

Paradigmas agroecológicos

e suas diferentes abordagens



Antonio Flávio Arruda Ferreira
Anderson Barzotto
Dayanna do Nascimento Machado
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2022

Paradigmas agroecológicos

e suas diferentes abordagens



Antonio Flávio Arruda Ferreira
Anderson Barzotto
Dayanna do Nascimento Machado
(Organizadores)

Atena
Editora
Ano 2022

Editora chefe

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

Editora executiva

Natalia Oliveira

Assistente editorial

Flávia Roberta Barão

Bibliotecária

Janaina Ramos

Projeto gráfico

Camila Alves de Cremo

Daphynny Pamplona

Gabriel Motomu Teshima

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

Imagens da capa

iStock

Edição de arte

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição *Creative Commons*. Atribuição-Não-Comercial-NãoDerivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

Conselho Editorial**Ciências Agrárias e Multidisciplinar**

Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano

Profª Drª Amanda Vasconcelos Guimarães – Universidade Federal de Lavras

Profª Drª Andrezza Miguel da Silva – Universidade do Estado de Mato Grosso

Prof. Dr. Arinaldo Pereira da Silva – Universidade Federal do Sul e Sudeste do Pará

Prof. Dr. Antonio Pasqualetto – Pontifícia Universidade Católica de Goiás

Profª Drª Carla Cristina Bauermann Brasil – Universidade Federal de Santa Maria



Prof. Dr. Cleberton Correia Santos – Universidade Federal da Grande Dourados
Prof^o Dr^a Diocléa Almeida Seabra Silva – Universidade Federal Rural da Amazônia
Prof. Dr. Écio Souza Diniz – Universidade Federal de Viçosa
Prof. Dr. Edevaldo de Castro Monteiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Fágner Cavalcante Patrocínio dos Santos – Universidade Federal do Ceará
Prof^o Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Guilherme Renato Gomes – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Jael Soares Batista – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Jayme Augusto Peres – Universidade Estadual do Centro-Oeste
Prof. Dr. Júlio César Ribeiro – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof^o Dr^a Lina Raquel Santos Araújo – Universidade Estadual do Ceará
Prof. Dr. Pedro Manuel Villa – Universidade Federal de Viçosa
Prof^o Dr^a Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Prof. Dr. Renato Jaqueto Goes – Universidade Federal de Goiás
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof^o Dr^a Talita de Santos Matos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Dr. Tiago da Silva Teófilo – Universidade Federal Rural do Semi-Árido
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas



Paradigmas agroecológicos e suas diferentes abordagens

Diagramação: Gabriel Motomu Teshima
Correção: Mariane Aparecida Freitas
Indexação: Amanda Kelly da Costa Veiga
Revisão: Os autores
Organizadores: Antonio Flávio Arruda Ferreira
Anderson Barzotto
Dayanna do Nascimento Machado

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P222 Paradigmas agroecológicos e suas diferentes abordagens / Organizadores Antonio Flávio Arruda Ferreira, Anderson Barzotto, Dayanna do Nascimento Machado. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-5983-872-1

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.721222801>

1. Ecologia agrícola. I. Ferreira, Antonio Flávio Arruda (Organizador). II. Barzotto, Anderson (Organizador). III. Machado, Dayanna do Nascimento (Organizadora). IV. Título. CDD 577.55

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná – Brasil
Telefone: +55 (42) 3323-5493
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br



Atena
Editora
Ano 2022

DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



APRESENTAÇÃO

A coleção “Paradigmas agroecológicos e suas diferentes abordagens” está focada na apresentação científica de trabalhos variados, abordando de maneira categorizada e interdisciplinas as pesquisas, relatos, trabalhos e revisões de literatura que permeiam os aspectos agroecológicos de produção, conservação e seus direcionamentos.

Com essa coleção, tem-se o objetivo de apresentar de forma fácil e aberta os estudos desenvolvidos em instituições de ensino e pesquisa do país, a fim de fortalecer a divulgação dos conceitos da agroecologia, dos sistemas agroecológicos de cultivo e de um caminho sustentável de produção de alimentos.

O conhecimento agroecológico vem ganhando notoriedade pois visa superar os problemas ocasionados, à biodiversidade e à sociedade, pela agricultura extensiva, monocultora e do uso excessivo de defensivos agrícolas, tornando a agroecologia uma ferramenta de grande importância para o desenvolvimento sustentável e racional da agricultura.

Além disso, a agricultura sustentável engloba práticas que permeiam as questões político-sociais, culturais, energéticas, ético-ambientais e a agricultura familiar, pontos importantes para a permanência e fixação da população no campo, obtenção de renda e alimentação segura.

Esse viés agroecológico, propõe a produção de diversas espécies vegetais, sem dependência de insumos agrícolas, com baixa mecanização e consumo local dos produtos, beneficiando assim, a biodiversidade regional. Com uma biodiversidade biológica maior ocorre impactos positivos na sociedade, economia e no ambiente, uma vez que nesse sistema tende-se a aumentar a disponibilidade de nutrientes no solo, auxiliar a manutenção dos ciclos biogeoquímicos de forma eficiente e proporcionar o fortalecimento da soberania e segurança alimentar pela produção de várias espécies de plantas.

Contudo, a agroecologia tem como desafio romper com os conceitos e paradigmas para que a produção de alimentos siga um caminho sustentável. Desta forma, para o estabelecimento desse segmento da agricultura precisa-se de organização, consciência pública, estudos de mercado, infraestrutura e, principalmente, de mudanças no ensino, pesquisa e extensão rural para que o conhecimento agroecológico ganhe ainda mais força.

Por fim, essa publicação da Atena Editora, demonstra sua responsabilidade no incentivo de estudos nessa área, preocupando-se com a sociedade, o futuro e a busca por uma agricultura social, econômica, cultural, ecológica e técnico-produtiva.

Antonio Flávio Arruda Ferreira

Anderson Barzotto

Dayanna do Nascimento Machado

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1..... 1

AGROECOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO: POSSIBILIDADES DO USO DO MARKETING

Heliene Macedo de Araújo

Marta Cristina Marjotta-Maistro

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7212228011>

CAPÍTULO 2..... 8

A TROCA DE SABERES DA REDE DE PRODUTORES E CONSUMIDORES AGROECOLÓGICOS DE ARAPONGA/MG

Rosangela Bitencourt

Tatiana da Rocha Vieira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7212228012>

CAPÍTULO 3..... 16

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL COMO INSTRUMENTO PARA APLICAÇÃO DE TÉCNICAS AGROECOLÓGICAS NO MUNICÍPIO DE IPANGUAÇU-RN

Ana Mônica de Britto Costa

Fernando Moreira da Silva

Henrique Roque Dantas

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7212228013>

CAPÍTULO 4..... 25

PARASITISMO DA FORMIGA-CORTADEIRA *ATTA LAEVIGATA* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) CAUSADO POR MOSCAS FORIDEOS EM ÁREA DE VEGETAÇÃO NATURAL DO BIOMA DE MATA ATLÂNTICA

Fabiola Aparecida Pimentel

Omar Eduardo Bailez

Renata Cunha Pereira

Ana Maria Matoso Viana-Bailez

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7212228014>

CAPÍTULO 5..... 33

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA ANÁLISE EMERGÉTICA DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Ronaldo Krüger Filho

Victor Hugo Coutinho da Silva

Artur Veloso Domingos

Eugênicia Leandro Almeida

Cid Marcos Gonçalves Andrade

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7212228015>

CAPÍTULO 6..... 40

DIVERSIDADE DE FORMIGAS EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO SOB

PROCESSO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Dayanna do Nascimento Machado

Ervandil Côrrea Costa

José Carlos Corrêa da Silva Júnior

Luana Camila Capitani

Leandra Pedron

Leonardo Mortari Machado

Jardel Boscardin

Marciane Danniela Fleck Pessotto

Anderson Barzotto

Antonio Flávio Arruda Ferreira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7212228016>

CAPÍTULO 7..... 55

ADUBAÇÃO VERDE: UMA TÉCNICA AGROECOLÓGICA DE CONSERVAÇÃO AMBIENTAL E CONDICIONADORA DO SOLO

Anderson Barzotto

Gabriel Paulo Ferreira

Antonio Flávio Arruda Ferreira

Dayanna do Nascimento Machado

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7212228017>

CAPÍTULO 8..... 63

CONSÓRCIO ENTRE CEBOLINHA E SALSA PARA USO EFICIENTE DO SOLO E MAIOR RENTABILIDADE DE PRODUÇÃO

Antonio Flávio Arruda Ferreira

Anderson Barzotto

Dayanna do Nascimento Machado

Felipe Santiago Gerhardt

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.7212228018>

SOBRE OS ORGANIZADORES 75

ÍNDICE REMISSIVO..... 76

CAPÍTULO 6

DIVERSIDADE DE FORMIGAS EM ÁREA DE MINERAÇÃO DE CARVÃO SOB PROCESSO DE RECUPERAÇÃO AMBIENTAL

Data de aceite: 01/11/2021

Dayanna do Nascimento Machado

Faculdade Centro Mato-grossense (FACEM)
ORCID: 0000-0001-9837-5369

Ervandil Côrrea Costa

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
ORCID: 0000-0001-7348-8826

José Carlos Corrêa da Silva Júnior

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
ORCID: 0000-0002-9417-0558

Luana Camila Capitani

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
ORCID: 0000-0001-8751-5717

Leandra Pedron

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
ORCID: 0000-0002-0712-241X

Leonardo Mortari Machado

Universidade do Estado de Santa Catarina
(UDESC)
ORCID: 0000-0001-9824-8087

Jardel Boscardin

Universidade Federal de Uberlândia (UFU)
ORCID: 0000-0001-6862-8345

Marciane Danniela Fleck Pessotto

Universidade Federal de Santa Maria (UFSM)
ORCID: 0000-0001-7783-7907

Anderson Barzotto

Faculdade Centro Mato-grossense (FACEM)
ORCID: 0000-0002-4209-5322

Antonio Flávio Arruda Ferreira

Faculdade Centro Mato-grossense (FACEM)
ORCID: 0000-0002-5879-8794

RESUMO: O estudo objetivou verificar a diversidade de formigas e potenciais espécies bioindicadoras em áreas não mineradas e sob processo de recuperação ambiental, com diferentes coberturas vegetais em uma mina de carvão, no sul do Brasil. O experimento foi realizado na mina de Candiota, localizada no município de Candiota, RS, Brasil. No interior da mina foram selecionadas seis áreas: (A1) não minerada com vegetação nativa; (A2) não minerada com plantio de *Acacia mearnsii*; (A3) não minerada com plantio de *Eucalyptus dunnii*; (A4) minerada em processo de recuperação; (A5) minerada em processo de reabilitação com *A. mearnsii* e (A6) minerada em processo de reabilitação com *E. dunnii*. A amostragem da mirmecofauna ocorreu mensalmente, totalizando 12 coletas. As amostras de solo foram coletadas aleatoriamente, distantes 10 m entre si, a partir do centro de cada área, com auxílio de uma sonda circular de 10 x 10 cm (volume de solo = 785 cm³), na profundidade de 0-10 cm. Os espécimens coletados foram separados em morfoespécies e identificados a nível de gênero e espécie. Foram coletados um total de 1.654 espécimes, distribuídos em cinco subfamílias, 12 tribos, 17 gêneros e 31 espécies. Três subfamílias se destacaram pelo número de espécimens: Myrmicinae (888), Formicinae (662) e Ponerinae (93). As espécies *Brachymyrmex admotus* Mayr, 1887 e *Pheidole aberrans* Mayr, 1868 ocorreram

em todas as áreas apresentando as maiores abundâncias do total de formigas coletadas. Conclui-se que a diversidade de formigas encontradas na mina de Candiota é composta por 31 espécies, sendo *B. admotus* e *P. aberrans* são as espécies mais abundantes, principalmente nas áreas mineradas. A espécie *Wasmannia lutzi* é uma potencial bioindicadora de ambientes degradados. A mirmecofauna pode ser utilizada como bioindicadora, especialmente em áreas sob influência da mineração de carvão, e seu monitoramento pode auxiliar na avaliação das técnicas de recuperação/reabilitação empregadas

PALAVRAS-CHAVE: Mirmecofauna, Fauna Edáfica, Passivo Ambiental, Carvão Mineral, Bioindicadores, *Acacia mearnsii*, *Eucalyptus dunnii*,

ABSTRACT: The study aimed to verify the diversity of ants and potential bioindicator species in unmined areas and environmental recovery process, under different vegetation cover in a coal mine, in southern Brazil. The experiment was carried out at the Candiota mine, located in the municipality of Candiota, RS, Brazil. Six plots were selected in the mined area: (A1) not mined with native vegetation; (A2) not mined with *Acacia mearnsii* planting; (A3) not mined with *Eucalyptus dunnii* planting; (A4) mined area in a natural recovery process; (A5) mined area with *A. mearnsii* planting and (A6) mined area with *E. dunnii* planting. Myrmecofauna sampling were performed monthly, totaling 12 collections. Soil samples were randomly collected in the center of each area (six replications), with the aid of a 10 x 10 cm circular probe (soil volume = 785 cm³), at a depth of 0-10 cm. A total of 1.654 specimens were collected, distributed into five subfamilies, 12 tribes, 17 genera and 31 species. Three subfamilies stood out for the number of specimens: Myrmicinae (888), Formicinae (662) and Ponerinae (93). The species *Brachymyrmex admotus* Mayr, 1887 and *Pheidole aberrans* Mayr, 1868 occurred in all areas, presenting the highest abundances of the total number of ants collected. Therefore, the diversity of ants found in the Candiota mine is composed by 31 species, with *B. admotus* and *P. aberrans* being the most abundant species, mainly in mined areas. *Wasmannia lutzi* species is a potential bioindicator of degraded environments.

KEYWORDS. Myrmecofauna, Edaphic Fauna, Bioindicators, Anthropised Area, Mineral Coal, *Acacia mearnsii*, *Eucalyptus dunnii*

INTRODUÇÃO

A mineração a céu aberto é uma atividade antrópica que ocasiona impactos ao ambiente, devido as alterações drásticas provocadas na paisagem em função da retirada de recursos do solo (PERFECTO e VANDERMEER, 2008; RABELLO et al., 2015), como minerais de importância econômica. Em locais onde há exploração mineral, a possibilidade de ocorrer perda da biodiversidade, desestruturação das comunidades biológicas e alterações na estrutura e processos do solo é extremamente alta, pois o ecossistema sofre modificações na sua funcionalidade e integridade (MADEIRA et al., 2009; GARDNER, 2010; RABELLO et al., 2015), afetando diretamente a biologia do solo.

Tais modificações podem ser monitoradas ou constatadas, a partir da presença de determinados organismos considerados bioindicadores de degradação ambiental (SANTOS et al., 2006). Entre esses grupos funcionais, destacam-se as formigas, que além de possíveis

bioindicadoras, contribuem em inúmeras funções ecológicas na fração serapilheira-solo-subsolo, tais como: predação, dispersão de sementes, herbivoria, ciclagem de nutrientes, interações com outros organismos, auxiliam na estruturação física e química do solo (MELO et al., 2009; BOLICO et al., 2012). Além disso, devido a algumas características, como por exemplo, possuem ampla distribuição geográfica, são táxons especializados e muitas vezes dominantes em diferentes ecossistemas, possuem sensibilidade as mudanças no ambiente, alta diversidade, facilidade de serem amostradas (MELO et al., 2009), tornam a mimercofauna alvos biológicos ideais para verificar as alterações que estão ocorrendo no ecossistema.

A mirmecofauna vem sendo mundialmente estudada por ser bioindicadora de distúrbios ambientais, decorrentes de diversos fins, entre eles, destacam-se os causados pela atividade de mineração, agrícola entre outros. Na Austrália, VAN Schagen (1986), estudou a recolonização por formigas e outros invertebrados em minas de carvão reabilitadas e verificou que a riqueza de espécies de formigas foi correlacionada positivamente com a riqueza de espécies vegetais, mas negativamente com a impenetrabilidade do solo e, que a riqueza de espécies de formigas, aumentou com o tempo de reabilitação da área.

Na Rússia, Blinova et al. (2020) estudaram as comunidades de formigas como indicadores de restauração ambiental em ecossistemas formados nos lixões de minas de carvão e complexos de mineração a céu aberto. Os resultados obtidos reforçam ainda mais os métodos de desenvolvimento para avaliação biológica do grau de recuperação de ecossistemas antropogenicamente transformados, considerando indicadores como a composição das espécies e a densidade dos assentamentos, a proporção de grupos Formicidae por confinamento biotópico.

Estudando a cobertura florestal em paisagens tropicais modificadas pelo homem em função da promoção da diversidade de formigas em serapilheira, no México, Ahuatzin et al. (2019) verificaram que a riqueza e a diversidade de espécies indicam como a fragmentação e a perda de habitat podem alterar a estrutura da comunidade, assim como as variações ambientais podem gerar respostas diferentes entre as espécies. Entretanto, os autores mencionam que a avaliação da diversidade e a riqueza e as associações tróficas possibilitam a identificação de espécies que podem tolerar mudanças nas condições do microclima e na disponibilidade de recursos, e que também podem se beneficiar aumentando sua abundância em ambientes mais perturbados.

No Brasil, a recolonização de formigas em minas de bauxita reabilitadas de Poços de Caldas foi estudada por Majer (1992), onde a riqueza de espécies de formigas se acumulou mais rapidamente em áreas reabilitadas com espécies mistas de mata e menos rapidamente em áreas com eucalipto. Ribas et al. (2011) estudaram o potencial da mimercofauna como indicadoras dos impactos ambientais causados pela liberação de arsênio, por uma fábrica que produzia veneno para ratos, em Belo Horizonte. Eles observaram que as comunidades de formigas eram responsivas a mudanças nos efeitos do arsênico através de mudanças

nas condições de habitat e disponibilidade de recursos ambientais. Além disso, as formigas podem ser bons indicadores de biodiversidade, pois evidenciaram variações na estrutura ecológica do ambiente.

Estudos de diversidade e riqueza de formigas em área de mineração são extremamente importantes, principalmente pós-mineração, uma vez que as formigas exibem padrões de sucessão em relação ao tempo desde a reabilitação (ANDERSEN, 1993). Nesse contexto, o estudo objetivou verificar a diversidade de formigas e potenciais espécies bioindicadoras em áreas não mineradas e sob processo de recuperação ambiental, com diferentes coberturas vegetais em uma mina de carvão, no sul do Brasil.

MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida na mina de carvão pertencente à Companhia Riograndense de Mineração - CRM (31°32'50.11"S - 53°46'36.39"O), localizada no município de Candiota, sudoeste do estado do Rio Grande do Sul, no período de junho de 2014 a maio de 2015. O clima da região, segundo a classificação de Maluf (2000) é do tipo temperado subúmido com períodos de seca definidos no verão. O solo da região é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (STRECK et al., 2008).

Foram escolhidas como tratamentos seis áreas, três não mineradas com diferentes coberturas do solo, e três em processo de recuperação/reabilitação ambiental após a mineração, com diferentes estratégias. Sendo elas:

A1 – Não minerada com vegetação nativa: área de 2,20 ha, não minerada, e com presença de vegetação nativa campestre característica do bioma Pampa.

A2 – Não minerada com plantio de *Acacia mearnsii*: área de 2,89 ha, não minerada, coberta com plantio de *Acacia mearnsii* de Wild. com sete anos de idade. Apresentando altura média das árvores, diâmetro médio e espessura da serapilheira de, respectivamente, 20,83 m, 19,85 cm e 5 cm. Sob o dossel foram encontradas espécies pertencentes às famílias Asteraceae, Poaceae e Caryophyllaceae.

A3 – Não minerada com plantio de *Eucalyptus dunnii*: área de 2,73 ha, não minerada, coberta com plantio de *Eucalyptus dunnii* Maiden com sete anos de idade. Apresenta altura média das árvores de 24,9 m, diâmetro médio 19,72 cm e espessura da serapilheira de cinco centímetros. Sob o dossel não foram observadas herbáceas ou espécies arbóreas.

A4 – Minerada em processo de recuperação: área de 2,21 ha, com histórico de mineração e em processo de recuperação ambiental desde o ano de 2014 com espécies do banco de sementes do solo e gramíneas. Após a extração do carvão houve a recomposição topográfica, a transposição da camada superficial do solo (retirada anteriormente ao processo de mineração) e a semeadura *Avena sativa* L. para cobertura inicial. No local emergiram espontaneamente espécies vegetais pertencentes às famílias: Asteraceae,

Solanaceae, Rubiaceae, Plantaginaceae, Brassicaceae, Poaceae, Ciperaceae, Fabaceae, entre outras.

A5 – Minerada em processo de reabilitação com *Acacia mearnsii*: área de 2,84 ha, com histórico de mineração e em processo de reabilitação ambiental com plantio de *Acacia mearnsii* de Wild. Após a extração do carvão houve a recomposição topográfica, a transposição da camada superficial do solo (retirada anteriormente ao processo de mineração) e o plantio de *A. mearnsii*. No início do experimento o plantio estava com sete anos de idade. A altura média das árvores era de 16,69 m, diâmetro médio, 13,51 cm e espessura da serapilheira de 1 cm. Sob o dossel foram encontradas espécies pertencentes às famílias Poaceae, Asteraceae, entre outras.

A6 – Minerada em processo de reabilitação com *Eucalyptus dunnii*: área de 2,03 ha, com histórico de mineração e em processo de reabilitação ambiental com plantio de *Eucalyptus dunnii* Maiden. Após a extração do carvão houve a recomposição topográfica, a transposição da camada superficial do solo (retirada anteriormente ao processo de mineração) e o plantio de *E. dunnii*. O plantio, com sete anos de idade, apresentava altura média das árvores de 13,32 m, diâmetro médio 13,37 cm e espessura da serapilheira de 2 centímetros, com a presença de pteridófitas e de espécies pertencentes às famílias Poaceae e Asteraceae no sub-bosque.

A amostragem da mirmecofauna ocorreu mensalmente, no período de junho de 2014 a maio de 2015, totalizando 12 coletas. As amostras foram coletadas aleatoriamente, distantes 10 m entre si, a partir do centro de cada área. Para facilitar a extração à campo, foram coletadas amostras com auxílio de uma sonda circular de 10 x 10 cm (volume de solo = 785 cm³), na profundidade de 0-10 cm (MACHADO et al., 2018), perfazendo seis repetições por data de coleta e por área de estudo. De acordo com Martins et al. (2020), o maior número de espécies e a maior frequência de ocorrência de formigas ocorre no estrato de 0 a 10 cm de profundidade.

O material coletado foi embalado em sacos plásticos e levado para laboratório, onde realizou-se a triagem, a desfragmentação das amostras e a extração das formigas visíveis a olho nu, pelo método de catação manual. Os espécimens coletados foram separados em morfoespécies e identificados a nível de gênero utilizando o Guia para os Gêneros de Formigas do Brasil (BACCARO et al., 2015). Cada morfoespécie recebeu um código de identificação e foi armazenada em microtubo de plástico contendo álcool 70%, sendo posteriormente enviada para o Laboratório de Mirmecologia do Centro de Pesquisas do Cacau, Ilhéus, Bahia, para a identificação ao nível de espécie. O material se encontra depositado no museu da instituição, com número de tombamento #5813.

Como parâmetros ecológicos foram consideradas a composição (em espécies e/ou gêneros), a abundância, a riqueza e a diversidade de espécies nas áreas e entre áreas.

A fim de comparar a abundância de formigas foi realizada análise de variância (ANOVA), onde as áreas foram consideradas como variáveis independentes e os valores

totais de formigas (abundância) como variáveis dependentes. A partir dos resultados da ANOVA, os valores de abundância foram transformados em $\sqrt{x+1}$ para atender as condições de normalidade dos resíduos e homogeneidade de variâncias. Realizou-se ainda, o teste de médias Scott-Knott com 5% de probabilidade de erro, utilizando o programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). A diversidade de espécies de formigas nas áreas foi calculada a partir do índice de diversidade de Shannon (H') (HAMMER et al., 2001).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foram coletados um total de 1.654 espécimes, distribuídos em cinco subfamílias, 12 tribos, 17 gêneros e 31 espécies (Tabela 1).

Subfamília/Tribo/Espécie	Áreas ¹						Total
	A1	A2	A3	A4	A5	A6	
DOLICHODERINAE ($S_{obs} = 2$)							
Dolichoderini							
<i>Dorymyrmex steigeri</i> Santschi, 1912						1	1
<i>Linepithema micans</i> Forel, 1908				3			3
ECTATOMMINAE ($S_{obs} = 2$)							
Ectatommini							
<i>Ectatomma brunneum</i> Smith, 1858		4		2			6
<i>Gnamptogenys moelleri</i> Forel, 1912		1					1
FORMICINAE ($S_{obs} = 4$)							
Brachymyrmecini							
<i>Brachymyrmex admotus</i> Mayr, 1887	110	36	1	121	102	158	528
Camponotini							
<i>Camponotus (Tanaemyrmex)sp.2</i>	26	1	32	11		5	75
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	23					26	49
Plagiolepidini							
<i>Nylanderia sp.1</i>				10			10
MYRMICINAE ($S_{obs} = 18$)							
Attini							
<i>Acromyrmex coronatus</i> Fabricius, 1804	54	13	2				69
<i>Cyphomyrmex transversus</i> Emery, 1894	18						18
<i>Strumigenys oglobini</i> Santschi, 1936			4				4
Blepharidattini							
<i>Wasmannia lutzi</i> Forel, 1908			2		1	5	8
Crematogastrini							
<i>Crematogaster abstinens</i> Forel, 1899	128	1					129
Myrmicini							

<i>Pogonomyrmex abdominalis</i> Santschi, 1929		6			3	2	11
Pheidolini							
<i>Pheidole aberrans</i> Mayr, 1868	32	4	8	112	45	142	343
<i>Pheidole angusta</i> Forel, 1908		6			2		8
<i>Pheidole</i> grupo <i>flavens</i> sp.2					1		1
<i>Pheidole</i> grupo <i>flavens</i> sp.3	2						2
<i>Pheidole</i> grupo <i>tristis</i> sp.1						2	2
<i>Pheidole radoszkowskii</i> Mayr, 1884			2				2
<i>Pheidole spininodis</i> Mayr, 1887			9		18		27
Solenopsidini							
<i>Solenopsis invicta</i> Buren, 1972	7	26	8				41
<i>Solenopsis</i> sp.1			3		7	28	38
<i>Solenopsis</i> sp.2	4					154	158
<i>Solenopsis</i> sp.3	6	3		4			13
<i>Solenopsis</i> sp.4		1		1	3	9	14
PONERINAE (S_{obs} = 5)							
Ponerini							
<i>Anochetus altisquamis</i> Mayr, 1887			1				1
<i>Hypoponera opaciceps</i> Mayr, 1887	12	1	4	8			25
<i>Hypoponera</i> sp.1				2	1		3
<i>Hypoponera</i> sp.2			3				3
<i>Hypoponera</i> sp.3	47	7	3		2	2	61
Total de espécimens de formigas	469	110	82	274	185	534	1.654
Riqueza observada de espécies (S _{obs}) ²	13	14	14	10	11	12	
Índice de Shannon-Wiener (H')	2,07	2,00	2,10	1,28	1,34	1,60	
Médias de abundância ³	4,81a	2,47a	2,27a	3,66a	3,42a	5,34a	

Tabela 1 - Abundância, riqueza e índice de diversidade de Shannon (H'), para a mirmecofauna do solo encontrada na mina de Candiota, RS, Brasil.

¹Áreas - A1: não minerada com vegetação nativa; A2: não minerada com plantio de *Acacia mearnsii* De Wild; A3: não minerada com plantio de *Eucalyptus dunnii* Maiden; A4: minerada em processo de recuperação; A5: minerada em processo de reabilitação com *A. mearnsii*; A6: minerada em processo de reabilitação com *E. dunnii*

²S_{obs}: Riqueza observada de espécies. ³médias seguidas com a mesma letra na linha não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott a 5% de probabilidade de erro (p>0.05).

Três subfamílias se destacaram pelo número de espécimens: Myrmicinae (888), Formicinae (662) e Ponerinae (93) (Tabela 1). A subfamília Myrmicinae apresentou seis tribos e a maior riqueza observada de espécies (S_{obs} = 18). Os gêneros com maior riqueza observada de espécies foram *Pheidole* e *Solenopsis*. A subfamília Ponerinae apresentou a segunda maior riqueza de espécies (S_{obs} = 5), distribuídas em dois gêneros, *Hypoponera* e *Anochetus*. Formicinae foi a terceira subfamília com maior riqueza de espécies (S_{obs} =

4), distribuídas em três gêneros, *Brachymyrmex*, *Camponotus* e *Nylanderia*. As espécies *Brachymyrmex admotus* Mayr, 1887 e *Pheidole aberrans* Mayr, 1868 ocorreram em todas as áreas apresentando as maiores abundâncias do total de formigas coletadas, 528 e 343, respectivamente (Tabela 1).

A maior abundância de formigas ocorreu na área minerada em processo de reabilitação com *E. dunnii* (A6), com 534 espécimes, correspondendo a 32,3% do total. Na sequência, as áreas não minerada com vegetação nativa (A1), com 469 (28,4%), minerada em processo de recuperação (A4), com 274 (16,6%), minerada em processo de reabilitação com *A. mearnsii* (A5), com 185 (11,2%), não minerada com plantio de *A. mearnsii* (A2), com 110 (6,6%) e não minerada com plantio de *E. dunnii* (A5), com 82 (4,9%) espécimes (Tabela 2). Não houve diferença estatística para a abundância de formigas entre as áreas, demonstrando que, após o processo de mineração, as áreas mineradas (A4, A5 e A6) apresentaram abundância de formigas semelhante às áreas não mineradas (A1, A2 e A3), independente da cobertura do solo e da estratégia de recuperação ou reabilitação.

Os valores obtidos pelo índice de diversidade de Shannon-Weaver (H'), indicaram que a maior diversidade de espécies ($H' = 2,10$) ocorreu na área A3 (não minerada com plantio de eucalipto) e a menor diversidade de espécies ($H' = 1,28$) na área minerada em processo de recuperação (A4). As maiores diversidades foram observadas nas áreas sem histórico de mineração, independente da cobertura do solo (Tabela 1).

Além do histórico de uso, a disponibilidade momentânea de alimentos e sítios de nidificação também são fatores que afetam a abundância e a riqueza da comunidade de formigas (SANTOS et al., 2006), possivelmente explicando por que as áreas sem histórico de mineração e favorecidas pela maior deposição e quantidade de serapilheira (A2 e A3), obtiveram as maiores riquezas observadas para a mirmecofauna. Em ambientes onde ocorreram altos níveis de perturbação, é comum observar uma alta abundância de formigas, prevalecendo, porém, poucas espécies, que melhor se adaptam às novas condições ecológicas (VASCONCELOS, 1998; BOSCARDIN et al., 2016).

Estudando áreas com diferentes históricos e fontes de poluição industrial, Blinova e Dobrydina (2018), constataram que a riqueza de espécies de formigas responde às mudanças na qualidade do ambiente, podendo ser usada como indicador ambiental. O mesmo foi discutido por Rosado et al. (2014) tendo os autores observado a diminuição da riqueza em áreas anteriormente mineradas no sul do estado de Santa Catarina (SC, Brasil). Frasson et al. (2016) e Zanette-Citadini et al. (2017) indicam que, em áreas mineradas, algumas espécies florestais parecem promover o retorno mais rápido da estrutura e das interações ecológicas do que outras. Embora, no geral, áreas nativas apresentem maiores valores de riqueza de espécies de formiga do que áreas com plantios de espécies comerciais florestais (Pereira et al., 2007, Saguituru et al., 2011, Tsukamoto e Sabang, 2005).

As maiores diversidades encontradas para as áreas sem histórico de mineração (A1, A2 e A3), quando comparadas as áreas mineradas (A4, A5 e A6), já eram esperadas.

Lutinski et al. (2018) afirmam que a diversidade de formigas tende a aumentar com a complexidade do ambiente. Dependendo do histórico de degradação e da técnica de reabilitação/recuperação adotada, a diversidade, assim como a composição, pode ser fatores ecológicos de resposta lenta, e de mais difícil reestabelecimento (CASIMIRO et al., 2019). Para as áreas com histórico de mineração, a maior diversidade de formigas nas áreas em reabilitação (A5 e A6), principalmente na área com *E. dunnii* (A6), quando comparadas com a área em processo de recuperação (A4), contrasta com os metadados discutidos por Casimiro et al. (2019), os quais concluem que a diversidade de formigas é menor em áreas com restauração/reabilitação ativa do que nas áreas em recuperação por regeneração natural, considerando que áreas com restauração ativa deveriam levar mais tempo para recuperar fatores ecológicos nas comunidades de formigas.

O gênero *Pheidole*, com maior número de espécies observadas (7), apresenta ampla distribuição geográfica e é considerado hiperdiverso (WILSON, 2003) e sua predominância pode estar relacionada ao fato de possuírem alta capacidade de colonizarem ambientes modificados pela atividade antrópica e de baixa complexidade estrutural (FONSECA e DIEHL, 2004).

As formigas do gênero *Solenopsis*, segundo gênero em número de espécies observadas (5), são consideradas agressivas na utilização de recursos (MARINHO et al., 2002). Estudando a riqueza de formigas epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. com diferentes idades, no estado do Rio Grande do Sul, Fonseca e Diehl (2004), verificaram altas frequências de ocorrência do gênero *Solenopsis*, indicando que são oportunistas e apresentam grande capacidade de colonizar ambientes antropizados e com baixa complexidade estrutural, o que corrobora com a ampla ocorrência deste gênero, no presente estudo, nas áreas com histórico de mineração. Os resultados observados na Mina de Candiota diferem porém dos encontrados por Ribas et al. (2012a,b), em áreas anteriormente mineradas no Brasil, os quais concluíram que a espécie *Solenopsis invicta* Buren atuou como indicadora de reabilitação incompleta, sendo que, em nosso trabalho, a espécie foi observada ocorrendo apenas nas áreas sem histórico de mineração.

Já a espécie *Wasmannia lutzi* Forel, 1908 esteve restrita as áreas com histórico de mineração, e apresentou baixa abundância nas áreas onde foi encontrada (A4, A5 e A6). A presença de espécies do gênero *Wasmannia* merece ser destacada, devido ao gênero conter espécies bioindicadoras de áreas degradadas, conforme observado por Fleck et al. (2015) em mata nativa com intervenção antrópica, fato este reforçado pelos dados encontrados no presente estudo. É importante ainda ressaltar a observação da espécie *Acromyrmex coronatus* Fabricius nas três áreas sem histórico de mineração (A1, A2 e A3). *A. coronatus* apresentava ocorrência antes restrita ao estado de Santa Catarina (SC), a espécie foi relatada como de baixa frequência e ocorrência no Rio Grande do Sul (RS) (Loeck et al., 2003; Grünzmacher et al., 2002), sendo possivelmente por esta razão que Diehl et al. (2017) ainda consideram sua introdução recente corroborando com a hipótese

levantada por Diehl et al., (2017), de que sua introdução no RS tenha ocorrido através de atividades comerciais humanas. A abundância no presente trabalho sugere que a espécie esteja bem adaptada e com colonização bem sucedida, contrastando com o sugerido por Grürzmacher et al. (2002), Loeck et al. (2003) e Diehl et al. (2017), ao menos para a região de estudo.

As formigas pertencentes ao gênero *Hypoponera*, gênero mais representativo da subfamília Ponerinae no presente estudo (Tabela 1) são comumente encontradas em áreas florestais (LATTKE, 2015) e, apesar de adaptarem-se bem a ambientes perturbados, ocorrem predominantemente no solo e na serapilheira (LATTKE, 2015; BOLTON, 2018), explicando sua maior ocorrência nas áreas com maior espessura da manta florestal (A1, A2 e A3). Além disso, a família caracteriza-se pelo hábito predador, indicando que haja abundância e diversidade de presas nos locais onde é encontrada (BACCARO et al., 2015), o que reforça o fato de terem sido observadas em maior abundância nas áreas sem histórico de mineração (A1, A2 e A3).

Os gêneros *Brachymyrmex* e *Camponotus*, subfamília Formicinae (Tabela 1), possivelmente apresentam relação direta com o hábito onívoro e característica de dominância da serapilheira (Delabie et al., 2000). No presente trabalho, foi constatada uma diminuição na abundância da espécie *Brachymyrmex admotus* nas áreas com plantio comercial florestal sem histórico de mineração (A2 e A3), quando comparada a área com vegetação nativa, entretanto, nas áreas em recuperação e reabilitação após a mineração, foram observados valores semelhantes de abundância com os encontrados na área nativa, sugerindo que existam fatores relacionados ao manejo das áreas com grande impacto sobre a espécie, mais do que o próprio histórico de degradação. Ribas et al. (2012a,b), também analisando áreas impactadas pela mineração no Brasil, encontraram formigas da espécie *Camponotus fastigatus* como biondicadoras da reabilitação dos ecossistemas. No presente estudo, a espécie *Camponotus novogranadensis* Mayr, parece apresentar papel semelhante, tendo sido observada apenas na área nativa sem histórico de mineração (A1) e na área em processo de reabilitação com *E. dunnii* (A6), confirmando a hipótese de que, entre as espécies comerciais florestais estudadas, o eucalipto tenha favorecido o processo de reabilitação, sugerindo que outras espécies do mesmo gênero *Camponotus* sp. possam atuar como indicadoras. Não obstante, em acordo com a literatura (MACGOWN e WHITEHOUSE, 2016), o gênero *Nylanderia* teve ocorrência restrita (A4) e foi representado apenas por uma espécie (Tabela 1).

As formigas pertencentes ao gênero *Ectatomma*, são espécies consideradas predadoras generalistas de artrópodes e anelídeos (Arias-Penna, 2008), além de serem importantes predadoras de insetos-praga em diversos agroecossistemas (Pérez-Lachaud et al., 2006), contribuindo para o controle biológico natural das populações de insetos no Brasil e de outros países da Região Neotropical (Delabie et al., 2007). Espécies dessa família puderam ser observadas apenas na área não minerada com plantio de *A. mearnsii*

e na área minerada em processo de recuperação (A2 e A4, respectivamente) indicando a possível presença de insetos-praga nestas áreas.

O gênero *Gnamptogenys*, apesar de ser amplamente coletado em função da sua abundância e diversidade, e de ser considerado um importante indicador de qualidade do *habitat* (PACHECO et al., 2013), não teve sua condição de bioindicador reafirmada pelos dados obtidos no presente estudo, provavelmente devido a estas espécies nidificarem em cupinzeiros ativos ou abandonados, madeira em decomposição e em epífitas (Lattke, 1994), materiais não encontrados nas áreas avaliadas.

Os bioindicadores são atributos intrinsecamente relacionados as características únicas de cada local, podendo variar em grupo, composição ou funcionalidade, em decorrência de diversos fatores ambientais (BLINOVA e DOBRYDINA, 2018; MENTA e REMELLI, 2020). Sua identificação, além de auxiliar na tomada de decisão para ações efetivas de melhoria ambiental ou de restauração dos ecossistemas afetados pela atividade humana, pode contribuir para a determinação de possíveis espécies indicadoras em outros ambientes degradados com condições semelhantes (BLINOVA e DOBRYDINA, 2018; MACHADO et al., 2018; MENTA e REMELLI, 2020), uma vez que as formigas são consideradas como organismos chave nos ecossistemas florestais (ROSÉN et al., 2018).

CONCLUSÃO

Na mina de carvão de Candiota, a mirmecofauna encontrada, a partir do método de coleta de solo e de extração, via catação manual, foi de 31 espécies.

Brachymyrmex admotus e *Pheidole aberrans* são as espécies mais abundantes, principalmente nas áreas mineradas. A espécie *Wasmannia lutzii* é uma potencial bioindicadora de ambientes degradados.

Os dados indicam que a mirmecofauna pode ser utilizada como bioindicadora, especialmente em áreas sob influência da mineração de carvão, e seu monitoramento pode auxiliar na avaliação das técnicas de recuperação/reabilitação empregadas. Os dados foram inconclusivos sobre a eficácia da recuperação através do banco de sementes do solo para áreas mineradas de carvão, em função, principalmente, do histórico recente de recuperação.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Jacques Hubert Charles Delabie pela identificação de espécies de formigas. A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul (FAPERGS) pela concessão da bolsa de mestrado ao primeiro autor. A Companhia Riograndense de Mineração (CRM) pelas áreas de estudo.

REFERÊNCIAS

- ANDERSEN, A. N. 1993. Formigas como indicadores de sucesso na restauração de uma mina de urânio na Austrália tropical. *Restoration Ecology* 1: 156-167.
- ARIAS-PENNA, T. M. 2008. Subfamília Ectatomminae. In: Jiménez, E.; Fernández, F.; Arias, T. M. & Lozano-Zambrano, F. H. eds. *Sistemática, Biogeografía y Conservación de las hormigas cazadoras de Colombia*. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos. p.53-107.
- AHUATZIN, D. A. et al. 2019. Forest cover drives leaf litter ant diversity in primary rainforest remnants within human-modified tropical landscapes. *Biodiversity and Conservation* volume 28: 1091–1107.
- BACCARO, F. B. et al. 2015. Guia para os Gêneros de Formigas do Brasil. Manaus, Editora INPA. 388p.
- BLINOVA, S.; LUZYANIN, S.; DOBRYDINA, T. 2020. Ants as an Indicator of Restoration of Disturbed Areas (on the Example of Coal Industry Dumps, Kuzbass, Russia). *E3S Web of Conferences* 174, 02016. doi.org/10.1051/e3sconf/202017402016.
- BLINOVA, S.; DOBRYDINA, T. 2018. Study of ants as bioindicators of industrial pollution in Kemerovo Region, Russia. *IOP Conf. Ser: Earth Environ. Sci.*, 115.
- BOLICO, C. F. et al. 2012. Mirmecofauna (Hymenoptera, Formicidae) de duas marismas do Estuário da Lagoa dos Patos, RS: diversidade, flutuação de abundância e similaridade como indicadores de conservação. *EntomoBrasilis*, 5(1):1120.
- BOLTON, B. 2018. An online catalog of ants of the world. Available at: < <http://www.antcat.org>>. Accessed on: 10 May 2018.
- BOSCARDIN J. et al. 2016. Efeitos de diferentes tipos de controle de plantas infestantes sobre a mirmecofauna em *Eucalyptus grandis*. *Ciência Florestal*, 26(1):21-34.
- CASIMIRO, M. S.; SANSEVERO, J. B. B.; QUEIROZ, J. M. 2019. What can ants tell us about ecological restoration? A global meta-analysis. *Ecological Indicators*, 102:593-598.
- DELABIE, J. H. C.; AGOSTI, D.; NASCIMENTO, I. C. 2000. Litter and communities of the Brazilian Atlantic rain forest region. In: Agosti, D.; Majer, J. D.; Alonso, L. E. & Schultz, T. R. eds. *Sampling ground-dwelling ants: case studies from the worlds rain forests*. School of environmental biology, Bulletin. p.1-10.
- DELABIE, J. H. C.; ALVES, H. S. R.; FRANÇA, V. C.; MARTINS, P. T. A. & NASCIMENTO, I. C. 2007. Biogeografia das formigas predadoras do gênero *Ectatomma* (Hymenoptera: Formicidae: Ectatomminae) no leste da Bahia e regiões vizinhas. *Agrotropica*, 19:13- 20.
- DIEHL, E.; DIEHL-FLEIG, E.; ALBUQUERQUE, E. Z. 2017. Occurrence of Attini (Formicidae) in two geomorphological provinces of Rio Grande do Sul, Brazil. *Brazilian Journal of Agriculture*, 92(1):66-74.
- FERREIRA, D. F. 2011. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia (UFLA)*, 35(6):1039-1042.

- FLECK, M. D.; CANTARELLI, E. B. & GRANZOTTO, F. 2015. Registro de novas espécies de formigas (Hymenoptera: Formicidae) no Estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Florestal*, 25(2):491-499.
- FONSECA, R. C. & DIEHL, E. 2004. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) epigéicas em povoamentos de *Eucalyptus* spp. (Myrtaceae) de diferentes idades no Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Entomologia*, 48(1):95-100.
- FRASSON, J. M. F. et al. 2014. Pioneer Tree Species and Associated Soil Fauna in Areas Reclaimed after Surface Coal Mining in Southern Brazil. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 40.
- GARDNER, T. A. 2010. *Monitoring Forest Biodiversity: Improving Conservation Through Ecologically Responsible Management*. London, Earthscan. 360p.
- GRÜRZMACHER, D. D.; LOECK, A. E.; MEDEIROS, A. H. 2002. Ocorrência de formigas cortadeiras na região da depressão central do estado do Rio Grande do Sul. *Ciência Rural*, 32(2).
- HAMMER, O.; HARPER, D. A. T., RYAN, P. D. 2001. PAST: Paleontological Statistics Software Package for Education and Data Analysis. *Palaeontologia Electronica*, 4(1):1-9.
- LATKKE, J. E. 2015. Estado da arte sobre a taxonomia e filogenia de Ponerinae do Brasil. In: Delabie, J. H. C.; Feitosa, R. M.; Serrão, J. E.; Mariano, C. S. F. & Majer, J. D. (Orgs.) *As formigas Poneromorfas do Brasil*. Ilhéus. Editus. p.55-73.
- LATKKE, J. E. 1994. Phylogenetic relationships and classification of ectatommine ants (Hymenoptera: Formicidae). *Entomologica Scandinavica*, 25(1):105-119.
- LUTINSKI, J. A. et al. 2018. Assembleias de formigas (Hymenoptera: fFormicidae) respondem ao processo de recuperação de áreas de preservação permanente? *RBCIAMB*, 50:112-127.
- LOECK, A. E.; GRUTZMACHER, D. D.; COIMBRA, S. M. 2003. Ocorrência de formigas cortadeiras do gênero *Acromyrmex* nas principais regiões agropecuárias do Rio Grande do Sul. *R. bras. Agrociência*, 9(2):129-133.
- MACGOWN, J. A. & WHITEHOUSE, R. J. 2016. Ants (Formicidae) of the Southeastern United States. Available at: < http://mississippientomologicalmuseum.org.msstate.edu/Researchtaxapages/Formicidae/genericpages/Nylanderia_vividula.htm#.WutpmpFKjIU >. Accessed on: 10 May 2018.
- MACHADO, D. N. et al. 2018. Soil Macrofauna as Indicator of Environmental Recovery in a Mining Area. *Floram*, 25(4).
- MADEIRA, B. G. et al. 2009. Changes in tree and liana communities along a successional gradient in a tropical dry forest in South-Eastern Brazil. *Plant Ecology*, 201(1): 291-304.
- MAJER, J. D. 1992. Ant recolonisation of rehabilitated bauxite mines of Poços de Caldas, Brazil. *Journal of Tropical Ecology*, 8: 97-108.
- MALUF, J. R. T. 2000. Nova Classificação Climática do Estado do Rio Grande do Sul. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, 8(1):141-150.

- MARINHO, C. G. S. et al. 2002. Diversidade de formigas (Hymenoptera: Formicidae) da serapilheira em eucaliptais (Myrtaceae) e área de cerrado de Minas Gerais. *Neotropical Entomology*, 31(2):187-195.
- MARTINS, M. F. O. et al. 2020. Accessing the subterranean ant fauna (Hymenoptera: Formicidae) in native and modified subtropical landscapes in the Neotropics. *Biota Neotropica*, 20(1).
- MELO, F. V. et al. 2009. A importância da mesa e macrofauna do solo na fertilidade e como biondicadores. *Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo*, 34:39-43.
- MENTA, C.; REMELLI, S. 2020. Soil Health and Arthropods: From Complex System to Worthwhile Investigation. *Insects*, 11(54).
- PACHECO, R. et al. 2013. The importance of remnants of natural vegetation for maintaining ant diversity in Brazilian agricultural landscapes. *Biodiversity and Conservation*, 22(4):983-997.
- PEREIRA, M. P. S. et al.. 2007. Influência da heterogeneidade da serapilheira sobre as formigas que nidificam em galhos mortos em floresta nativa e plantio de eucalipto. *Neotropical Biology and Conservation*, 2(3):161-164.
- PERFECTO, I. & VANDERMEER, J. 2008. Biodiversity conservation in tropical agroecosystems. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 1134:173-200.
- PÉREZ-LACHAUD, G. et al. 2006. Biology and behavior of *Kapala* (Hymenoptera: Eucharitidae) attacking *Ectatomma*, *Gnamptogenys*, and *Pachycondyla* (Formicidae: Ectatomminae and Ponerinae) in Chiapas, Mexico. *Annals of the Entomological Society of America*, 99(3):567-576.
- RABELLO, A. M.; QUEIROZ, A. C. M.; RIBAS, C. R. 2015. Poneromorfas como indicadoras de impacto pela mineração e de reabilitação após mineração. In: Delabie, J. H. C.; Feitosa, R. M.; Serrão, J. E.; Mariano, C. S.F. & Majer, J. D. (Orgs.) *As formigas Poneromorfas do Brasil*. Ilhéus, Editus. p.425-436.
- RIBAS, C. R. et al. 2012a. Ants as indicators in Brazil: a review with suggestions to improve the use of ants in environmental monitoring programs. *Psyche*, Cambridge, 23 p.
- RIBAS, C. R. et al. 2011. Can ants be used as indicators of environmental impacts caused by arsenic?. *Journal of Insect Conservation*, 16(3): 413-421.
- RIBAS, C. R. et al. 2012b. Ants as Indicators of the Success of Rehabilitation Efforts in Deposits of Gold Mining Tailings. *Restoration Ecology*, 20(6).
- ROSADO, J. L. O. et al. 2014. 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*, 21:207-227.
- RÓSEN, K. et al. 2018. Transfer of radionuclides and dose assessment to ants and anthills in a Swedish forest ecosystem. *Journal of Environmental Radioactivity*, 190-191: 97-104.
- SAGUITURU, S. S. et al. 2011. Ant community richness and composition across a gradient from Eucalyptus plantations to secondary Atlantic Forest. *Biota Neotrop.*, 11(1):369-376.

SANTOS M. S. et al. 2006. Riqueza de formigas (Hymenoptera, Formicidae) da serapilheira em fragmentos de floresta semidecídua da Mata Atlântica na região do Alto do Rio Grande, MG, Brasil. *Iheringia. Série Zoológica*, 96(1):95-101.

STRECK, E. V. et al. 2008. Solos do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, Emater/RS. 222p.

TSUKAMOTO, J. & SABANG, J. 2005. Soil macro-fauna in an *Acacia mangium* plantation in comparison to that in a primary mixed dipterocarp forest in the lowlands of Sarawak, Malaysia. *Pedobiologia*, 49(1):69-80.

VAN SCHAGEN, J. 1986. Recolonisation by ants and other invertebrates in rehabilitated coal mine sites near Collie, Western Australia. Bulletin Number 13. Western Australian Institute of Technology. School of Biology, 1986, 25 p.

VASCONCELOS, H. L. 1998. Respostas das formigas a fragmentação florestal. *Série Técnica IPEF*, 12:95-98.

WILSON, E. O. 2003. La hiperdiversidad como fenomeno real: el caso de Pheidole. In: F. Fernández. ed. *Introducción a las hormigas de la región Neotropical*. Bogotá, Instituto de Investigación de Recursos Biológicos Alexander von Humboldt. p.363–370.

ZANETTE-CITADINI, V. et al. 2017. *Mimosa scabrella* Benth. (Fabaceae) enhances the restoration in coal mining areas in the Atlantic Rainforest. *CERNE*, 23(1):103-114.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Acacia mearnsii 40, 41, 43, 44, 46

Adubação verde 6, 55, 56, 57, 58, 59, 60, 61, 62

Agroecologia 4, 5, 1, 2, 3, 4, 6, 8, 9, 12, 13, 14, 15, 23, 61, 73, 75

Agroecossistema 56, 72

Allium fistulosum 63, 64, 66, 74

Ambiente 4, 8, 9, 10, 12, 13, 14, 16, 18, 20, 25, 30, 33, 34, 36, 41, 42, 43, 47, 48, 53

B

Bioindicadores 41, 50

C

Caatinga 16, 17, 20, 21, 74

Carvão mineral 41

Cheiro-verde 65, 74

Competição 60, 69, 70

Comportamento do consumidor 1, 2, 4, 5, 6, 7

Conservação ambiental 6, 55, 57, 59

Consórcio 6, 56, 58, 63, 64, 66, 67, 68, 69, 70, 71, 72, 73, 74

Controle biológico 25, 27, 29, 49

Cultivo orgânico 62

D

Diversidade 5, 10, 14, 27, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 53

E

Erodibilidade 19, 20, 22

Erosão 59, 60

Estratégias de comercialização 5, 1

F

Fauna edáfica 41

Fixação biológica 59, 60

Formigas 5, 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 48, 49, 50, 51, 52, 53, 54

H

Hortaliças condimentares 65

Horticultura 73, 74

I

Impacto ambiental 4, 6

Índice de vegetação 19, 21

Inimigos naturais 25, 26

M

Marketing 5, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7

Matéria orgânica 22, 56, 58, 59, 61

Mercados agroecológicos 1, 6

Mirmecofauna 40, 41, 42, 44, 46, 47, 50, 51

Modelagem ambiental 16

O

Olericultura 63, 64, 74

P

Parasitoides 25, 26, 27, 30, 31, 32

Passivo ambiental 41

Petroselinum crispum 63, 64, 65, 66

Phoridae 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32

Preservação ambiental 55, 56

Produção 4, 5, 6, 2, 3, 4, 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 25, 32, 33, 34, 36, 38, 39, 55, 56, 57, 58, 60, 61, 63, 64, 65, 71, 72, 73, 74, 75

R

Razão de área equivalente 63, 67, 71

Reabilitação ambiental 43, 44

Rede 5, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15

Rendimento de maço 63, 68, 69, 71

Rentabilidade 6, 63, 64, 65, 67, 71, 72

Restauração ambiental 42

Rotação de cultura 57

S

Saberes 5, 8, 11, 12, 13, 14

SIG 16, 18, 19

Sistemas agroecológicos 4, 61

Sustentabilidade 1, 2, 5, 6, 9, 12, 33, 34, 36, 38, 39, 55, 56, 58, 60, 61

U

Uso do solo 17, 19, 20, 21, 23, 71, 72

Paradigmas agroecológicos

e suas diferentes abordagens



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2022

Paradigmas agroecológicos

e suas diferentes abordagens



 www.atenaeditora.com.br
 contato@atenaeditora.com.br
 [@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora)
 www.facebook.com/atenaeditora.com.br


Ano 2022