam tomadas e efetuadas. Com isso, o objetivo do presente estudo foi avaliar a riqueza e a composição da fauna de formigas em três regiões com formações florestais diferentes e utilizar os dados observados para verificar a qualidade ambiental das mesmas.

2 METODOLOGIA

2.1 ÁREA DE ESTUDO

A avaliação da mirmecofauna foi realizada em três regiões que apesar de um histórico comum de exploração apresentam momentos distintos em sua sucessão florestal. Desta forma as regiões de amostragem apresentam fragmentos distintos quanto a complexidade vegetacional, além de diferenças no relevo, graus de antropização, altitude e clima. As regiões foram denominadas em região A, região B e região C que estão a seguir (Tabela 1):

Região A – localizada em uma região de transição entre os biomas Cerrado e Mata Atlântica pertencente ao município de Bom Sucesso (MG), encontra-se a 952 metros de altitude. Esta região de amostragem se caracteriza por atividades como a pecuária e a cafeicultura. No passado a região foi marcada por atividades de mineração (final do século XVIII e início do XIX) que devastaram áreas extensas, originando diversos processos erosivos que atualmente encontram-se sob processo de regeneração natural em distintos estágios de sucessão. O que reflete a pouca cobertura florestal na região. Os fragmentos florestais apresentam com árvores esparsas e com altura não ultrapassando os 15 metros. A formação florestal pode ser caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual (Veloso et al., 1991).

Região B – situada entre os municípios de Bom Jardim de Minas e Santa Rita de Jacutinga (MG), está a 1250 metros de altitude. Essa região foi muito explorada durante o ciclo do café e, atualmente a atividade pecuarista domina a região, porém, atualmente, apresentam o turismo rural e ecológico como outras atividades econômicas. Os fragmentos florestais avaliados encontram-se em diferentes estágios de sucessão margeados por corpos d'água, pastagem e/ou pela rodovia BR 494. Os municípios se caracterizam por apresentar vegetação diferenciada das duas outras regiões de amostragem e por apresentar maior altitude. A formação florestal pode ser caracterizada como Floresta Estacional Semidecidual com influencias de campos rupestres (nos afloramentos de quartzito) semidecíduais (Veloso et al., 1991).

Região C – Localizada no município de Paracambi (RJ), situada a 50 metros de altitude, esta região possui um histórico de uso da terra comum às outras áreas de amostragem (A e B). As formações florestais nesta região de amostragem estão sob um relevo bem irregular, apresentando um mosaico de fragmentos em diferentes estágios de sucessão. A formação florestal pode ser caracterizada como Floresta Ombrófila Densa (Veloso et al., 1991).

Tabela 1 – Geolocalização das regiões selecionadas para amostragem.

Regiões de Amostragem	Municípios	Coordenadas	Altitude
A	Bom Sucesso (MG)	21°01'58"S/ 44°45'58"O	952 metros
B	Bom Jardim de Minas (MG) Santa Rita de Jacutinga (MG)	22°01'23.53"S/ 44°10'14.02"O	1.250 metros
C	Paracambi (RJ)	22°37'53.43"S/ 43°47'6.71"O	50 metros

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.2 MÉTODOS DE AMOSTRAGEM

As formigas foram coletadas em dois períodos de amostragem (Tabela 2), utilizando as armadilhas de solo do tipo *Pitfall*. Essa é uma técnica bastante difundida para se estimar a riqueza e diversidade de espécies de invertebrados de solo. Com algumas adaptações essa técnica pode ainda amostrar não somente organismos epigéicos, mas também de hábitos arborícolas e hipogéicos (Oliverira-Santos et al., 2009; Figueiredo et al., 2013) e tem sido utilizada nos estudos com formigas (ver Agosti & Alonso, 2001). Em relação à fauna epigéica, a amostragem com armadilhas de solo (*pitfall*) apresenta grande vantagem. O método é simples e possui considerável relação custo/benefício e tem ação uniforme no ambiente, amostrando tanto durante o dia quanto a noite (Majer, 1997).

As armadilhas tipo *pitfall* foram constituídas de recipientes plásticos de 500 ml, enterrados até que a abertura ficasse no mesmo nível do solo. Sob o recipiente foi colocado uma cobertura com pratos descartáveis a uma altura de 5-10 centímetros sustentados por palitos de madeira. Este aparato serve para diminuir a entrada de água da chuva, caso aconteça. Cada recipiente recebeu um volume de 200 ml de álcool a 70%, como líquido conservante, e permaneceu por 48 horas ativo no campo. Os *pitfalls* foram distribuídos em seis transectos, de 150 metros, alocados

em cada região de amostragem. Cada transecto foi composto por 15 *pitfalls* espaçados por 10 metros. Desta forma, o esforço amostral em cada região foi de 90 unidades amostrais por campanha, sendo 270 em cada campanha e 540 unidades no total do estudo (Tabela 2).



Figura 1 - Exemplo de armadilha de solo do tipo *pitfall*, utilizada na amostragem da fauna de formigas.

Tabela 2 – Esforço amostral empregado na primeira e na segunda campanha de amostragem da fauna de formigas, nas três regiões, para o diagnóstico de faunístico no ano de 2011.

Região de Amostragem	Fitofisionomia	PITFALL	PITFALL	Total por Região
Região A	Floresta Estacional Semidecidual	45	45	90
Região B	Floresta Estacional Semidecidual	45	45	90
Região C	Floresta Ombrófila Densa	45	45	90
Total primeira campanha (abril/maio)		135	135	270
Total segunda campanha (setembro)		135	135	270
Total do estudo		270	270	540

Fonte: Elaborado pelos autores.

2.3 MATERIAL COLETADO

Após a coleta do material em campo, as amostras de fauna foram acondicionadas em potes apropriados com etiquetas contendo as referências de cada região e transecto, e encaminhadas ao Laboratório de Zoologia e Botânica do UniFOA para o processo de triagem, montagem e morfotipagem dos exemplares. Um exemplar de cada espécie de cada uma das amostras realizadas nas regiões foi montado em via seca e posteriormente identificado. Na identificação foi utilizada a chave de Bolton (2006).

2.3.1 Análise dos Dados

A riqueza de espécies foi estimada, em cada região de amostragem, utilizando o estimador não paramétrico Chao2 com auxílio do programa Estimates® versão 8.0.0 (Colwell, 2006), através de 100 aleatorizações. Para estes cálculos, foram utilizados os dados de ocorrência de cada espécie nas amostras. A diversidade de espécies foi calculada através dos índices de Shannon-Wiener (H') e de dominância de Simpson (D) e a equitabilidade de espécies pelo índice de Pielou (E).

Para analisar a composição de espécies entre as regiões foi elaborada uma matriz com a frequência de registro de cada espécie nos transectos. O índice de Bray-Curtis foi utilizado para calcular a matriz de similaridade de espécies e uma análise de ordenação (NMDS) com apenas uma dimensão foi realizada e, posteriormente, foi utilizada como a variável dependente “composição de espécies” (ver Bragagnolo *et al.*, 2007).

Para verificar a similaridade entre as regiões e entre as campanhas de amostragem, foi elaborada uma matriz de similaridade de espécies baseada no índice de Bray-curtis, para cada transecto. Em seguida, foi realizada uma ordenação com algoritmo de agrupamento pela média do vizinho mais próximo (Krebs, 1989). As amostras foram ordenadas por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS), utilizando a distância fornecida pelo índice de Bray-Curtis.

3 RESULTADOS

Em todo o estudo foram coletadas 120 espécies de formigas distribuídas em 37 gêneros e oito subfamílias (Figura 2). A subfamília Myrmicinae foi a mais rica, com 72 espécies, representou 60% do total de espécies amostradas. Em seguida a subfamília Ponerinae com 16 espécies, Formicinae com 15, Ectatomminae com 6, Dolichoderinae com 4, Heteroponerinae com 3, Ecitoninae e Pseudomyrmecinae com apenas 2 espécies.

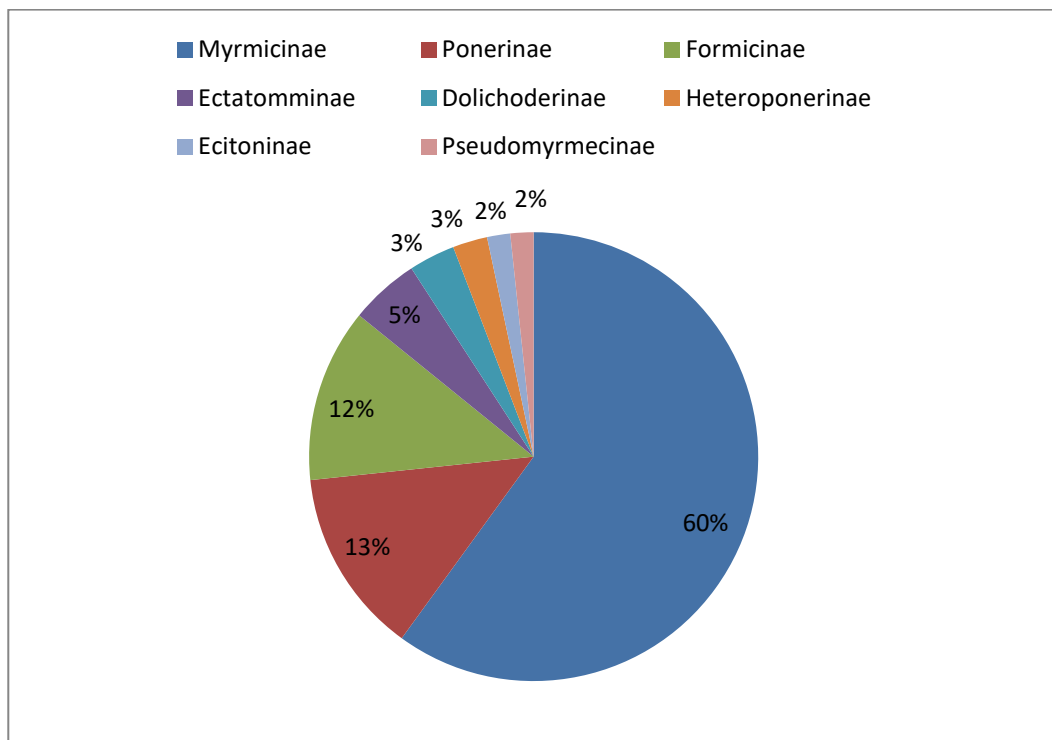


Figura 2 - Representação da proporção de espécies entre as subfamílias encontradas no estudo.

Fonte: Elaborado pelos autores.

Com a realização das campanhas a região A (Bom Sucesso) foram encontradas 53 espécies na primeira campanha e 58 na segunda, destas 17 eram exclusivas e 60 comuns. Na região B (Bom Jardim de Minas e Santa Rita de Jacutinga), foram registradas 37 espécies na primeira campanha e 55 na segunda, destas 16 eram exclusivas e 50 comuns. Na região C (Paracambi), foram registradas 42 espécies na primeira campanha e 60 na segunda, destas 20 eram exclusivas e 54 comuns (Figura 3).

A região A do município Bom Sucesso, apresentou a maior riqueza cumulativa contando com 77 espécies, seguida pela região C de Paracambi com 74 espécies e a região B, envolvendo Bom Jardim de Minas e Santa Rita de Jacutinga, com 66 espécies (Figura 3).

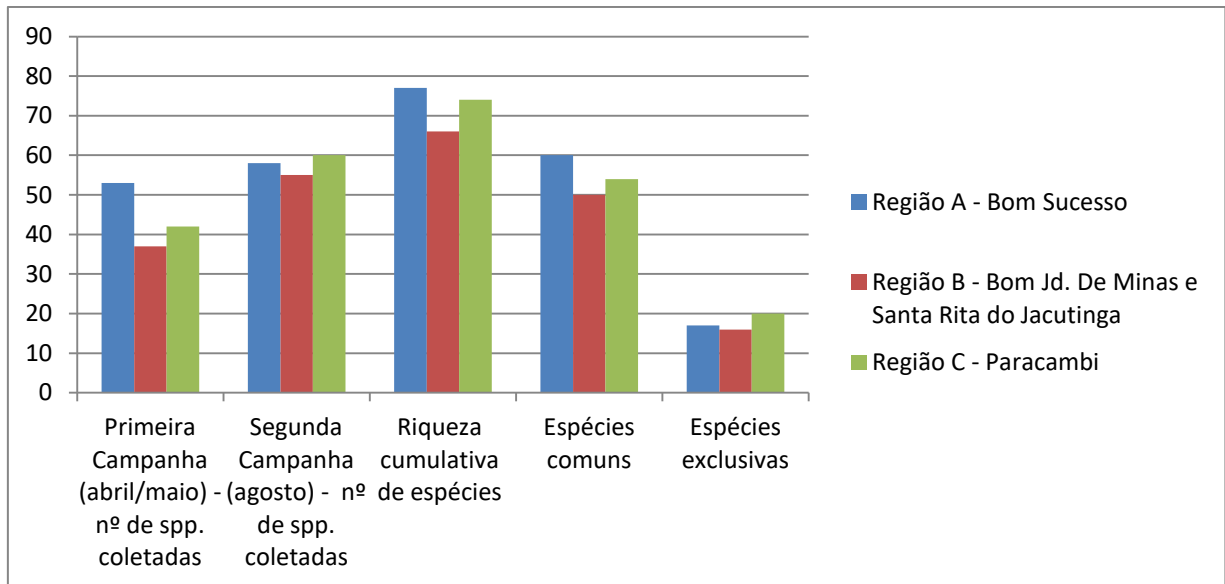


Figura 3 – Representação do total de espécies coletadas nas campanhas e do número de espécies exclusivas e comuns de cada região de amostragem.

Fonte: elaborado pelos autores.

Seis subfamílias eram comuns nas três regiões: Dolichoderinae (espécies: *Linepithema* sp. 1 e sp. 2); Ectatomminae (espécie: *Gnamptogenys* sp. 1); Formicinae (espécies: *Brachymyrmex* sp. 3, *Camponotus* sp. 4, e *Nylanderia* sp. 1); Heteroponerinae (espécie: *Heteroponera* sp.2); Myrmicinae (espécies: *Cyphomyrmex* sp. 4, *Octostruma rugifera*, *Pheidole gertrude*, *Pheidole* sp. 1, 2, 3, 4, 6, 8, 10, 16, 17, *Solenopsis* sp. 1, 2, 3, 5, *Strumigenys* sp. 1, *Trachymyrmex* sp. 1, *Wasmannia* sp. 1) e Ponerinae (*Hypoponera* sp. 1, *Pachycondyla* sp. 1, 2 e 4).

É válido ressaltar o registro de exemplares considerados raros das subfamílias Ponerinae (*Typhlomyrmex rogenhoferi*) e Myrmicinae (*Tranopelta*), a ausência de exemplares das subfamílias Amblyoponinae, Cerapachyinae e Procerattinae, geralmente registrados.

Dentre os gêneros, *Pheidole* foi o mais rico, com 19 espécies nas três regiões. A maior frequência de registro foi para os gêneros *Pheidole* e *Solenopsis* (487 e 277, respectivamente). Para as espécies, a maior frequência foi de *Solenopsis* sp. 2, com 200 espécimes registrados em todas as regiões de amostragem.

A riqueza em espécies para as duas campanhas agrupadas demonstrou que tanto a riqueza observada quanto a riqueza estimada podem aumentar, pois as curvas não atingiram sua assíntota (figura 4).

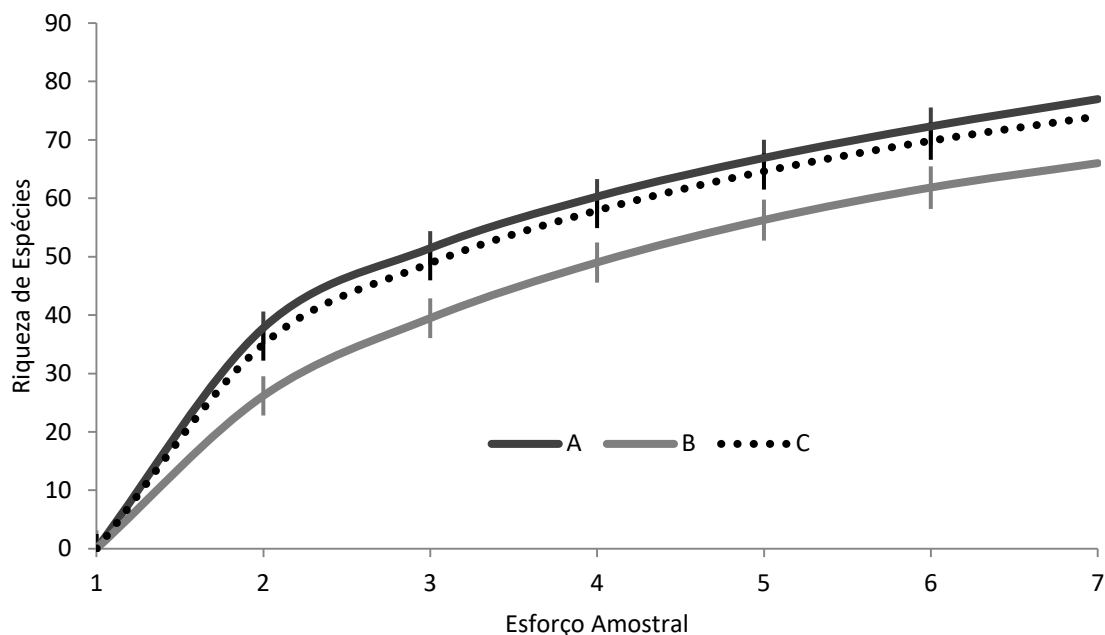


Figura 4: Riqueza de espécies de formigas observadas nas regiões de amostragem.

Fonte: elaborado pelos autores.

Os dados sugerem que a composição das faunas amostradas é diferente. Onde a região A apresentou a fauna mais idêntica, seguida pela região de C e por fim, a região B. A região B, se mostrou de forma mais espalhada, isso se deve ao fato de ter espécies em comum tanto com o seu histórico de degradação quanto com a região C (Figura 5).

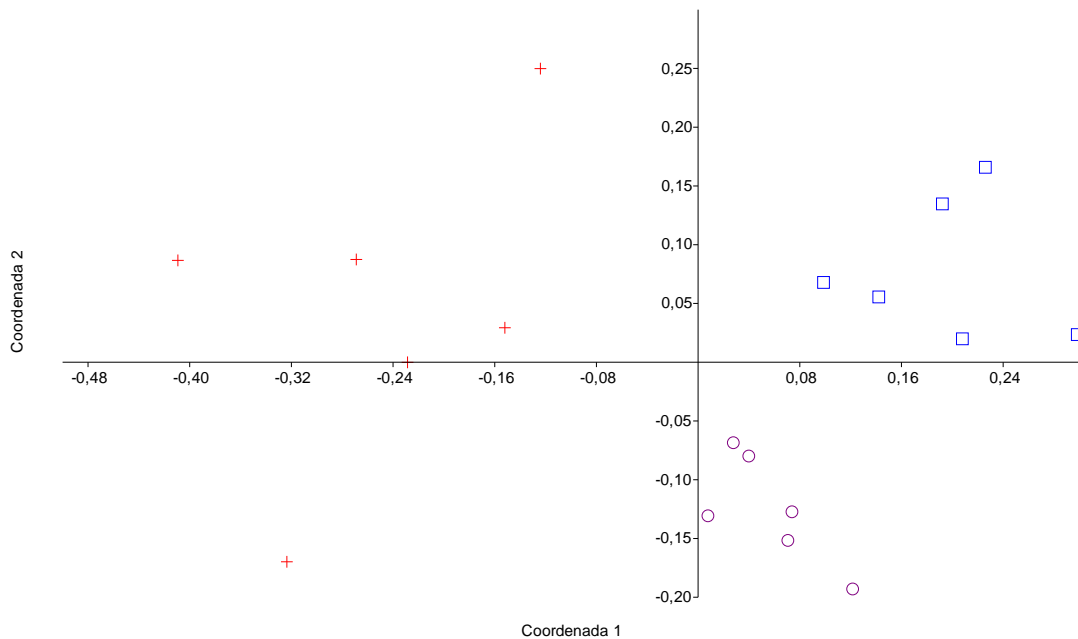


Figura 5: Ordenação por escalonamento multidimensional não-métrico (NMDS) da composição de espécies de formigas coletadas nas três localidades. Esta análise de ordenação foi calculada a partir do índice de dissimilaridade de Bray-Curtis (Stress = 0,17; Anosim: R = 0,19; P = 0,0001). Legenda: (+) Região B; (□) Região C; (○) Região A.

Fonte: elaborado pelos autores.

4 DISCUSSÃO

O padrão de riqueza em espécies observado para as duas campanhas e para as três regiões de amostragem pode ser considerado satisfatório e dentro dos padrões de riqueza esperados. Houve variação significativa entre as regiões na primeira campanha, mas não houve diferença entre as regiões na segunda campanha. Já a composição de espécies variou significativamente entre as regiões nas duas campanhas, demonstrando que as regiões de amostragem apresentam características peculiares, mesmo em fitofisionomias iguais, que podem estar relacionadas a fatores como relevo, clima e histórico das regiões.

A composição de espécies mostrou o mesmo padrão em ambas as campanhas com a formação de agrupamentos constituídos pelos transectos da mesma região de amostragem. Observou-se que fitofisionomias distintas apresentaram riqueza e composição de espécies de formigas também distintas. Por outro lado, o estudo demonstrou que uma mesma fitofisionomia pode apresentar riqueza e composição de fauna de formigas variadas como encontrado para as regiões A e B. Neste caso, apesar do esperado serem riquezas e composições de espécies semelhantes, as diferenças podem estar relacionadas a diferenças altitudinais, já relatadas por Ward (2000), como também, ao relevo, clima, uso atual da terra e histórico das áreas (Dias *et al.*, 2008; Vargas 2011).

Pensando na conservação da biodiversidade, vale salientar que estes fragmentos florestais devem ser manejados/preservados de forma a contemplar suas particularidades (altitude, clima, relevo e uso da terra). Em caráter mais amplo, não só os fragmentos avaliados, mas também os fragmentos e demais formações florestais vizinhos a estes, e assim contribuir para aumentar a cobertura florestal nestas regiões, proporcionando maiores chances de sobrevivência e permanência das espécies florestais.

A subfamília Myrmicinae foi a principal responsável pela variação da riqueza de espécies nas regiões de amostragem, sendo a mais rica em termos de gêneros e espécies. A predominância de espécies dessa subfamília pode ser justificada, segundo autores como Albuquerque & Diehl (2009) e Boscardin *et al.* (2014), devido a sua alta abundância e aos seus hábitos diversos. A subfamília Myrmicinae conta com espécies predadoras generalistas ou especialistas, onívoras, detritívoras, cortadeiras, cultivadoras de fungos, entre outros (Holldobler & Wilson, 1990). Mirmicíneos são encontrados em todas as principais massas de terra e em essencialmente todos os habitats ocupados por formigas (Ward, 2010).

Dentre os gêneros desta subfamília, a hiperdiversidade do gênero *Pheidole* contribuiu com a maior riqueza e frequência. Sendo bem distribuído na região Neotropical com mais de 600 espécies (Wilson, 2003), o gênero *Pheidole* é bem representado em estudos nos mais diversos ambientes. Além disso, apresenta hábitos variados interagindo com plantas e outros artrópodes (Holldobler & Wilson,

1990; Wilson, 2003). Em ambos os casos, tanto para Myrmicinae quanto para *Pheidole*, os resultados corroboram para o padrão observado em outros pontos na região Neotropical tanto para a fauna de formigas sob o solo (epigéicas) quanto para a fauna arborícola (Benson & Harada, 1988; Silva & Silvestre, 2004; Ward, 2000; Marinho *et al.*, 2002; Longino *et al.*, 2002, Santos *et al.*, 2006; Corrêa *et al.*, 2006; Vargas *et al.*; 2007; Dias *et al.*, 2008; Oliveira-Santos *et al.*, 2009; Coelho *et al.*, 2009; Gomes *et al.*, 2010).

Exemplares das subfamílias Amblyoponinae, Cerapachyinae e Procerattinae não foram representados, pois possuem preferência por nidificar e forragear em camadas superficiais do solo, apresentando hábitos hipogéicos (Holldobler & Wilson, 1990). Geralmente são amostradas quando extratores de Winkler são utilizados, sendo então pouco frequentes em armadilhas de solo – *pitfall* (Vargas *et al.*, 2009). A amostragem de representantes destas subfamílias utilizando *pitfalls* pode ser um indício de que os fragmentos avaliados não se encontram em bom estado de conservação.

A fauna de formigas tem sido utilizada como bioindicador da qualidade ambiental com sucesso e na Austrália já fazem parte de programas de monitoramento de fauna (Majer *et al.*, 2007; Pereira *et al.*, 2007). De maneira geral, a bioindicação por formigas se faz pela composição de gêneros e subfamílias de modo que suas características biológicas e ecológicas sejam consideradas. Nas análises, utilizam-se os parâmetros da comunidade para acompanhar a variação de alguns gêneros que respondem rapidamente às simplificações do habitat.

Neste contexto, os gêneros mais ricos em espécies com potencial para bioindicação são *Pheidole*, *Camponotus*, *Crematogaster* e *Solenopsis*. *Pheidole* com 898 espécies, considerado um gênero “hiperdiverso” de hábito generalista (Wilson, 2003). *Camponotus* com, aproximadamente, 452 espécies, cuja grande maioria também possui hábitos generalistas. São abundantes, polimórficas e ricas em espécies na região Neotropical (Fernández, 2003). *Crematogaster*, com 448 espécies descritas, está presente na região tropical sendo abundante e dominante em comunidades de dossel. *Solenopsis*, conhecidas como formigas de fogo ou lava-

pé, com uma picada dolorosa, possui 266 espécies identificadas (Agosti & Johnson 2011).

Segundo Caldart *et al* (2012) e Andersen (2000), a elevada presença dos gêneros *Pheidole* e *Solenopsis* pode significar indícios de alteração na estrutura do habitat, já que estes gêneros possuem elevada capacidade de adaptação em ecossistemas antropizados. Seguindo o mesmo exemplo, os gêneros *Ectatomma* e *Wasmannia* também podem ser considerados indicadores de ambientes alterados por possuírem hábitos oportunistas com grande capacidade de adaptação (Delabie, 1988). Por outro lado, o registro de *Pachycondyla*, *Cephalotes*, *Gnamptogenys* e *Cyphomyrmex*, gêneros com hábitos mais especializados com, pelo menos, uma espécie em cada módulo, indica que, por mais que estes ambientes possuam algum tipo de perturbação, ainda abrigam componentes importantes da fauna que também devem ser levados em consideração durante o levantamento.

Dentre as espécies potencialmente invasoras, cabe ressaltar a presença de *Wasmannia auropunctata*, reconhecidamente uma espécie exótica com grande plasticidade comportamental que se distribui rapidamente pelo ambiente, apresentando elevada abundância e dominância (Delabie, 1988). Ambientes antropizados favorecem seu surgimento e a substituição de espécies nativas.

6 CONCLUSÃO

Os resultados deste estudo demonstraram que a riqueza e a composição de espécies de formigas são distintas entre os locais amostrados e, que os fatores ambientais como a altitude, e fatores estruturais como as formações vegetacionais também tem influencia sobre a estrutura das comunidades de formigas. Ainda que as regiões de amostragem sejam fragmentos estas apresentaram uma boa representatividade da fauna de formigas características destes biomas. Portanto, a preservação e a conservação desses fragmentos é de extrema importância, no sentido de que ocorra uma maior conectividade entre essas formações vegetais.

REFERÊNCIAS

- AGOSTI, D. et al. (Eds.). **Ants: Standard methods for measuring and monitoring biodiversity**. Washington, D. C.: Smithsonian Institution Press, 2000. Disponível em: <http://antbase.org/databases/publications_files/publications_20330.htm>. Acesso em: 30 ago. 2017.
- AGOSTI, D. & ALONSO, L.E. 2001. **The ALL Protocol: a standard protocol for the collection of ground-dwelling ants**. Anet Newsletter, 3:811. Disponível em: <http://antbase.org/databases/publications_files/publications_20330.htm>. Acesso em: 22 fev. 2018.
- AGOSTI, D. & JOHNSON, N.F. 2011. **Antbase**. World Wide electronic publication. antbase.org. Disponível em: <<http://www.antbase.org>>, 2011. Acesso em: 22 fev. 2018.
- ALBUQUERQUE, E.Z. & E. DIEHL, 2009. Análise faunística das formigas epígeas (Hymenoptera, Formicidae) em campo nativo no Planalto das Araucárias, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Entomologia**, 53: 398-403.
- ANDERSEN, A. N. 2000. A Global Ecology of Rainforest Ants: Funcional Groups in Relation to Environmental Stress and Disturbance. In: AGOSTI, D.; MAJER, J. D.; ALONSO, L.E.; SCHULTZ, T.R. (eds.), **Ants: Standard Methods for Measuring and Monitoring Biodiversity**. Washington, Smithsonian Institution Press, p. 25-34.
- BELISLE, M., DESROCHERS, A. & FORTIN, M. J. 2001. Influence of forest cover on the movements of forest birds: a homing experiment. **Ecology**, 82(7), 2001, pp. 1893–1904.
- BENSON, W. W. & HARADA, A. Y. 1988. Local diversity of tropical and temperate ant fauna (Hymenoptera: Formicidae). **Acta Amazônica**, v. 18, p. 275-289.
- BOLTON, B. Synopsis and classification of Formicidae. **Memoirs of the American Entomological Institute**, v. 71, p. 1-370, 2006.
- BOSCARDIN, J., E. CORRÊA COSTA, J.H.C. DELABIE & J. GARLET, 2014. Efeito do fogo sobre a riqueza de formigas (Hymenoptera: Formicidae) associadas à *Pinus elliottii* Engelm. no sul do Brasil. **Ciência Florestal**, 24: 1031-1040.
- BRAGAGNOLO, C.; NOGUEIRA, A. A.; PINTO-DA-ROCHA, R.; PARDINI, R. Harvestmen in an Atlantic forest fragmented landscape: Evaluating assemblage response to habitat quality and quantity. **Biological Conservation**, v. 139, n. 4, p. 389-400, 2007.
- CALDART, V. M.; IOP, S.; LUTINSKI, J. A. & GARCIA, F. R. M. 2012. Diversidade de Formigas (Hymenoptera, Formicidae) do perímetro urbano do município de Chapecó, Santa Catarina, Brasil. **Revista Brasileira de Zociências** 14 (1, 2, 3): 81-94.

COELHO M. S, FERNANDES, W. D., SANTOS J. C., DELABIE J. H. C. 2009. Ants (Hymenoptera: Formicidae) as bioindicator of land restoration in a brazilian atlantic forest fragment. **Sociobiology**, 64: 51-63.

CORRÊA, M. M.; FERNANDES, W. D.; LEAL, I. R. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. **Neotropical Entomology**, v. 35, p. 724-730, 2006.

COWELL, R.K. 2006. EstimateS: statistical estimations of species richness and shared species from samples. Version 6.0b1. User's guide and application published at: <http://viceroy.eeb.uconn.edu/estimates>.

CUMMING, G. S. 2007. Global biodiversity scenarios and landscape ecology. **Landscape Ecology**. 22: 671-685.

DELABIE, J. H. C. 1988. Ocorrência de *Wasmannia auropunctata* (Roger, 1863) (Hymenoptera: Formicidae, Myrmicinae) em cacauais na Bahia, Brasil. **Revista Theobroma**, 1:29-37.

DEMARCO, P. & COELHO, F. M. 2004. Services performed by the ecosystem: Forest remnants influence agricultural cultures' pollination and production. **Biodiversity and Conservation** 1245–13: 1255.

DIAS, N. S.; ZANETTI, R.; SANTOS, M. S.; LOUZADA, J. & DELABIE, J. H. C. Interação de fragmentos florestais com agroecossistemas adjacentes de café e pastagem: respostas das comunidades de formigas (Hymenoptera, Formicidae). **Iheringia**, v. 98, n. 1, p. 136-142, 2008.

FERNÁNDEZ, F. 2003. Introducción a las hormigas de la región Neotropical. Instituto Humboldt, Bogotá. 424p.

FIGUEIREDO, C.J., SILVA, R.R., MUNHAE, C.B. & MORINI, M.S.C. Ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) attracted to underground traps in Atlantic Forest. **Biota Neotropica**. V. 13, n. 1, 2013.

GIBBS J. P. & STANTON E. J. 2001. Habitat fragmentation and arthropod community change: carrion beetles, phoretic mites, and flies. **Ecological Applications**. 11:79–85.

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, 2010.

HAMMER, Q.; HARPER, D. A. T.; RYAN, P. D. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. **Palaeontologia Electronica**, v. 4, n. 1, p. 0-9. http://palaeo-electronica.org/2001_1/past/issue1_01.htm, 2001.

HÖFER, H.; HANAGARTH, W.; GARCIA, M.; MARTIUS, C.; FRANKLIN, E.; RÖMBKE, J.; BECK, L. 2001. Structure and function of soil fauna communities in

Amazonian anthropogenic and natural ecosystems. **European Journal of Soil Biology**. 37, p. 229-235.

HÖLLDOBLER, B. & WILSON, E. O. 1990. *The Ants*. Harvard University Press, Cambridge. 732p.

KOMONEN A, PENTTILAE R, LINDGREN M, HANSKI I. 2000. Forest fragmentation truncates a food chain based on an old-growth forest bracket fungus. **Oikos** 90:119–26.

KREBS, C. J. 1989. *Ecological methodology*. New York, Harper Collins. 645p.

LEAL, I. R. *et al.* Effects of habitat fragmentation on ant richness and functional composition in Brazilian Atlantic Forest. **Biodiversity and Conservation**. 2012; 21: 1687-1701.

LONGINO, J. T.; CODDINGTON, J. & COLWELL, R.K. 2002. The ant fauna of a tropical rain forest: estimating species richness in three different ways. **Ecology**, 83:689-702.

MAHAN C. G. & YAHNER R. H. 1999. Effects of Forest fragmentation on behaviour patterns in the eastern chipmunk (*Tamias striatus*). **Canadian Journal of Zoology**. 77:1991–97.

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

MAJER, J. D.; DELABIE, J. H. C.; MCKENZIE, N. L. 1997. Ant litter fauna of forest edges and adjacent grassland in the Atlantic rain forest region of Bahia, Brazil. **Insectes Sociaux** 44: 255-266.

MAJER, J. D., BRENNAN K. E. C, MOIR M. L. 2007. Invertebrates and the Restoration of a Forest Ecosystem: 30 Years of Research following Bauxite Mining in Western Australia. **Restoration Ecology** Vol. 15, No. 4 (Supplement), pp. S104–S115.

MARINHO, C. G. S.; ZANETTI, R.; DELABIE, J. H. C.; SCHILINDWEIN, M. N.; RAMOS, L. S. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de Cerrado de Minas Gerais. **Neotropical Entomology**, v. 3, n. 2, p. 187-195, 2002.

NAKAMURA, A., PROCTOR, H. & CATTERALL, C. P. 2003. Using soil and litter arthropods to assess the state of rainforest restoration. **Ecological Management and Restoration**, 4: 20-28.

NEVES, D. M., DEXTER, K.G., PENNINGTON, R. T., BUENO, M. L., OLIVEIRA-FILHO, A. T. Environmental and historical controls of floristic composition across the South American Dry Diagonal. **J. Biogeography** 2015.

OLIVEIRA-SANTOS, L. G. R.; LOYOLA, R. D.; VARGAS, A. B. Canopy traps: A Technique for Sampling Arboreal Ants in Forest Vertical Strata. **Neotropical Entomology**, v. 38, n. 5, p. 691-694, 2009.

PEREIRA, M. P. S.; QUEIROZ, J. M.; VALCARCEL, R.; NUNES, A. J. M. Fauna de Formigas como Ferramenta para Monitoramento de Área de Mineração Reabilitada na Ilha da Madeira, Itaguaí, RJ. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 17, n. 3, p. 197-204, jul-set, 2007.

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

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**, v. 96, n. 1, p. 95-101, 2006.

SILVA, L. F. *et al.* Ant diversity in Brazilian tropical dry forests across multiple vegetation domains. **Environmental Research Letters**, vol.12. 2017.

SILVA, R. R. & SILVESTRE, R. Riqueza da fauna de formigas (Hymenoptera: Formicidae) que habita as camadas superficiais do solo em Seara, Santa Catarina. **Papéis Avulsos de Zoologia**, v. 44, n. 1, p. 1-11, 2004.

SOBRINHO, T. G. & SHOEREDER, J. H. 2006. Edge and shape effects on ant (Hymenoptera: Formicidae) species richness and composition in forest fragments. **Biodiversity and Conservation**. 10.1007/s10531-006-9011-3.

SOLAR, R. R. C. et al. Biodiversity consequences of land-use change and forest disturbance in the Amazon: a multiscale assessment using ant communities **Biological Conservation**. 2016

THOMAS, C. D. 2000. Dispersal and extinction in fragmented landscapes. **The Royal Society**. 267: 139-145.

UEHARA-PRADO, M.; FERNANDES, J. O.; BELLO, A. M.; MACHADO, G.; SANTOS, A. J.; VAZ-DE-MELLO, F. Z.; LUCCI-FREITAS, A. V. Selecting terrestrial arthropods as indicators of small-scale disturbance: A first approach in the Brazilian Atlantic Forest. **Biological Conservation**, v. 142, p. 1220–1228, 2009.

VARGAS, A. B.; MAYHE-NUNES, A. J.; QUEIROZ, J. M.; ORSOLON, G. S. & FOLLY-RAMOS. 2007. Efeito de fatores ambientais sobre a mirmecofauna em comunidade de restinga no Rio de Janeiro, RJ. **Neotropical Entomology** 36(1): 028-037.

VARGAS, A. B.; QUEIROZ, J. M.; MAYHÉ-NUNES, A. J.; ORSOLON, G. S. & RAMOS, E. F. 2009. Teste da Regra de Equivalência Energética para Formigas de Serapilheira: Efeitos de Diferentes Métodos de Estimativa de Abundância em Floresta Ombrófila. **Neotropical Entomology** 38(6):867-870.

VARGAS A. B. 2011. Diversidade de formigas em fragmentos florestais no Vale do Paraíba, Vassouras, Rio de Janeiro. Tese de Doutorado, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro.

VASCONCELOS, H.L. Respostas de formigas à fragmentação florestal. **IPEF**, v. 12, 1998, p. 95-98.

VELOSO, H.P.; RANGEL FILHO, A.L.R.; LIMA, I.C.A. 1991. Classificação da vegetação brasileira, adaptada a um sistema universal. **IBGE**, 123p.

WARD, P. S. 2000. Broad-scale Patterns of Diversity in leaf litter ant communities. p. 99-121. In: D. Agosti; J.D. Majer; L. Alonso & T. Schultz (eds). *Ants: standard methods for measuring and monitoring biodiversity*. Washington, Smithsonian Institution, 280p.

WARD, P.S., 2010. Taxonomy, phylogenetics, and evolution. p. 3-17. *In*: Lach, L., C.L. Parr & K.L. Abbott. *Ant Ecology*. N.Y., Oxford University Press. 402 p. Wild, A.L., 2002. The genus *Pachycondyla*

WILSON, E. O. 2003. *Pheidole in the New World: a dominant, hyperdiverse ant genus*. Cambridge: Harvard University Press. 818p.