

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



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

Eugênica 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 1

AGROECOLOGIA E ESTRATÉGIAS DE COMERCIALIZAÇÃO: POSSIBILIDADES DO USO DO MARKETING

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 20/10/2021

Heliene Macedo de Araújo

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Araras/SP
<http://lattes.cnpq.br/5166885553370141>

Marta Cristina Marjotta-Maistro

Universidade Federal de São Carlos (UFSCar)
Departamento de Tecnologia Agroindustrial e
Socioeconomia Rural
Araras/SP
<http://lattes.cnpq.br/3987280258617095>

RESUMO: Este artigo tem como objetivo apresentar as abordagens do marketing e do comportamento do consumidor como um ferramental que pode contribuir na comercialização dos produtos agroecológicos e na sustentabilidade econômica dos produtores das organizações, ao mesmo tempo em que modifica o comportamento dos consumidores no que se refere ao apoio à agroecologia. A Metodologia utilizada foi a revisão de literatura. Observou-se, pela literatura, que o estudo das estratégias de marketing e do comportamento do consumidor na agroecologia e o uso da segmentação de mercado tem, por um lado, a potencialidade de identificar quais são as reais percepções dos consumidores em relação aos mercados agroecológicos e, assim, definir quais as estratégias são mais adequadas para atender as necessidades e desejos dos consumidores

e, por outro lado, identificar as metas das organizações no que se refere a mudanças sociais e ambientais, como também estimular a venda dos produtos garantindo a viabilidade financeira.

PALAVRAS-CHAVE: mercados agroecológicos; estratégias de comercialização; marketing; comportamento do consumidor.

AGROECOLOGY AND MARKETING STRATEGIES: POSSIBILITIES OF THE USE OF MARKETING

ABSTRACT: This article aims to present the marketing and consumer behavior approaches as a tool that can contribute to the commercialization of agroecological products and the economic sustainability of the producers of the organizations, while modifying the behavior of the consumers with regard to the Support to agroecology. The methodology used was the literature review. It was observed in the literature that the study of marketing strategies and consumer behavior in agroecology and the use of market segmentation has, on the one hand, the potential to identify the real perceptions of consumers in relation to agroecological markets And thus define which strategies are most appropriate to meet the needs and desires of consumers and, on the other hand, identify the goals of organizations regarding social and environmental changes, as well as stimulate the sale of products ensuring the viability Financial management.

KEYWORDS: Agroecological markets; Marketing strategies; marketing; consumer behavior.

1 | INTRODUÇÃO

A demanda por produtos agroecológicos e orgânicos tem crescido nas últimas décadas. De acordo com Organics Brasil o mercado aumentou 35%, em 2015, e 30%, em 2016. Embora o mercado orgânico e agroecológico venha crescendo, ao se tratar da comercialização agroecológica há que direcionar a distribuição de alimentos para além da venda estrita dos produtos, devido a natureza dos princípios da agroecologia que visam construir uma relação comercial baseada na proximidade entre produtores e consumidores, na transparência em todo processo produtivo e no acesso a esses produtos a toda sociedade visando à soberania alimentar. Nesse sentido, a comercialização na agroecologia tem a função de denunciar a atual organização da sociedade a partir da reflexão crítica do atual modelo de produção convencional; de anunciar a possibilidade de existência de um sistema agroalimentar agroecológico; como também, gerar renda para os agricultores e agricultoras e organizações para que se garanta a sustentabilidade econômica. Nessa perspectiva, os consumidores e, principalmente, os potenciais consumidores de produtos agroecológicos tem fundamental importância. São os consumidores que garantem que experiências de agroecologia e, por isso, experiências de construção de uma sociedade mais justa, democrática e saudável, seja economicamente viável, pois possuem a capacidade de analisar a realidade ao direcionar as suas escolhas para fortalecer um modelo de produção mais resiliente, justo, social e ambientalmente.

Com este contexto, este artigo tem como objetivo apresentar as abordagens do marketing e do comportamento do consumidor como um ferramental que pode contribuir na comercialização dos produtos agroecológicos e na sustentabilidade econômica dos produtores e das organizações, ao mesmo tempo em que modifica o comportamento dos consumidores no que se refere ao apoio à agroecologia.

2 | METODOLOGIA

A pesquisa teve natureza exploratória e a metodologia utilizada foi a revisão de literatura. Para a revisão de literatura foi utilizado como Fonte de dados: livros, teses, dissertações, periódicos científicos nos temas agroecologia e marketing. Como referencial teórico os conceitos de agroecologia, teoria do consumidor e teoria do marketing foram considerados.

3 | DISCUSSÃO TEÓRICA

Marketing é o estudo do mercado e de todas as ações presentes na relação de troca de mercadorias visando atender as demandas dos consumidores e cumprir os objetivos das organizações e empresas. Esses objetivos podem ser lucrativos e/ou promover uma mudança significativa na sociedade do ponto de vista social e/ou Ambiental.

Entender o mercado contribui para que se aja de forma mais assertiva fazendo com que as organizações sejam mais eficientes e os consumidores se sintam mais satisfeitos com os produtos adquiridos. O marketing potencializa as relações de troca, mediadas por dinheiro ou não, aproximando a oferta da demanda ou gerando impactos positivos no bem estar coletivo. Kotler et al (2010) classificou a história do marketing em três partes, denominando de Marketing 1.0, 2.0 e 3.0 O Marketing 1.0 foi centrado em vender produtos propulsionados pela Revolução Industrial e a busca das empresas era padronizar a produção, para ganhar escala, reduzir o preço e atingir o maior número de consumidores. Houve um avanço significativo da ciência em todas as áreas e a tecnologia da informação permitiu que os consumidores tivessem amplo acesso a informação, buscando produtos específicos que atendessem as características particulares. Os profissionais do marketing necessitaram segmentar o mercado, conhecendo profundamente o mercado-alvo e o marketing passou a ser centrado em satisfazer os consumidores, surgindo o Marketing 2.0. Um ponto negativo nesta visão é que o consumidor é considerado passivo das campanhas de marketing e se estimula o consumismo. O Marketing 3.0 modifica essa visão do consumidor como objeto e passa a enxergá-lo como ser humano pleno com mente, corpo e espírito e estas três dimensões devem ser atendidas, não somente a material. Esta fase denomina-se “A era dos valores” e os consumidores

“buscam empresas que abordem suas mais profundas necessidades de justiça social, econômica e ambiental em sua missão, visão e valores. Não buscam apenas a satisfação funcional e emocional, mas também a satisfação espiritual, nos produtos e serviços que escolhem” (KOTLER et al, 2010, p. 4).

O Marketing 3.0 tem como objetivo obter soluções para os problemas da sociedade e o lucro viria com a valorização dos consumidores para as empresas que contribuem para o bem-estar humano. A abordagem do Marketing 3.0 pode potencializar as ações já realizadas pelos agentes agroecológicos, uma vez que as características do Marketing 3.0 dialogam com os princípios da agroecologia quando coloca no centro dos seus objetivos obter soluções para os problemas das comunidades, uma vez que a agroecologia parte de um problema societário ao analisar criticamente o atual modelo de produção convencional e todas as consequências socioambientais negativas advindas desse modelo de produção e aponta como solução para esses problemas a agroecologia. Outra busca de solução para problemas comunitários é percebido quando se têm no centro de suas ações as comunidades tradicionais, indígenas, quilombolas, agricultores familiares e busca solucionar suas limitações políticas, produtivas e comerciais. Além disso, as organizações quando trabalham com os princípios da agroecologia não visualizam os consumidores somente como clientes, mas buscam trabalhar na construção de relações de confiança, transparência, afetividade, visualizando estes consumidores como seres humanos plenos e buscando atender as suas necessidades materiais e imateriais. Além do Marketing 3.0, há abordagens que também visam realizar mudanças na sociedade como o Marketing

Ambiental e o Marketing Social. O Marketing Ambiental pode ter inúmeros sinônimos como Marketing Verde, Marketing Ecológico, Marketing Ecoempresarial e Marketing Sustentável (PAIVA e PROENÇA, 2011). Há algumas diferenças conceituais entre esses sinônimos, mas de forma geral o objetivo de todas as abordagens é projetar produtos, serviços e ações socioambientalmente adequados que atendam às necessidades dos consumidores e/ou modifique as ações humanas diminuindo os impactos antrópicos na atmosfera, na água, na biodiversidade e garantindo a perpetuação da vida humana no Planeta Terra. O produto agroecológico é, em constituição básica, um produto que em toda sua cadeia produtiva não gera impacto ambiental, como também vai além, conseguindo recuperar solos degradados, manter estrutura e microbiota do solo vivos, regular do ciclo hidrológico, preservar do ecossistema nativo, manter os recursos naturais, impedir a vulnerabilidade do sistema a ataques de patógenos, mitigar da emissão de CO₂ e gases do efeito estufa, proporcionar bem-estar animal, reduzir ou eliminar o uso de combustíveis fósseis, potencializar os serviços ambientais e manter os ecossistemas mais resilientes a mudanças climáticas, entre outros. O produto proveniente desse modelo de produção atende as necessidades dos consumidores em saciar sua fome, ter produtos que promovam a saúde, isentos de agrotóxicos e que gerem inúmeros benefícios socioambientais à sociedade. Nesse sentido, o uso do Marketing Ambiental pode destacar os benefícios do produto agroecológico aos consumidores e mostrar os benefícios da agroecologia incentivando os consumidores a adquirirem produtos advindos desse modelo de produção, como também apoiar as lutas políticas, sociais e ambientais do movimento agroecológico. O Marketing Ambiental objetiva modificações em toda a cadeia produtiva de bens, oferecendo ao consumidor produtos com reduzido ou nenhum impacto ambiental. No entanto, os modos de vida e hábitos de consumo ainda precisam ser modificados para atender essa mudança e estimular o aumento de demanda por produtos socioambientais. O Marketing Social responde a essa necessidade com um conjunto de estratégias que visam alterar o comportamento do consumidor.

Estratégias para mudança social consistem em “um esforço organizado, feito por um grupo (o agente de mudança), visando a convencer terceiros (os adotantes escolhidos como alvo) a aceitar, modificar ou abandonar certas ideias, atitudes, práticas e comportamentos” (KOTLER e ROBERTO, 1992, p. 6). Há inúmeras ações realizadas no âmbito da agroecologia que promovem a alimentação saudável que visam modificar comportamentos relacionados aos hábitos alimentares dos consumidores, como a organização de Grupos de Consumo Responsável, Grupos de Compras Coletivas e movimentos sociais parceiros e o Instituto de Defesa do Consumidor (IDEC) que criou uma ferramenta colaborativa de divulgação de pontos de comercialização de produtos agroecológicos visando facilitar o acesso a estes produtos. O Marketing Social tem um ferramental a disposição que permite elaboração de estratégias que visam a mudança comportamental que podem ser eficazes quando implementadas de maneira planejadas. O Marketing Social também pode ser utilizado nas campanhas de conscientização e de visão crítica da realidade como são os casos

de campanhas elaboradas pelo movimento agroecológico como Campanha Permanente Contra o Uso de Agrotóxicos, Pelo Limite a Propriedade da Terra, pela Permanência das Escolas de Educação do Campo, pela Reforma Agrária Popular, em Defesa das Sementes Crioulas, Contra os Transgênicos, entre outros. As diferenças dessas abordagens com Marketing Comercial é que neste há um único objetivo de comercializar bens e serviços com o objetivo de geração de lucros, enquanto no Marketing Social visa a mudança de comportamento com ganhos para a sociedade como um todo e no Marketing Ambiental, em específico, a mudança do comportamento para atitudes socioambientais mais adequadas. No entanto, há relação entre as três correntes do Marketing contido na comercialização do produto ecológico. Dias (2014) define esse novo produto como sendo “produto ecológico comercial”. Esse produto é entendido tanto como um produto social, que vende ideias e/ou práticas com o objetivo de modificar o comportamento do consumidor para atitudes mais responsáveis e conscientes visando um benefício comum a sociedade, como também é um produto comercial, vendendo bens ou serviços ecológicos ao consumidor e visando o lucro. Nessa perspectiva, o produto agroecológico é um “produto ecológico comercial”, que visa mudança de comportamento da sociedade, como também visa garantir a sustentabilidade econômica das organizações e dos produtores e produtoras envolvidas na produção.

Independente da orientação que o marketing assuma, de ser direcionada ao mercado, para a mudança de comportamento, ou a ambos, seja para criação de hábitos ecológicos ou outros comportamentos que beneficiem a sociedade, o marketing se refere ao planejamento de inúmeras ações que favoreçam a troca de produtos. A qualquer ramo de atividade ou tipo de marketing, entre essas ações se encontram as estratégias de marketing ou mix de marketing e o estudo do comportamento do consumidor. Referente ao mix de marketing, a escolha desse termo é devido à quantidade de itens que podem ser considerados na elaboração de um plano de marketing. Esse plano considera ações voltadas para os 4p's: produto, ponto de venda, promoção e preço (KOTLER, 2000). Em relação ao estudo do comportamento do consumidor, permite que se identifique a necessidade do consumidor, se entenda como as atitudes destes são formadas, quais variáveis influenciam o consumo, como é determinado a superioridade de um produto comparado aos demais, quais as situações que afetam a decisão de compra, quais são os fatores que determinam que o consumidor esteja satisfeito e se voltará a comprar e como e quais são as informações que os consumidores passam aos demais, entre outros (SOLOMON, 2011). Outra importância de estudar os consumidores é compreender a forma como as informações são decodificadas, percebidas e interpretadas por esses. Um produto ou ideia desperta sensações e a forma como os indivíduos percebem essas sensações vai determinar a resposta ao estímulo. O estudo do processo perceptivo dos consumidores permite que se elaborem ações que podem ser realizadas para dar significados aos consumidores que interessam para a organização. As necessidades e desejos associam aos produtos valores sociais, econômicos e ecológicos e as organizações devem identificar

a capacidade e a disposição dos consumidores em realizar compras. Para identificar esses consumidores e caracterizá-los existe a técnica de divisão do mercado em segmentos que possuem características semelhantes, facilitando a elaboração de estratégias de marketing específicas para cada grupo.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este artigo teve como objetivo apresentar as abordagens do marketing e do comportamento do consumidor como um ferramental que pode contribuir na comercialização dos produtos agroecológicos e na sustentabilidade econômica dos produtores das organizações, ao mesmo tempo em que modifica o comportamento dos consumidores no que se refere ao apoio à agroecologia. O Marketing 3.0 compreende os consumidores em todas as suas dimensões e não visa somente atender suas necessidades materiais, mas atender as necessidades em todas as dimensões humanas, como também busca soluções para os problemas das comunidades; o Marketing Ambiental tem como objetivo modificar toda cadeia produtiva de bens e oferecer produtos sem nenhum impacto ambiental e modificar o comportamento do consumidor para ações mais sustentáveis; o Marketing Social visa também realizar mudanças na sociedade, através da mudança do comportamento do consumidor; e, o Marketing Comercial visa a obtenção de lucros. Em todas essas linhas do Marketing é comum a abordagem das estratégias de marketing e do comportamento do consumidor, como também estratégias que visam a segmentação de mercado. O estudo das estratégias de marketing e do comportamento do consumidor na agroecologia e o uso da segmentação de mercado tem a potencialidade de identificar quais são as reais percepções dos consumidores em relação aos mercados agroecológicos e definir quais as estratégias são mais adequadas para, ao mesmo tempo, atender as necessidades e desejos dos consumidores, atingir os objetivos das organizações no que se refere a mudanças sociais e ambientais, como também estimular a venda dos produtos garantindo a viabilidade financeira. Sugere-se que os planos de marketing a serem elaborados para os mercados agroecológicos utilizem as abordagens do Marketing Ambiental, Social, 3.0 e Comercial.

REFERÊNCIAS

DIAS, R. Marketing Ambiental - **Ética, Responsabilidade Social e Competitividade nos Negócios** - 2ª Ed. Atlas, 2011.

KOTLER, P. et al **Marketing 3.0: as forças que estão definindo o novo marketing centrado no ser humano**. 1ª ed. Rio de Janeiro: Campus, 2010.

KOTLER & ROBERTO, Philip & Eduardo L. **Marketing social: estratégias para alterar o comportamento público**. Rio de Janeiro, Campus, 1992.

KOTLER, P. **Administração de marketing**. Trad. Bázan Tecnologia e Lingüística. 2. ed. São Paulo: Prentice Hall, 2000.

ORGANICS BRASIL. **Brazilian organic market trend and news biofach 2016**. 2016. Disponível em: <<http://organicsbrasil.org/downloads/2016organicsbrasil-biofach-section-feb-10.pdf>>. Acesso em: 16 nov. 2016.

PAIVA, T; PROENÇA, R. **Marketing verde**. São Paulo: Almedina, 2011.

SOLOMON, Michel R. **O Comportamento do consumidor: comprando, possuindo e sendo**. 9.ed. Porto Alegre: Bookman, 2011

CAPÍTULO 2

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

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 08/10/2021

Rosangela Bitencourt

Escola Estadual Cônego José Ermelindo de Souza
Mestranda em Ensino de Ciências, Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP).
Pós-graduação em Educação Especial, Faculdade Única de Ipatinga Ciências Biológicas, Faculdades Integradas de Jacarepaguá (FIJ). Licenciatura em Ciências Biológicas, Universidade Iguazu (UNIG).
Professora de Educação Básica dos Anos Finais do Ensino Fundamental e Ensino Médio da E.E. Cônego José Ermelindo de Souza Araponga-MG
<http://lattes.cnpq.br/7819166127411224>

Tatiana da Rocha Vieira

Escola Estadual Cônego José Ermelindo de Souza
Pedagogia pela Universidade Federal de Viçosa (UFV), Especialista em Educação, Mestra em Educação pelo Programa de Pós-graduação em Educação (UFV) Especialista.
Graduada em Educação Especial pela Unisanta, Especialista em Educação Básica/Coordenação Pedagógica. E. E. Cônego José Ermelindo de Souza.
Araponga-MG
<http://lattes.cnpq.br/7297431389878301>

RESUMO: As redes Agroecológicas surgem da necessidade de buscar outra forma de

produção e consumo de alimentos saudáveis sem agressão ao meio ambiente. A partir da participação de uma das autoras no curso oferecido pelo Museu de Ciências da Terra Aléxis Dorofeeff, da Universidade Federal de Viçosa, foi implantado no município de Araponga uma rede de produtores(as) e consumidores(as) agroecológicos, inspirada na Rede Raízes da Mata do Município de Viçosa/MG e de outras tantas que existem no Brasil. Em Araponga, os agricultores(as) familiares e consumidores(as) foram inicialmente contatados e todos mostraram muito interesse na formação da rede. A partir dos contatos iniciais, várias reuniões e rodas de conversas foram organizadas, com a participação de consumidores(as) e agricultores(as), logo após, realizou-se o cadastro dos(as) interessados(as) em fazer parte do processo. A rede promoveu um espaço de troca de saberes entre consumidores(as), produtores(as) e a comunidade local, fortalecendo a agroecologia no município de Araponga em Minas Gerais.

PALAVRAS-CHAVES: Saberes. Rede. Agroecológicos.

THE EXCHANGE OF KNOWLEDGE FROM THE NETWORK OF AGROECOLOGICAL PRODUCERS AND CONSUMERS OF ARAPONGA/MG

ABSTRACT: Agroecological networks arise from the need to seek another way of producing and consuming healthy foods without harming the environment. Based on the participation of one of the authors in the course offered by the Alexis Dorofeeff Museum of Earth Sciences, Federal University of Viçosa, a network of agroecological

producers and consumers, inspired by the Roots Network, was implemented in the municipality of Araponga da Mata in the municipality of Viçosa/MG and many others that exist in Brazil. In Araponga, family farmers and consumers were initially contacted and all showed great interest in forming the network. From the initial contacts, several meetings and rounds of conversations were organized, with the participation of consumers and farmers. Soon after, the registration of those interested in being part of the process was carried out. . The network promoted a space for the exchange of knowledge between consumers, producers and the local community, strengthening agroecology in the municipality of Araponga in Minas Gerais.

KEYWORDS: Knowledge. Network. Agroecological.

1 | INTRODUÇÃO

Na sociedade atual, consumir alimentos perdeu o significado de nutrir-se, ou seja, ingerir nutrientes necessários para manter o corpo saudável e passou a ser considerado simplesmente saciar a fome, isto tem causado muitas doenças às pessoas. Para reverter este quadro é preciso uma reeducação alimentar, que considere que para se ter segurança alimentar, nutricional e uma vida saudável, é necessária disponibilidade de alimentos saudáveis em quantidade e qualidade. Alimentação saudável foi um dos temas abordados no curso de Extensão Solos e Agroecologia: conteúdos e métodos para a abordagem interdisciplinar de temas ambientais, realizado no período de 24 de maio a 29 de novembro de 2014 para professores da Educação Básica, promovido pelo Museu de Ciências da Terra Aléxis Dorofeef da Universidade Federal de Viçosa, pelo ECOA (Núcleo de Estudos em Agroecologia – NEA) e Comboio Agroecológico do Sudeste (Rede de NEAs). O curso foi parte do programa da CAPES Novos Talentos – UFV e CNPq/ministérios (edital 81/2013).

Um dos principais objetivos dessa formação foi valorizar e potencializar o desenvolvimento da agroecologia para a produção de alimentos saudáveis, respeitando o ambiente através da produção e consumo de alimentos que valorizam a sustentabilidade ambiental, social, cultural e econômica local. A partir do curso, uma das participantes sentiu-se motivada a implantar no município de Araponga uma Rede de Produtores e Consumidores Agroecológicos, inspirada na Rede Raízes da Mata (Viçosa, MG e parte do ECOA) e em tantas outras existentes em vários lugares do Brasil. As Redes são constituídas de grupos de consumidores que realizam compras coletivas diretamente de agricultores/as agroecológicos e orgânicos. Em agosto de 2015, a partir de ações como reuniões e rodas de conversas e do interesse dos consumidores(as) e agricultores(as), foi criada a Rede de Produtores e Consumidores Agroecológicos do município de Araponga-MG. As redes agroecológicas aproximam os agricultores(as) e consumidores(as), promovendo o acesso amplo à alimentação saudável e nutricional adequada, de base agroecológica e a organização coletiva de agricultores(as) familiares, cooperativas e redes agroalimentares para comercialização dos produtos.

As Redes como a Rede de Produtores e Consumidores Agroecológicos de Araponga,

podem ser consideradas uma prática educativa (SATO; CARVALHO, 2005). De acordo com Brandão (1981) a educação é uma prática social que tem como fim o desenvolvimento da pessoa de uma determinada sociedade ou tempo. Ela traz consigo as concepções de mundo e escolhas sociopolíticas. Não se limita só ao espaço escolar, está presente na sociedade. Nesse sentido, podemos considerar a Rede como um espaço de formação onde se tem a oportunidade de sensibilizar a comunidade local em relação aos produtos consumidos, a origem deles e a sua forma de produção. Logo, a constituição da Rede se faz no processo de um diálogo contínuo e da necessidade real de ter acesso a alimentos saudáveis, mudanças de atitudes e socialização do conhecimento agroecológico.

Para o desenvolvimento e implantação da Rede, realizou-se inicialmente o diálogo entre os/as envolvidos e o cadastro dos(as) consumidores(as) através de um encontro realizado no dia 12 de agosto de 2015. Nestes diálogos tratava-se da importância da alimentação saudável, da produção agroecológica da região, da diversificação das atividades produtivas das propriedades da agricultura familiar, das formas de comercialização dos produtos, da compreensão da importância de consumir produtos que promovam a saúde e do anseio que os produtores tinham em produzir alimentos e vender direto aos consumidores, mas faltava o elo entre os produtores/as e os consumidores(as) do município. Essa ligação se deu através de uma necessidade que alguns consumidores/as tinham em adquirir produtos saudáveis que respeitassem o meio ambiente e os produtores(as) de comercializarem esses produtos. Para o cadastro utilizou-se uma ficha com dados pessoais, informações de contatos, como telefone, e-mail e redes sociais. Semanalmente, uma planilha de excel é enviada por e-mail e pela rede social WhatsApp. Nessa planilha consta uma lista com todos os produtos disponíveis na semana, com o valor unitário e o local de preenchimento da quantidade. A primeira planilha foi enviada para os consumidores no dia 17 de agosto de 2015. As encomendas são feitas até três dias após a disponibilização da planilha e devolvida à rede, que repassa os pedidos para os produtores. Hoje são trinta e uma famílias agricultoras cadastradas na Cooperativa dos Agricultores e Agricultoras Familiares e Economia Solidária de Araponga (COAFA), destes, dez associados participam da entrega de produtos na Rede. Em relação aos consumidores, temos cadastrados 45 que fazem parte dessa rede.

Após o início da rede houve a realização de intercâmbios agroecológicos (baseados na metodologia camponês a camponês) nas propriedades agroecológicas de Araponga, envolvendo professores(as), agricultores(as) e consumidores(as). Esta é uma ação educativa por excelência pois é uma via de mão dupla que tem proporcionado a troca de experiências e promovido diversas aprendizagens. Dentre essas ações, também se organiza atualmente a Feira Agroecológica, aberta ao público mensalmente, não necessitando de cadastro, onde há uma grande diversidade de produtos, permitindo o reconhecimento de alimentos utilizados pelos nossos antepassados, como umbigo de banana, capiçova, cara, açafraão, urucum, ovo e frango caipira, possibilitando trocas de conhecimentos e sabores.

A primeira feira ocorreu no dia 13 de fevereiro de 2016, e foi divulgada na rádio local, alto-falante da Igreja matriz, redes sociais, e-mail e cartazes. A rede e a feira têm como objetivo alcançar em especial os consumidores(as) urbanos(as), que têm acesso apenas aos produtos de supermercado, que em sua maioria estão contaminados por agrotóxicos e conservantes. Os agricultores(as), por sua vez, têm seus produtos valorizados e seu trabalho reconhecido, além da geração de renda, propiciada pela comercialização direta e pagamento à vista de seus produtos.

Assim, este texto tem como objetivo apresentar a sistematização da experiência, ainda recente, mas exitosa, da Rede de Produtos Agroecológicos do Município de Araponga – MG, compreendendo-a como fruto de ações coletivas que colaboram no desenvolvimento sustentável e local. Logo, esta experiência, como citado anteriormente, tem uma grande dimensão educativa, uma vez que possibilita a troca de saberes e sabores entre agricultores(as) e consumidores(as) agroecológicos.

2 | DESCRIÇÃO E REFLEXÃO SOBRE A EXPERIÊNCIA

A Rede contribuiu para aproximar agricultores(as) e consumidores(as) e promover, por um lado, a organização coletiva de agricultores/as familiares para a comercialização dos produtos da biodiversidade agroecológica, o que contribui para aumento da renda dos/as agricultores(as). Por outro lado, a Rede propicia aos consumidores o acesso à alimentação saudável de base agroecológica contribuindo assim para a segurança alimentar e nutricional das pessoas. A rede contribui também para ressignificar o ato de se alimentar, o que pressupõe ingerir nutrientes necessários para manter o corpo saudável, não é simplesmente saciar a fome. As Redes possibilitam ainda a realização de compras coletivas e diretas dos agricultores(as) familiares agroecológicos de produtos existentes na região.

Após o início das atividades da Rede, vários Intercâmbios Agroecológicos, baseados na metodologia camponês a camponês, foram realizados nas propriedades dos agricultores/as familiares, para que os(as) consumidores(as) pudessem conhecer melhor o sistema de produção agroecológica. Essa metodologia camponês a camponês, que surgiu no movimento agroecológico em Cuba na década de 1990, possibilitou a transformação de uma realidade no sistema de produção da época para um sistema de produção agroecológica (SOSA et al., 2012). Nesse sentido, os intercâmbios têm contribuído para a construção do conhecimento agroecológico e, com isto, espera-se em médio e longo prazo, melhorias no manejo dos agroecossistemas. Os intercâmbios permitem também a certificação direta dos produtos, já que os consumidores visitam as áreas de produção e podem por eles mesmos observar como é feita essa produção. Essa certificação é uma forma de aproximação entre os consumidores(as) e produtores(as), visando conhecer e valorizar o processo de produção agroecológico do município.

Esse contato direto proporciona uma ação educativa, que promove um espaço transdisciplinar e participativo pois, não há níveis de conhecimentos que se sobrepõem, sendo todos portadores de saberes. Desse modo, além de promover o fortalecimento dos saberes locais e das relações sociais por meio de uma ligação entre campo e cidade, promove a valorização dos(as) agricultores(as) do município. Pensando em ampliar e fortalecer o elo campo e cidade, a feira foi uma das ações realizadas para divulgar o trabalho agroecológico local, possibilitando também a inserção de pessoas que ainda não têm acesso a redes sociais. A feira agroecológica é uma iniciativa que proporciona acesso a produtos saudáveis, divulgação da agroecologia, fortalecimento da cultura local, divulgação das organizações sociais relacionadas à agricultura familiar, buscando promover uma compreensão de uma alimentação mais natural e menos industrializada.

A construção de canais de comercialização, como esse apresentado aqui, requer parcerias, como as já estabelecidas com a Universidade Federal de Viçosa, através de cursos de formação, oferecidos pelo Museu de Ciências da Terra Aléxis Dorofeeff, que envolveu professores do departamento de solo da UFV, alunos estagiários e professores da rede estadual e municipal de ensino de Minas Gerais, consumidores e comunidade local, organizações sociais, dentre outras. Dentre as organizações locais, destaca-se a participação do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Araponga, a AFA (Associação dos Agricultores Familiares de Araponga), a COAFA (Cooperativa dos Agricultores e Agricultoras Familiares e Economia Solidária de Araponga) e a Associação Comunitária de Comunicação e Meio Ambiente de Araponga, sem as quais o trabalho não poderia se realizar. As parcerias contribuem para o fortalecimento da produção diversificada e sem agrotóxico, o que têm impacto positivo na saúde das pessoas e do ambiente e promovem ações voltadas para Economia Solidária, uma vez que se consome um produto diretamente de quem o cultiva, valorizando a produção local.

Os produtos disponibilizados na Rede têm como base a produção em agroecossistemas que visam à promoção da biodiversidade, da sustentabilidade, do respeito ao ambiente e à preservação da água e solo. Procura construir relações que busquem a igualdade de gênero, uma vez que valoriza o trabalho familiar. A participação das mulheres nas atividades agropecuárias no Brasil, de acordo com DALMINA et al. (2007), é extremamente importante, pois elas se dedicam de 13% a 40% do dia nessas atividades. Seu trabalho então tem a mesma importância na produção de alimentos que vão diariamente para a casa das famílias brasileiras. No entanto, na sociedade muitas vezes não há reconhecimento deste trabalho. No sistema agroecológico busca-se a valorização do trabalho feminino, uma vez que esse é fundamental para a promoção da agroecologia. Na rede, a participação das mulheres tem sido efetiva na produção, na organização das encomendas, organização dos produtos comercializados e na divulgação da Rede.

3 | DIÁLOGO COM OS PRINCÍPIOS E DIRETRIZES DA EDUCAÇÃO EM AGROECOLOGIA

A agroecologia, nessas experiências e em outras, associa trocas de saberes e práticas, constrói conhecimento das diversas formas e articula diferentes conhecimentos na busca de soluções para problemas envolvendo a agricultura familiar, a segurança alimentar e o desenvolvimento sustentável. A agroecologia, desde sua origem, procura enfrentar o desafio de produção de alimentos de qualidade com respeito ao ambiente, à saúde dos agricultores e dos consumidores, visando à produção e o consumo de alimentos nutritivos e saudáveis.

Altieri (1998) destaca cinco desafios para a prática da agricultura sustentável, o desafio ambiental, o econômico, o social, o territorial e o tecnológico. Desafios que vêm sendo minimizados através de políticas públicas como o Plano Nacional de Segurança Alimentar, o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF), o Seguro da Agricultura Familiar (SEAF), o Garantia Safra, o Programa de Garantia de Preços da Agricultura Familiar (PGPAF), a Política Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural (PNATER), a Política Nacional de Agroecologia e Produção Orgânica (PNAPO), o Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) e o Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE).

Mas, uma consciência ecológica e sustentável, necessária ao desenvolvimento da agroecologia, ainda deve ser disseminada. Boff (2005) divide a ecologia em quatro formas de realização, estas também podem ser utilizadas na agroecologia: a ecologia ambiental, a social, a mental e a integral. A ecologia social, por exemplo, procura o ser humano no meio ambiente buscando um desenvolvimento sustentável. Para que se amplie a consciência ecológica é necessário investir na educação ambiental, que pode contribuir para a disseminação da consciência ecológica. Segundo Gadotti

A educação ambiental, também chamada de ecoeducação, vai muito além do conservacionismo. Trata-se de uma mudança radical de mentalidade em relação à qualidade de vida, que está diretamente ligada ao tipo de convivência que mantemos com a natureza e que implica atitudes, valores, ações. Trata-se de uma opção de vida por uma relação saudável e equilibrada, com o contexto, com os outros, com o ambiente mais próximo, a começar pelo ambiente de trabalho e pelo ambiente doméstico. (GADOTTI, 2000, p. 96).

A Rede Agroecológica de Araponga tem contribuído para despertar nos consumidores desejos de consumir alimentos orgânicos de qualidade, saudáveis. O consumo de tais alimentos dialoga com o princípio da vida, já que promovem a saúde dos consumidores, dos agricultores e do ambiente. A produção destes alimentos é feita sem o uso de insumos artificiais, como os adubos químicos e os agrotóxicos, livre de drogas veterinárias, hormônios e antibióticos e de organismos geneticamente modificados. Esta produção só é possível em ambientes diversificados, a partir da valorização e respeito da cultura local e

dos ciclos da natureza. Resgata, portanto, a relação do ser humano com a natureza, e isto dialoga com o princípio da diversidade e respeito a vida.

O princípio da complexidade faz surgir as redes que articulam as relações tão importantes entre agricultores(as), natureza e consumidores(as), valorizando os conhecimentos e as práticas dos agricultores/as e a troca do conhecimento, fazendo com que os agroecossistemas se tornem um ambiente de aprendizagem para todos. E, por fim, o princípio da transformação que traz a compreensão da necessidade de mudanças de atitudes, modificando uma realidade que parecia perdida, reforça a coletividade, a cooperação e o vínculo, tão importante, entre a natureza e o ser humano.

Os princípios agroecológicos citados expressam desde a forma de produção dos alimentos até o momento da entrega dos produtos aos consumidores(as). A produção por meio de agroecossistemas respeita a diversidade, as vidas envolvidas nesse sistema e a autonomia das pessoas por meio de seus manejos e plantios sustentáveis. Nas relações de produção, as famílias trabalham de forma colaborativa, valorizando o trabalho de todos e todas, com isso busca-se efetivar mudanças nas relações de trabalho, valorizando o trabalho das mulheres e a busca da comercialização de forma justa e solidária.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

A experiência aqui apresentada trata das práticas e saberes agroecológicos, que consolida uma rede de produtores(as) e consumidores(as) agroecológicos locais, que têm produzido resultados como o fortalecimento da agricultura familiar agroecológica. Dentre esses resultados, encontra-se a valorização dos produtos agroecológicos, do trabalho dos/as agricultores/as, a valorização do comércio local, o acesso a alimentos agroecológicos, a geração de renda, a promoção da qualidade de vida por meio de alimentos saudáveis, produzidos de forma diversificada e livre de agrotóxicos.

A rede tem como desafio expandir a compreensão da agroecologia, ampliando o número de participantes e garantindo o acesso de alimentos de qualidade, não levando em consideração a aparência, mas o valor nutricional dos produtos, disponibilidade de tempo dos consumidores para participar da rede como voluntários no processo de separação, organização e entrega dos produtos, visto que a vida e o estilo de vida que a maioria da população tem atual é corrida, e logo, a indisponibilidade impede essa participação mais efetiva.

REFERÊNCIAS

ALTIERI, M. Agroecologia: **A Dinâmica Produtiva da Agricultura Sustentável**. 1.ed. Porto Alegre: Editora da UFRGS, 1998.

BOFF, L. **Saber Cuidar: ética do humano** – compaixão pela terra. 6 ed. Petrópolis (RJ): Vozes, 1999.

BRANDÃO, Carlos Rodrigues. **O que é educação?** Editora Brasiliense. 14 ed. São Paulo. 1981.

DALMINA, S. M., KASPARY, E. S., PILAR, M. H., FALCAO, A. D. F. **Avaliação da participação das mulheres na propriedade e na geração de renda.** Revista Brasileira de Agroecologia, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 1306-1309, 2007

GADOTTI, M. **Pedagogia da Terra: Ecopedagogia e educação sustentável.** In: Torres, C.A. (Org.) Paulo Freire y la agenda de la educación latinoamericana en el siglo XXI. Buenos Aires: CLACSO, 2000

SATO, M; CARVALHO, I. **Educação ambiental – pesquisa e desafios.** Porto Alegre: Artmed, 2005.

SOSA, B.; JAIME, A.; LOZANO, D.; ROSSET, P. **Revolução agroecológica: o Movimento de Camponês a Camponês da ANAP em Cuba.** São Paulo: Outras Expressões 2012.

ANEXOS



Encontro de produtores e consumidores para implantação para distribuição da rede agroecológica.



Entrega de produtos na rede.



Separação de produtos.



Feira agroecológica.

CAPÍTULO 3

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

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 26/10/2021

Ana Mônica de Britto Costa

Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Rio Grande do Norte
Canguaretama/RN
<http://lattes.cnpq.br/7732879974098648>

Fernando Moreira da Silva

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Natal/RN
<http://lattes.cnpq.br/3687987476428917>

Henrique Roque Dantas

Universidade Federal do Rio Grande do Norte
Caico/RN
<http://lattes.cnpq.br/6372539440351657>

RESUMO: O município de Ipanguaçu/RN localiza-se na microrregião do Vale do Açu no estado do Rio Grande do Norte, tem uma área de 367,6Km² e uma população de 13.441 habitantes. Situa-se na bacia do rio Piranhas/Açu e caracteriza-se por um clima semiárido com vegetação de caatinga. Sua economia se baseia na produção de fruticultura irrigada para exportação, pecuária e indústria da cerâmica. Com intuito de prover estimativas quantitativas dos efeitos dos fatores que agem sobre o ambiente, o objetivo da pesquisa foi aplicar métodos e fundamentos teóricos da geotecnologia, para identificar áreas com susceptibilidade à degradação ambiental em Ipanguaçu/RN. Para tanto, a metodologia adotada teve como base o desenvolvimento

do índice de susceptibilidade à degradação ambiental, o ISDA, sendo realizada por meio da elaboração do Sistema de Informação Geográfica (SIG). Portanto, apoiando-se nos resultados, conclui-se que o município de Ipanguaçu/RN apresenta níveis de susceptibilidade de médio a forte na região onde predomina a agricultura irrigada. Os níveis mais elevados estão alocados a sudoeste do município (muito forte), região em que predomina as áreas mais favoráveis às práticas agrícolas por encontrar-se em um relevo plano e pouco acidentado, associado ao fato de que é uma área onde se concentra um núcleo máximo de precipitação, assim apresenta um maior poder de degradação por energia cinética, “erosividade”.

PALAVRAS-CHAVE: Ambiente; SIG; Modelagem Ambiental.

ENVIRONMENTAL DIAGNOSIS AS AN INSTRUMENT FOR TECHNICAL AGROECOLOGICAL APPLICATION IN THE MUNICIPALITY IPANGUACU-RN

ABSTRACT: The municipality of Ipanguacu-RN located in the micro Açu Valley in the state of Rio Grande do Norte, has an area of 367.6 km² and a population of 13,441 inhabitants. It lies in the river basin Piranhas/Açu, is characterized by a semiarid climate, caatinga vegetation. Its economy is dependent on natural resources, such as production of irrigated horticulture for export, livestock and industrial ceramics. Aiming to provide quantitative estimates of the effects of the factors acting on the environment, the objective was to apply methods and theoretical foundations

of geotechnology, to identify areas susceptible to environmental degradation in Ipanguacu-RN. For both, the methodology was the development of the index of susceptibility to environmental degradation, the ISDA, be conducted through the development of Geographic Information System (GIS). Therefore, relying on results showed that the municipality of Ipanguacu-RN presents levels of susceptibility medium to strong in the region where irrigated agriculture predominates. The highest levels are located southwest of the city (very strong), region that has the most favorable agricultural practices by lying on a flat terrain and little bumpy, associated with the fact that it is an area where a core focuses of maximum precipitation, thus presents a greater power degradation kinetic energy, “erosivity”.

KEYWORDS: Environment; GIS; Environmental Modeling.

INTRODUÇÃO

Com uma área de 367,6Km² o município de Ipanguacu/RN (Figura 1) possui uma população de 13.441 habitantes, concentrando 63% na zona rural (8.473 habitantes) (IBGE, 2010).



Figura 1. Mapa do Rio Grande do Norte com destaque para o município de Ipanguacu.

Os solos predominantes em Ipanguacu são: os Neossolos Fluvial, Latossolo Vermelho-amarelo e os Luvisso. Este município situa-se na bacia do rio Piranhas/Açu, a qual possui cerca de 44.000 km² (SERHID, 1997). Estando regionalmente dentro da depressão sertaneja, o município assenta-se sobre um relevo predominantemente de planície, o que favorece para frequentes inundações do rio Açu em sua área urbana. (COSTA; SILVA e SILVA, 2011).

Ipanguacu/RN encontra-se dentro da região brasileira de clima semiárido, possui precipitação média anual de 550 mm e temperatura média anual de 26,2°C. Sua vegetação predominante é a caatinga e está inserida em um vale com economia voltada para a produção de fruticultura irrigada para exportação, pecuária e na indústria da cerâmica. (PATRÍCIO; COSTA e SILVA, 2010).

Com base nesses aspectos ambientais, esse estudo foi realizado visando contribuir para identificação de potencialidades de uso do solo do município de Ipanguacu/RN, com base em mapeamento dos elementos naturais, buscando colaborar para um uso

sustentável desses recursos. O município de Ipanguaçu está inserido na microrregião do Vale do Açu e tem sua base econômica voltada para agropecuária que adota o modelo convencional de produção utilizando pacotes tecnológicos para implantação de políticas de desenvolvimento agrícola, com uso de grandes quantidades de agrotóxicos com o objetivo de aumentar a produtividade.

Conforme Costa *et al.*, (2012), às características ambientais desse município sugerem a ocorrência de áreas susceptíveis à degradação, provocadas especialmente pela ação antrópica, que levam ao aparecimento das denominadas áreas de riscos ambientais, a serem discutidas – observadas - tratadas, e que pelas graves consequências trazidas pelo seu desconhecimento por parte da sociedade e do poder público justificou a realização dessa pesquisa.

Nesse contexto, buscando contribuir com a preservação da natureza e com a população, desenvolvemos essa pesquisa no intuito de oferecer mecanismos que ajudem na escolha de caminhos alternativos viáveis para construção e desenvolvimento do espaço produtivo, que de forma sustentável insere-se num sistema de exploração mais racional dos recursos naturais, o qual deve buscar o equilíbrio ambiental, reduzindo os danos ao meio e, ao mesmo tempo, a melhoria da qualidade de vida da população, corroborando com a fixação do homem do campo.

Assim, realizamos um estudo dos elementos do meio ambiente de Ipanguaçu/RN, que permite identificar as terras que possuem vocação para o uso agropecuário e as que devem ser preservadas.

Nesse sentido, o objetivo da pesquisa foi aplicar métodos e fundamentos teóricos da geotecnologia, para desenvolver o índice de susceptibilidade à degradação ambiental, através do uso de indicadores que reflitam os efeitos da degradação na área estudada, com intuito de prover estimativas quantitativas sobre os efeitos dos diversos fatores que agem no ambiente.

O uso de técnicas indicativas de susceptibilidade à degradação ambiental no município de Ipanguaçu/RN é uma ferramenta que proporciona informações relevantes na relação homem-ambiente e ainda sua utilização dentro dos órgãos municipais poderá possibilitar a desburocratização da informação e estimular a comunicação entre esses segmentos.

Estudo semelhante a esse foi realizado por Kazmierczak e Seabra (2007), esses também utilizando geotecnologia pesquisaram áreas do cerrado paulista com a finalidade de gerar um índice de susceptibilidade à degradação ambiental, o ISDA. Concluíram que a existência de processos de degradação ambiental pode ser atribuída a resultante de dois elementos básicos: a existência de condições físicas favoráveis e a ruptura do sistema ecológico. Consideraram que o SIG é especialmente útil neste tipo de modelagem, pois a degradação ambiental é um fenômeno espacial e a estimativa da degradação ambiental pôde ser obtida pela aplicação do índice proposto (ISDA).

Um SIG foi elaborado por Petta, Ivo e Duarte (2010) para o município de Acari, onde a base de dados utilizada, proporcional a caracterização do meio físico e urbano, o que permitiu a geração de um inventário digital que possibilitou a classificação e sistematização dos elementos abordados usados para nortear as políticas públicas de interesse para área.

Visando conhecer a situação socioeconômica do Vale do Açu/RN, Costa *et al.* (2012) realizou um SIG socioeconômico para essa microrregião onde observaram que os dados do último censo apontaram melhoria nas condições socioeconômicas da população da microrregião do Vale do Açu/RN. Os autores constataram, também, que o SIG mostrou-se eficiente e capaz de subsidiar as atividades de gestão do uso e da ocupação do espaço físico.

MATERIAL E MÉTODOS

Os dados espectrais do satélite LANDSAT-5 foram coletados junto ao Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais/INPE, para o dia 19/06/2008, os dados de precipitação na Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte/EMPARN, os dados de solo e declividade na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/EMBRAPA, enquanto que os dados censitários foram adquiridos no Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística/IBGE.

Os indicadores que consideram a realidade de Ipangaçu/RN, e que sejam sensíveis ao potencial de degradação ambiental e que ainda forneçam dados de maneira rápida e eficiente podem ser considerados como o ponto crucial do estudo. Com base nestes critérios, Kazmierczak (1996), o citado autor, selecionou 5 indicadores: uso do solo - USO, índice de vegetação diferença normalizada – NDVI, precipitação - PPT, pressão exercida pela pecuária - PEP e erodibilidade - ERO.

Para cada indicador foi gerada a estatística descritiva (medidas de tendência central, de dispersão e percentil). Têm-se, assim, classes que correspondem a valores identificados como “Muito Baixo”, “Baixo”, “Médio”, “Alto” e “Muito Alto”. Para cada indicador há um peso associado, variando de 1 a 5. As classes que protegem o solo assumem valores menores de susceptibilidade, enquanto classes em que esta proteção é menor adotam valores cada vez maiores. A única exceção é para Pastagem, que pode receber “0” (zero) caso não haja esta classe na célula em questão.

O Índice de Susceptibilidade a Degradação Ambiental – ISDA (Equação 1) é uma combinação linear múltipla de todos os indicadores, incluindo pesos iguais, afetando da mesma forma a susceptibilidade computada pelo índice. Isto implica no fato de que a susceptibilidade é acumulativa e é evidenciada espacialmente pelo índice.

$$ISDA = USO + NDVI + PPT + PEP + ERO \quad (\text{Equação 1})$$

Onde:

USO é o uso do solo;

NDVI é o índice de vegetação diferença normalizada;

PPT é a precipitação;
PEP é a pressão exercida pela pecuária e
ERO é o potencial de erodibilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros resultados obtidos, nessa pesquisa, foram a elaboração dos mapas que deram origem a carta síntese do Índice de Susceptibilidade a Degradação Ambiental - ISDA. A primeira carta a ser gerada foi o Uso do Solo (Figura 2), tendo como base nas imagens de satélite LANDSAT 5 TM, em 19 de junho de 2008, relativas à área de estudo foram processadas no ambiente do software de processamento digital de imagens ArcGis, com definição de 5 classes:

- **Corpos d'água:** açudes, represas e demais áreas com água armazenada;
- **Área Urbanizadas:** área antropizada, independentemente da intensidade desta ocupação;
- **Agricultura :** áreas ocupadas por culturas permanentes ou anuais, sem discriminação de espécies;
- **Solo exposto:** áreas em que o solo apresenta-se exposto, sem cobertura vegetal;
- **Caatinga Rala:** área que apresenta recoberto pela vegetação de caatinga.

As imagens supervisionadamente classificadas para uso do solo (Figura 2) revelam que há uma predominância de solo exposto, agricultura e caatinga rala ou antropizada. A urbanização e o corpus d'água são as áreas menores de ocupação espacial do município.

Do mesmo modo, também com uso da imagem de satélite LANDSAT 5 TM foram gerados os valores de NDVI (Figura 3). Na modelagem do ISDA na grade, foram definidas 5 classes, sendo atribuídos os valores de susceptibilidade do segundo indicador do ISDA. A inversão das notas aplicada para este indicador está embasada no fato de que as áreas com maior biomassa propiciam maior proteção ao solo, e desta forma devem ter valores menores.

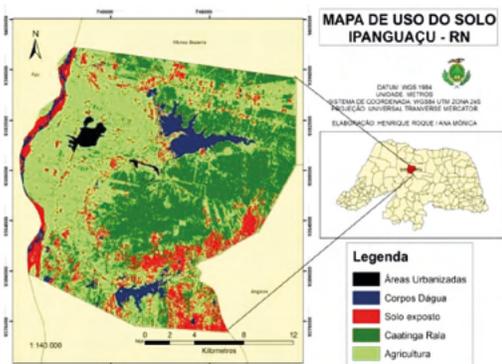


Figura 2. Mapa de Uso do Solo do município de Ipanguaçu/RN.

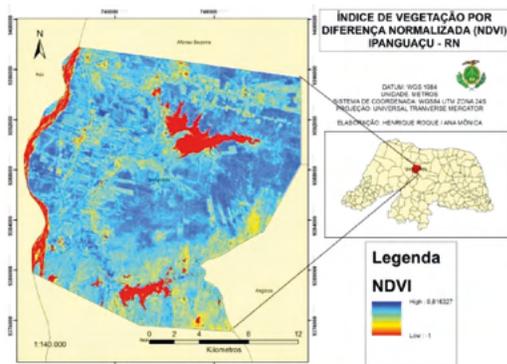


Figura 3. Índice de Vegetação Diferença Normalizada.

Os valores de reflectância do NDVI para o município de Ipanguaçu/RN variaram entre -1 e 0,816327, no qual o menor valor apresenta menor biomassa vegetal e o maior valor exibe uma área com maior cobertura vegetal. Para inserção do NDVI no modelo ISDA foram avaliados seu percentil em cinco classes, com intervalos de 20%.

A densidade da vegetação é máxima nas áreas de caatinga rala, ao passo que é mínima nas áreas que apresentam reservas d'água, conivente com a literatura. As áreas com NDVI máximo estão em áreas de maior declive, como pode ser visto na Figura 3, apresentando aptidão à implementação de práticas agropastoris. Em sentido contrário, as áreas mais planas, localizadas a Oeste do município, apresentam pouquíssimas ou nenhuma cobertura vegetal ou biomassa, em decorrência de estar mais propensa a agricultura permanente ou temporária.

Os dados de precipitação foram obtidos da SUDENE, constituindo de uma série com 22 anos (1963 a 1885), tendo sido utilizada as estações dos municípios circunvizinho a Ipanguaçu/RN, para cada estação foram processados os valores das médias mensais da precipitação, gerando as informações do terceiro indicador do algoritmo que quantifica o ISDA.

A espacialização da precipitação média anual de precipitação no município de Ipanguaçu/RN variou entre de 585 a 716 mm, respectivamente, gerando o mapa (Figura 4) do terceiro indicador (precipitação). Observa-se um gradiente de precipitação de leste para oeste, com uma classe de valores máximos variando entre 676 e 716 mm, respectivamente, a sudoeste do município.

A geração do indicador pressão exercida pela pecuária, foi elaborada com base nos dados do IBGE encontrados no Censo Agropecuário de 2010, foram utilizados os dados do rebanho de gado (de corte e leiteiro). Para a definição da Pressão Exercida pela Pecuária (PEP), o valor com o rebanho total de cada município foi dividido pelo valor da área total

ocupada pelas pastagens, gerando o quarto indicador do ISDA.

Os dados de solos do município de Ipanguaçu/RN foram retirados do mapa de Solos do Brasil do IBGE (escala 1:100.000), o mapa foi recortado gerando-se os solos do referido município. Considerou-se a declividade no grau de propensão de erodibilidade de uma determinada mancha de solo, a partir de um mapa de declividade (Figura 5) gerado com base na altimetria das cartas 1:50.000 do IBGE.

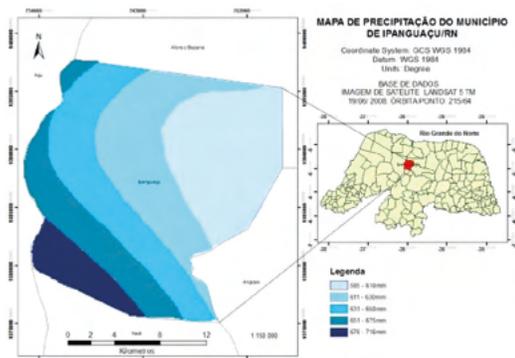


Figura 4. Precipitação média mensal de Ipanguaçu/RN.

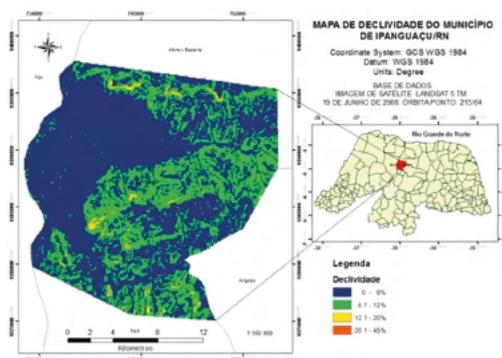


Figura 5. Mapa de declividade do município de Ipanguaçu/RN.

Com as funcionalidades do ArcGIS, estes pontos e vetores foram processados gerando o Modelo de Elevação do Terreno, que foi fatiado, conforme os seguintes valores de declividade: 0 a 6%, 6.1 a 12%, 12.1 a 20%, 20.1 a 45%. Solos com composição significativa de areia em geral são altamente erodíveis (baixos níveis de matéria orgânica e grande tamanho de suas partículas). A erodibilidade foi calculada considerando-se, em conjunto, o tipo de solo e a declividade de cada célula da grade, conforme a proposta de Kazmierczak e Seabra (2007), consistindo no último indicador do ISDA.

A Figura 5 mostra que o município apresenta pouca declividade, pois oscila entre 0 e 20%, respectivamente. Os valores mínimos estão alocados a oeste do município, região com predomínio de agricultura irrigada.

A integração dos indicadores gerou um mapa qualitativo do grau de susceptibilidade à degradação no município de Ipanguaçu/RN (Figura 6). Como se pode verificar, existe a favorabilidade à degradação em quase todos os níveis do método (fraco, médio, forte e muito forte). A maioria apresenta níveis de susceptibilidade de médio a forte na região de agricultura. Os níveis mais elevados estão alocados a sudoeste do município (muito forte), região que concentra as áreas mais favoráveis às práticas agrícolas por encontrar-se em um relevo plano e pouco acidentado, associado ao fato que é uma área onde se concentra um núcleo máximo de precipitação, assim apresenta um maior poder de degradação por energia cinética, “erosividade”.

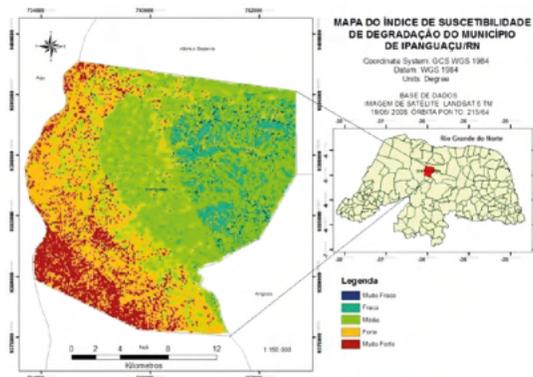


Figura 6. Índice de Susceptibilidade à Degradação Ambiental de Ipanguaçu/RN.

Na área oeste do município estão localizadas as duas maiores empresas agrícola, a Finobrasa e a Delmonte, que produzem frutos tropicais para exportação em grande latifúndio, é justamente nessa área, e principalmente no setor sudoeste, que se recomenda o maior cuidado com o uso do solo, é urgente a adoção de técnica agroecologia visando recuperação de áreas degradadas e a prevenção em locais que estão susceptibilidade a degradação ambiental.

CONCLUSÕES

O modelo proposto e aplicado na região do semiárido, Índice de Susceptibilidade de Degradação Ambiental – ISDA mostrou-se uma ferramenta eficaz, visto que utiliza o geoprocessamento como técnica de quantificação e qualificação de dados ambientais, que podem e devem ser espacializados em um mapa, auxiliando na eficiência da relação custo-benefício.

O município de Ipanguaçu/RN apresenta níveis de susceptibilidade de médio a forte na região de agricultura. Os níveis mais elevados estão alocados a sudoeste do município (muito forte), região que concentra as áreas mais favoráveis às práticas agrícolas por encontrar-se em um relevo plano e pouco acidentado, associado ao fato que é uma área onde se concentra um núcleo máximo de precipitação, assim apresenta um maior poder de degradação por energia cinética, “erosividade”.

O município não possui elevados contingentes demográficos, porém o uso da terra é intenso, implicando forte pressão sobre os recursos naturais renováveis em decorrência de sua base econômica se concentrar na agricultura, no superpastoreio e na retirada de madeira, algumas vezes, com uso de tecnologias inadequadas.

Um Sistema de Informação Geográfica torna-se indispensável para modelização e monitoramento espaço-temporal no semiárido do Nordeste Brasileiro, notadamente o município de Ipanguaçu/RN, a fim de que possam ser aproveitados o manejo e gestão

correta dos recursos naturais ali encontrados, pelos órgãos públicos e municipais, assim como para futuros estudos de cunho científico.

AGRADECIMENTOS

À Pró-Reitoria de Pesquisa do IFRN, pelo incentivo a essa pesquisa.

REFERÊNCIAS

COSTA, A. M. B. SILVA, F. M. SILVA, E. L. Análise socioespacial do vale do Açú/RN. In: Encontro Estadual de Geografia. **Anais...** Mossoró: 07 a 09 de novembro de 2012.

COSTA, A. M. B.; SILVA, F. M. SILVA, E. L. Balanço hídrico e espacialização da fruticultura no Vale do Açú/RN. In: SEMANA DE HUMANIDADE, XII, 2011, Natal. **Anais...** Natal: UFRN, 2011. p. 87

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico**. IBGE, 2010.

KAZMIERCZAK, M.L. **Índice de susceptibilidade de desertificação para o Nordeste do Brasil**. Fortaleza: Funceme, Série Técnica, 1996.

KAZMIERCZAK, M. L.; SEABRA, F. B. Índice de susceptibilidade de degradação (ISDA) em áreas do Cerrado paulista. In: XIII Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto. **Anais ...** Florianópolis: INPE, 2007, p. 2745 - 2752.

PATRÍCIO, K. R. P.; COSTA, A. M. B.; SILVA, F. M. Dinâmica hidrológica de superfície e espacialização da fruticultura no Vale do Açú/RN. In: CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DO IFRN, VII, 2010, Mossoró. **Anais...** Mossoró: IFRN, 2010. p. 45 - 54

PETTA, R. A.; IVO, P. S.; DUARTE, C. R. Gestão dos recursos naturais utilizando técnicas de sistemas de informações georeferenciadas e geoprocessamento. Disponível em: < www.cpatc.embrapa.br/labgeo/srgsr2/pdfs/poster20.pdf > Acesso em: 23 de março de 2010.

SECRETARIA DE ESTADO DOS RECURSOS HÍDRICOS DO RIO GRANDE DO NORTE - SERHID. **Plano Estadual de Recursos Hídricos: relatório de caracterização do regime hidrometeorológico das bacias**. Volumes I e II. Natal, 1997.

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

Data de aceite: 01/11/2021

Fabíola Aparecida Pimentel

Mestre em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte-Fluminense Darcy Ribeiro UENF-RJ
<http://lattes.cnpq.br/1684694083577349>

Omar Bailez

D.Sc., Professor da Universidade Estadual do Norte-Fluminense Darcy Ribeiro UENF-RJ
ORCID: 0000-0001-5602-4624

Renata Cunha Pereira

Doutor em Produção Vegetal pela Universidade Estadual do Norte-Fluminense Darcy Ribeiro UENF-RJ
ORCID: 0000-0003-4693-0951

Ana Maria Viana Bailez

D.Sc., Professora da Universidade Estadual do Norte-Fluminense Darcy Ribeiro UENF-RJ
ORCID:0000-0001-7214-9347

RESUMO: A formiga-cortadeira *Atta laevigata* cumpre um importante papel para o equilíbrio de ecossistemas naturais, no entanto, em sistemas agrícolas pode ser uma praga que causa enormes prejuízos econômicos. O método de controle mais utilizado contra formigas-cortadeiras é químico mas, os princípios ativos mais utilizados podem causar impactos nocivos ao ambiente e a saúde humana. Uma das alternativas de controle mais exploradas nas últimas décadas foi o uso de

inimigos naturais. Moscas parasitoides da família Phoridae são importantes inimigos naturais que causam a morte da formiga atacada e reduzem a atividade de corte e transporte de folhas. O objetivo do trabalho foi determinar quais gêneros de forídeos parasitam operárias de *A. laevigata* e que taxa de parasitismo causam em ninhos localizados em área de Mata Atlântica, do entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, Minas Gerais. Formigas forrageadoras foram coletadas de trilhas de ninhos de *A. laevigata*, a cada mês, entre novembro de 2015 a abril de 2016. As formigas foram levadas ao laboratório e mantidas a $25\pm 1^\circ\text{C}$ com água e alimento. Formigas mortas parasitadas por forídeos foram diariamente individualizadas e os parasitoides adultos emergidos dos cadáveres foram sacrificados e identificados em nível de gênero. A taxa de parasitismo de todo o período de amostragem foi de 2,9% ($n=3000$ operárias coletadas). Os forídeos do gênero *Apocephalus* causaram 67% do parasitismo, os de *Eibesfeldtphora* 26% e os de *Myrmosicarius* 7%. O pico de parasitismo ocorreu em novembro e a menor taxa em janeiro. A taxa de parasitismo foi similar à relatada em outros estudos com formigas-cortadeiras em áreas de vegetação natural de outros biomas. Taxas de parasitismo de até 15 % em algumas amostras de ninhos sugerem o elevado potencial destes insetos parasitoides, como agentes de controle da formiga-cortadeira *A. laevigata*.

PALAVRAS-CHAVE: Controle biológico, parasitoides, inimigos naturais, saúvas, Phoridae.

PARASITISM OF THE LEAFCUTTER ANT *ATTA LAEVIGATA* (HYMENOPTERA: FORMICIDAE) BY PHORID FLIES IN A NATURAL VEGETATION AREA OF THE ATLANTIC FOREST BIOME

ABSTRACT: The leaf-cutting ant *Atta laevigata* plays an important role in the balance of natural ecosystems, however, in agricultural systems it can be a pest that causes serious economic losses. The most used control method against leaf-cutter ants is chemical, but the most used active ingredient can cause harmful impacts to the environment and human health. One of the most explored control alternatives in recent decades was the use of natural enemies. Parasitoid flies of the Phoridae family are important natural enemies that cause the death of the attacked ant and reduce the activity of cutting and transporting leaves. The objective of this work was to determine which phorids parasitize *A. laevigata* foragers and the parasitism rate that they cause to nests located in the Atlantic Forest environment, from the Serra do Brigadeiro State Park around, Minas Gerais. Foragers ants were collected from *A. laevigata* nest trails every month from November 2015 to April 2016. The ants were taken to the laboratory and kept at $25\pm 1^\circ$ C with water and food. Dead ants parasitized by phorids were individualized and adult parasitoids emerged from were sacrificed and identified at the genus level. The parasitism rate for the sampled period was 2.9% (n=3000 workers collected). *Apocephalus* phorids caused 67% of the parasitism, *Eibesfeldtphora* 26% and *Myrmosicarius* 7%. The peak of parasitism occurred in November and the lowest rate in January. The parasitism rate was similar to that reported in other studies with leaf-cutting ants from areas of natural vegetation of other biomes. Parasitism rates reached 15% in some nest samples, this result suggests the high potential of these parasitoid insects as control agents for the leaf-cutting ant *A. laevigata*.

KEYWORDS: Biological control, parasitoids, natural enemies, saúvas, Phoridae.

INTRODUÇÃO

As formigas-cortadeiras desempenham um importante papel em ambientes de vegetação natural, porque favorecem a reciclagem de nutrientes do solo e modelam a estrutura de comunidades vegetais (Meyer et al., 2011) mas, em sistemas agrícolas podem ser importantes pragas de diversas culturas (Caldato et al., 2016).

O método de controle de formigas-cortadeiras mais difundido é químico e se baseia no uso de iscas atrativas com inseticidas (Boaretto e Forti 1997). No entanto, os princípios ativos mais utilizados foram associados a problemas ambientais (OECD 2013). Esta situação, e a crescente importância de cultivos orgânicos e agroecológicos ocasionaram uma procura crescente por métodos alternativos de controle como o uso de inimigos naturais (Bragança 2011, Bailez 2016). Entre os inimigos naturais das formigas-cortadeiras se destacam as moscas parasitoides da família Phoridae (Diptera) (Boaretto e Forti, 1997, Bragança, 2011; Bailez, 2016). Programas de controle biológicos que utilizaram forídeos parasitoides já foram implantados nos Estados Unidos para controlar a formiga invasora *Solenopsis invicta* (Porter 2010).

Parasitoides de formigas-cortadeiras já foram identificados em muitos gêneros

da família Phoridae mas, os gêneros *Apocephalus* Coquillett, 1901, *Myrmosicaurius* Borgmeier, 1928, *Eibesfeldtphora*, antigo *Neodohrniphora* Malloch, merecem destaque pelo grande número de espécies e pelas taxas de parasitismo que causam (Bragança, 2011). A viabilidade dos forídeos como agentes de controle biológico avalia-se pela taxa natural de parasitismo, que expressa a porcentagem de hospedeiros parasitados num momento dado (Elizalde e Folgarait, 2011), e cujo máximo valor indicaria o potencial do sistema (Hawkins 1994).

A taxa média de parasitismo causada pelos forídeos de formigas-cortadeiras varia geralmente de 2% a 5% (Bragança 2011, Bragança et al., 2016, Galvão et al 2019) mas, a presença de forídeos nas trilhas provoca também redução significativa do tamanho das forrageadoras e da massa de carga transportada, o que afeta negativamente à eficiência de forrageamento (Bragança et al., 1998, Tonhasca et al., 2001).

A formiga-cortadeira *Atta laevigata* (Smith) (Myrmicinae: Attini), popularmente conhecida como saúva-cabeça-de-vidro ou cabeça-de-melado, corta grandes quantidades de material vegetal fresco para a manter o fungo simbiote do qual se alimentam (Fowler et al., 1989). Esta formiga causa enormes prejuízos econômicos em áreas agrícolas, de reflorestamento e de pastagem (Santos et al., 2015).

Os estudos sobre forídeos parasitoides de formigas-cortadeiras no Brasil foram realizados majoritariamente na espécie *Atta sexdens* (Bragança et al., 1998; Tonhasca et al., 2001; Silva et al., 2007; Silva et al., 2008; Gazal et al., 2009; Galvão et al, 2019). Os poucos trabalhos desenvolvidos na espécie *A. laevigata* foram realizados em florestas implantadas de Minas Gerais (Erthal & Tonhasca 2000), e no Cerrado de Tocantins (Bragança et al., 2002; Bragança et al., 2016) e Goiás (Pesquero et al., 2010) mas, não existem dados sobre parasitismo em esta espécie em áreas de vegetação natural do bioma Mata Atlântica, que se caracteriza pela sua grande diversidade.

O objetivo deste trabalho foi determinar quais gêneros de forídeos parasitam a formiga-cortadeira *A. laevigata* e que taxas de parasitismo natural causam a ninhos localizados em área de vegetação natural do bioma de Mata Atlântica.

MATERIAL E MÉTODOS

Formigas forrageadoras foram coletadas de trilhas de cinco ninhos de *A. laevigata*, localizados em área de Mata Atlântica do entorno do Parque Estadual da Serra do Brigadeiro, município de Fervedouro, Minas Gerais. As coletas foram realizadas uma vez por mês entre novembro de 2015 a março de 2016. As formigas foram coletadas de forma contínua quando passavam por um ponto preestabelecido da trilha, até alcançar 100 a 200 forrageadoras coletadas.

As formigas foram levadas ao laboratório, mantidas a $25 \pm 1^\circ\text{C}$ em potes com água e alimento. As formigas mortas foram individualizadas em tubos de ensaio e diariamente

examinados para detectar sinais de parasitismo (Tabela 1). Uma formiga foi considerada parasitada quando apresentou sintomas ou quando foi produzida uma larva, pupa ou adulto.

Os forídeos adultos emergidos foram sacrificados e identificados em nível de gênero com auxílio de microscópio estereoscópio. A porcentagem de parasitismo de cada amostra de ninho foi calculada em base a número de indivíduos parasitados sobre o número de coletados (Galvão et al, 2019). E o parasitismo foi comparado entre meses e entre gêneros pelo teste de Kruskal Wallis ($p < 0,05$) seguido do teste de comparações múltiplas de Bonferroni.

Gêneros	Sinais de parasitismo
<i>Apocephalus</i>	-Visualização de larvas no interior da cabeça da formiga ou fora do corpo da mesma -Abertura entre região do pronoto e propleura pela qual observa-se a larva ou pupa do parasitoide, (Bragança e Medeiros, 2006)
<i>Eibesfeldtphora</i>	-Presença de pupários entre as mandíbulas (Bragança, 2011)
<i>Myrmosicarius</i>	-Cabeça da formiga com desprendimento de mandíbulas, e opacidade no lóbulo lateral direito (Tonhasca et al., 2001)

Tabela 1: Sinais de parasitismo causados por forídeos.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O parasitismo das forrageadoras de *A. laevigata* em área de Mata Atlântica foi causado por forídeos dos gêneros *Eibesfeldtphora*, *Apocephalus* e *Myrmosicarius*. A taxa média de parasitismo para todo o período de coleta foi de 2,9% e resultou similar as relatadas em trabalhos similares com outras formigas-cortadeiras (Erthal & Tonhasca 2000; Bragança e Medeiros, 2006; Galvão et al 2019). Cabe destacar que o período de amostragem compreendeu vários meses (novembro a fevereiro) que são relatados como de baixas taxas de parasitismo e de baixa ocorrência de forídeos, em comparação com meses de início de outono e primavera (Silva et al., 2008, Galvão et al 2019).

A porcentagem maior do parasitismo foi causada pelos forídeos do gênero *Apocephalus* (67%). *Eibesfeldtphora* spp. causaram um parasitismo intermediário (26 %), enquanto que o gênero *Myrmosicarius* foi responsável por uma pequena porcentagem do parasitismo total (7%) (Fig. 1).

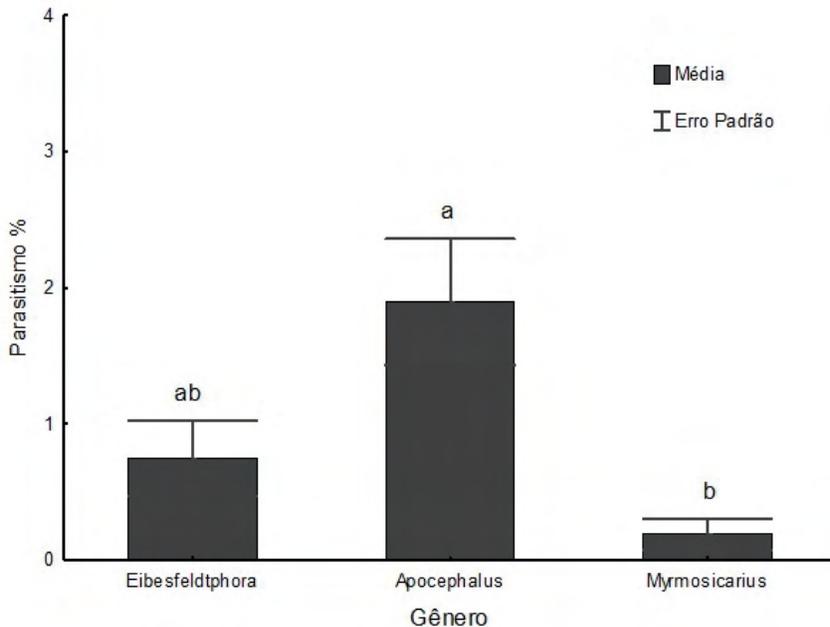


Fig. 1. Porcentagens de parasitismo causado por forídeos dos gêneros *Eibesfeldtphora*, *Apocephalus* e *Myrmosciarius*, entre novembro de 2015 e Abril de 2016, a ninhos de formiga-cortadeira *Atta laevigata*, localizados em área de Mata Atlântica do estado de Minas Gerais. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste de Bonferroni $p < 0,05$.

O pico de parasitismo ocorreu em novembro e a menor taxa em janeiro (Fig. 2). Parasitismo causado pelo gênero *Eibesfeldtphora* se registrou em todos os meses, e *Apocephalus* apenas não parasitou formigas em janeiro. De dezembro a março se observa uma queda progressiva do parasitismo de *Eibesfeldtphora*, e estaria explicado em grande parte pela influência negativa das altas temperaturas (Cunha- Pereira, 2020). Na maior parte do verão não se registrou parasitismo por *Myrmosciarius*. As altas temperaturas do verão causam alteração de ritmo de forrageamento nas formigas-cortadeira que passa a ser crepuscular e noturno, favorecendo o escape ao parasitismo (Bragança, 2011, Bailez 2016).

Sete amostras não tiveram formigas parasitadas mas, outras tiveram mais de 15 % de formigas parasitadas. Taxas de parasitismo elevadas em amostras de ninhos foram relatadas também por Elizalde e Folgarait (2011) em *A. wollenweideri* (35%) e por Galvão et al (2019) em *A. sexdens* (16 %). Amostras com taxas de parasitismo elevadas indicam o máximo possível de mortalidade que pode ser alcançado e é um indicador do potencial destes insetos como agentes de controle biológico. Programas de controle biológico da formiga invasora *Solenopsis invicta* foram implantados com sucesso nos Estados Unidos utilizando forídeos do gênero *Pseudacteon* (Diptera: Phoridae), que causam taxas de parasitismo menores a 3% (Morrison, 2012).

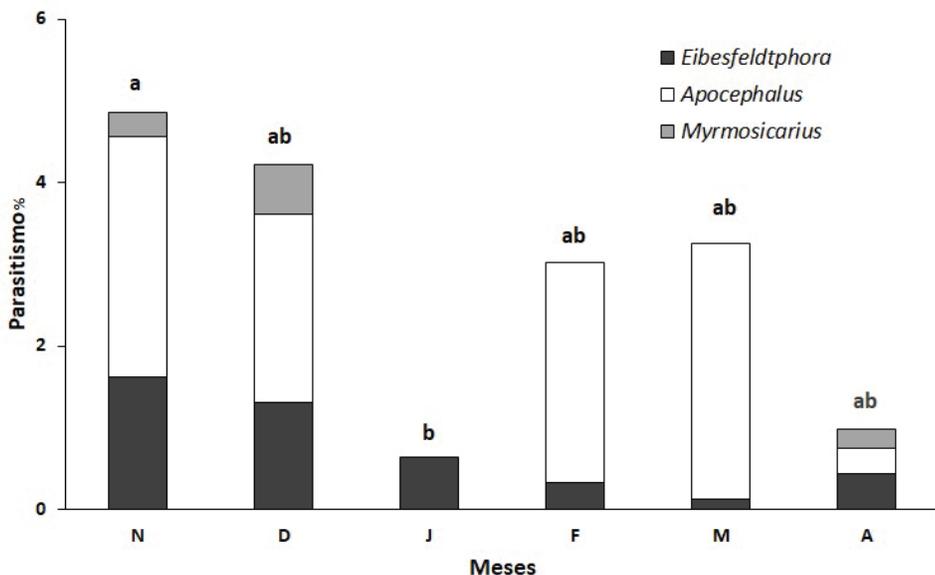


Fig. 2. Parasitismo causado por forídeos dos gêneros *Eibesfeldtphora*, *Apocephalus* e *Myrmosicarius*, de novembro de 2015 e Abril de 2016, a ninhos de formiga-cortadeira *Atta laevigata* localizados em área de Mata Atlântica, Minas Gerais. Letras distintas indicam diferença significativa pelo teste de Bonferroni $p < 0,05$.

Os forídeos parasitoides de formigas-cortadeiras causam, além da mortalidade da formiga atacada, alterações importantes no forrageamento coletivo, que reduzem a eficiência de corte e transporte de folhas (Bragança, 2011).

Os resultados obtidos neste trabalho reforçam a necessidade de considerar as moscas parasitoides da família Phoridae na elaboração de tecnologias de manejo de formigas-cortadeiras. Métodos alternativos que procurem reduzir as populações destes insetos em sistemas agrícolas e florestais, mediante técnicas e métodos ecologicamente adequados favorecerão o equilíbrio e a preservação do ambiente.

CONCLUSÕES

Forídeos parasitoides causaram taxas de parasitismo de 2,9% a ninhos da formiga-cortadeira *A. laevigata*, localizados em áreas de vegetação natural do bioma Mata Atlântica, nos meses de primavera e verão. A taxa de parasitismo teve pico no mês de novembro e foi causada majoritariamente por forídeos dos gêneros *Apocephalus*, *Eibesfeldtphora*.

AGRADECIMENTOS

A Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ).

REFERÊNCIAS

Bailez O 2016. **Tatics and strategies in Phorid-Ant relationship.** *Oecologia Australis* 23: 1–10.

Boaretto MAC, Forti LC 1997. **Perspectivas no controle de formigas-cortadeiras.** Série Técnica IPEF, 30: 31–46.

Bragança, MA L, Tonhasca, AJ, & Della Lucia, TMC 1998. **Reduction in the foraging activity of the leaf-cutting ant *Atta sexdens* caused by the phorid *Nedohrniphora* sp.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 89: 305-311.

Bragança MAL & Medeiros ZCS 2006. **Ocorrência e características biológicas de forídeos parasitóides (Diptera: Phoridae) da saúva *Atta laevigata* (Smith) (Hymenoptera: Formicidae) em Porto Nacional, TO.** *Neotropical Entomology* 35:408-411.

Bragança, MAL 2011. **Parasitoides De Formigas-Cortadeiras.** In: Della Lucia, T.M.C. (Ed.) *Formigas-cortadeiras: da Bioecologia ao Manejo*. Viçosa: Editora UFV, p.321-343.

Bragança FV, Arruda LRR, Souza LRR, Martins HC & Della Lucia TMC 2016. **Phorid flies parasitizing leaf-cutting ants: their occurrence, parasitism rates, biology and the first account of multiparasitism.** *Sociobiology*, 63: 1015-1021.

Caldato N, Forti LC, Camargo RS, Lopes JFS & Fourcassié V 2016. **Dynamics of the restoration of physical trails in the grass-cutting ant *Atta capiguara* (Hymenoptera, Formicidae).** *Revista Brasileira de Entomologia*, 60: 63-67.

Elizalde L, Folgarait PJ 2011. **Biological attributes of Argentinian phorid parasitoids (Insecta: Diptera: Phoridae) of leaf-cutting ants.** *Journal of Natural History*, 45: 2701–2723

Erthal JrM & Tonhasca JrA 2000. **Biology and oviposition behavior or the phorid *Apocephalus attophilus* and the response of its host, the leaf-cutting ant *Atta laevigata*.** *Entomologia Experimentalis et Applicata*, 95: 71-75.

Fowler HG, Pagani MI, Da Silva A, Forti LC, Pereira da Silva U, Vasconcelos HG 1989. **A pest is a pest? The dilemma of Neotropical leaf-cutting ants: keystone rate of natural ecosystems.** *Environmental Management*, 13: 671–675.

Graham JH, Hughie HH, Jones S, Wrinn K, Krzysik AJ, Duda JJ, et al. 2004. **Habitat disturbance and the diversity and abundance of ants (Formicidae) in the southeastern fall-line sandhills.** *Journal Insect Science*, 4: 1–15.

Gazal V, Bailez O, & Viana-Bailez, AM 2009. **Mechanism of host recognition in *Neodohrniphora elongata* (Brown) (Diptera: Phoridae).** *Animal Behaviour*, 78: 1177–1182.

Galvão A, Bailez O, Viana-Bailez AM, Abib P, Pimentel FA & Pereira TP 2019. **Parasitism by phorids on leaf cutter ants *Atta sexdens* (Linnaeus, 1758) (Hymenoptera: Formicidae) in natural and agricultural environments.** *Zoological Science*, 36: 357-364.

Meyer S, Leal I, Tabarelli M & Wirth R 2011. **Ecosystem engineering by leaf-cutting ants: nests of *Atta cephalotes* drastically alter forest structure and microclimate.** *Ecological Entomology*, 36:14-29.

Morrison, LW 2012. **Biological control of *Solenopsis* fire ants by *Pseudacteon* parasitoids: theory and practice.** Psyche: Journal of Entomology, 1–11.

OECD 2013. OECD/UNEP Global PFC Group, **Synthesis paper on per- and polyfluorinated chemicals (PFCs), Environment, Health and Safety.** Environment Directorate, OECD 59 p.

Pesquero MA, Bessa LA, Silva HCM, Silva LM & Arruda FV 2010. **Influência ambiental na taxa de parasitismo (Diptera: Phoridae) de *Atta laevigata* e *Atta sexdens* (Hymenoptera: Formicidae).** Revista de Biologia Neotropical, 7: 45-48.

Pereira RC 2020. **Sazonalidade, preferência por hospedeiro e biologia de forídeos parasitoides da formiga-cortadeira *Atta sexdens*.** Tese Doutorado em Produção Vegetal, Campos dos Goytacazes, Universidade Estadual do Norte Fluminense, 74 p.

Porter SD 2010. **Distribution of the Formosa strain of the fire ant decapitating fly *Pseudacteon curvatus* (Diptera: Phoridae) three and a half years after releases in North Florida.** Florida Entomologist, 93:107–112.

Santos JOP, Filho OP & Souza AD 2015. **Preferência de *Atta laevigata* F. Smith, 1858 (Hymenoptera: Formicidae) por diferentes espécies e híbridos de eucaliptos.** Revista de Agricultura, 90: 42-53.

Silva VSG, Bailez O, Viana-Bailez AM & Tonhasca AJ 2007. **Effects of the size of workers of *Atta sexdens rubropilosa* (Forel) on the attack behavior of *Neodohrniphora* spp. (Diptera: Phoridae).** Sociobiology, 50: 35-44.

Silva VSG, Bailez O & Viana-Bailez AM 2008. **Survey of *Neodohrniphora* ssp. (Diptera: Phoridae) at colonies of *Atta sexdens rubropilosa* (Forel) and specificity of attack behaviour in relation to their hosts.** *Bulletin of Entomological Research*, 98: 203-206.

Tonhasca AJr, Bragança MAL, Erthal M 2001. **Parasitism and biology of *Myrmosicarius grandicornis* (Diptera, Phoridae) in relationship to its host, the leaf-cutting ant *Atta sexdens* (Hymenoptera, Formicidae).** *Insectes Sociaux*, 48: 154 –158

DESENVOLVIMENTO DE SOFTWARE PARA ANÁLISE EMERGÉTICA DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL

Data de aceite: 01/11/2021

Ronaldo Krüger Filho

Universidade Estadual de Maringá / DEM/PEQ/
PEM

Victor Hugo Coutinho da Silva

Universidade Estadual de Maringá / DEM/PEQ/
PEM

Artur Veloso Domingos

Universidade Estadual de Maringá / DEM/PEQ/
PEM

Eugênia Leandro Almeida

Universidade Estadual de Maringá / DEM/PEQ/
PEM

Cid Marcos Gonçalves Andrade

Universidade Estadual de Maringá / DEM/PEQ/
PEM

RESUMO: Problemas econômicos e ambientais têm acarretado na substituição de combustíveis fósseis por combustíveis renováveis. Neste contexto, é possível citar, por exemplo, o biodiesel como sucessor do diesel. Segundo estudos, o biodiesel apresenta algumas vantagens quando comparado ao diesel, como ser obtido a partir de matérias-primas renováveis, diminuir o agravamento do efeito estufa, entre outras. No que se diz respeito a alternativa renovável, a qual tem como finalidade diminuir impactos ambientais, é importância analisar toda a cadeia produtiva, desde a obtenção de matéria-prima até a obtenção do biodiesel. Para cumprir esse

questo, um dos métodos de análise é a análise emergética, o qual relaciona termodinâmica com sustentabilidade e possibilita tirar conclusões sobre como os processos afetam o meio ambiente. Neste trabalho foi desenvolvido um software para realizar a análise emergética de uma planta de produção de biodiesel, como estudo utilizou-se a usina de Caeté-PE. Nesta planta usa óleo de algodão como matéria-prima, e os resultados não foram otimistas, como por exemplo a renovabilidade emergética de 27,37% obtida, mas que é interessante acima de 80%, e o índice de sustentabilidade obtido no valor de 0,5848, contudo um bom valor seria acima de 5.

PALAVRAS-CHAVE: Biodiesel. Impactos ambientais. Análise emergética. Sustentabilidade.

ABSTRACT: Economic and environmental problems have resulted in the replacement of fossil fuels by renewable fuels. In this context, it is possible to mention, for example, biodiesel as a successor to diesel. According to studies, biodiesel has some advantages when compared to diesel, such as being obtained from renewable raw materials, reducing the aggravation of the greenhouse effect, among others. With regard to the renewable alternative, which aims to reduce environmental impacts, it is important to analyze the entire production chain, from obtaining raw material to obtaining biodiesel. To fulfill this requirement, one of the methods of analysis is the emergy analysis, which relates thermodynamics with sustainability and makes it possible to draw conclusions about how processes affect the environment. In this work, a software was developed to perform the emergy

analysis of a biodiesel production plant, as a study the plant in Caeté-PE was used. In this plant, cottonseed oil is used as raw material, and the results were not optimistic, such as the emergy renewability of 27.37% obtained, but which is interesting above 80%, and the sustainability index obtained in the value of 0.5848, however a good value would be above 5. **KEYWORDS:** Biodiesel. Environmental impacts. Emergy analysis. Sustainability.

1 | INTRODUÇÃO

O consumo de energia no mundo está em constante aumento, acarretando na diminuição dos recursos energéticos e em problemas que envolvem energia sustentável e problemas ambientais. Estima-se que o setor de transportes é o maior consumidor de combustível no mundo, aproximadamente 61,5%, e devido a poluição atmosférica por meio dos gases poluentes provenientes dos combustíveis convencionais, a procura por soluções mais sustentáveis, através de fontes de energia renovável, está em gradativo aumento. Nesse contexto, a procura por um substituto eficiente para o diesel também está em alta: o biodiesel (Raqeeb e Bhargavi, 2015).

Em virtude da situação descrita anteriormente, para encontrar caminhos de desenvolvimento sustentável, Odum introduziu, em 1996, o conceito de *embodied energy* (energia “incorporada”), que veio a ser chamado de emergia e é compreendida como sendo todo o conteúdo energético, renováveis ou não, necessário para obter um produto ou serviço, e propicia a avaliação de forma sistêmica da sustentabilidade (Aguiar, 2020; Le Corre, 2016; Ortega; Bonamigo, 2014).

O presente trabalho, portanto, tem como objetivo desenvolver um software para realizar a análise emergética de uma planta de produção de biodiesel a fim de estimar se toda a cadeia produtiva, desde a obtenção de matéria-prima até o biodiesel, é adequadamente sustentável e de utilização compensável e quais os impactos ambientais podem surgir, tudo isso de forma fácil e intuitiva por meio do programa.

2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 EMERGIA

Estudando a emergia é possível avaliar sistemicamente a sustentabilidade, através do conteúdo energético presente nos procedimentos estudados (Aguiar 2020; Le Corre 2016; Ortega; Bonamigo, 2014). Além disso, também é conhecida como memória energética e é uma medida universal da riqueza verdadeira do trabalho, da sociedade e da natureza feita em uma base comum. Por isso, por meio da emergia é possível tomar decisões estratégicas no ambiente econômico e sustentável (Bonamigo, 2014). Segundo Ortega (2010), pela segunda lei da termodinâmica, uma quantidade de energia sempre é degradada quando há a transformação de um dado tipo de energia em outro diferente, com

isso, nessa transformação, a energia que resta (exergia) é menor, porém, a qualidade da energia (emergia) aumenta em relação à etapa antes da transformação.

Em outras palavras, a emergia é a energia total disponível e incorporada em um processo, natural ou antrópico (humano), para obter um dado produto. Por meio da emergia que é possível mensurar o trabalho da natureza e da sociedade lado a lado, em uma mesma base, uma vez que é realizado a conversão de todos os tipos de energia diferentes para uma única dimensão em comum, o Joules de energia solar (seJ ou emjoule), possibilitando maior profundidade nas análises (Bonamigo, 2014; Aguiar et al. 2020; Odum, 1991).

Todas as fontes de energia, ou insumos, utilizados em um processo para produzir um produto, sendo da natureza, como sol, chuva, água de rios, vento, formação do solo, biodiversidade, ou sendo humano, como máquinas, mão de obra, serviços, combustível e dinheiro, são contabilizados nas análises. Com isso, obtém-se ao fim os índices emergéticos, que revela os impactos das atividades causados pelos mesmos ao ecossistema (Bonamigo, 2014).

2.1.1 ANÁLISE EMERGÉTICA

A análise emergética pode ser dividida em 3 passos, começando com o desenho de diagrama de blocos, que ilustra os fluxos de energia do sistema. O segundo passo consiste na utilização de uma tabela para a organização dos dados. O último passo é a realização dos cálculos e a interpretação dos índices emergéticos obtidos (Bonamigo, 2014; Le Corre, 2016).

A tabela de cálculo dos fluxos emergéticos (tabela 1), onde há a conversão de cada linha dos fluxos de entrada do diagrama em uma linha de cálculo na tabela, serve de modelo para facilitar a execução dos cálculos dos índices emergéticos que serão realizados futuramente (Bonamigo, 2014; Agostinho, 2009).

<i>Notas</i> (1)	<i>Contribuições</i> (2)	<i>Valores</i> (3)	<i>Unidade</i> (4)	<i>Transformidade</i> (5)	<i>Fluxos de Emergia</i> (6)
R: Recursos naturais renováveis					
N: Recursos naturais não renováveis					
M: Materiais					
S: Serviços da economia					
Y: Total de emergia					

Tabela 1 – Esquema genérico de uma tabela de cálculos emergéticos.

Fonte: Adaptado de Bonamigo, 2014.

A terceira etapa consiste na obtenção dos índices emergéticos utilizando-se da avaliação dos fluxos realizados na segunda etapa (Bonamigo, 2014; Odum et al. 2003). Ao

todo são 6 índices:

Transformidade (**Tr**): avalia a qualidade do fluxo de energia e é obtido dividindo-se a energia requerida (Y) pela energia do produto (Epr). (Agostinho, 2005).

$$Tr = Y / E_{pr} \quad (1)$$

Renovabilidade Emergética (**%R**): avalia a sustentabilidade do sistema de produção em estudo (Agostinho, 2005).

$$\%R = (R / Y) * 100\% \quad (2)$$

Rendimento Emergético (**EYR**): avalia a incorporação de energia da natureza. (Ortega et al., 2010).

$$EYR = Y / F \quad (3)$$

Investimento Emergético (**EIR**): avalia o investimento da sociedade em relação à contribuição da natureza. (Agostinho, 2005).

$$EIR = F / (R + N) \quad (4)$$

Carga Ambiental (**ELR**): avalia o estresse sofrido pelo ambiente por causa do sistema produtivo. (Ortega et al., 2010).

$$ELR = (N + F) / R \quad (5)$$

Sustentabilidade (**ESI**): avalia quanto o sistema produtivo contribui para a economia por unidade de carga ambiental. (Ortega et al., 2010).

$$ESI = EYR / ELR \quad (6)$$

Com essas etapas finalizadas, é possível, portanto, analisar os dados sobre o processo produtivo em análise e visualizar como o mesmo impacta o meio ambiente, econômico e social (Bonamigo, 2014).

3 | METODOLOGIA

3.1 PLANTA DE BIODIESEL

A planta de produção de biodiesel para estudo de caso foi a planta piloto de Caetés, que se encontra no município de Caetés-PE. Essa indústria tem capacidade de produção de dois mil litros de biocombustível diários.

3.2 CONTRIBUIÇÕES EMERGÉTICAS DA PLANTA DE PRODUÇÃO

Para a planta em estudo, as contribuições emergéticas, bem como seus valores

energéticos e suas transformidades estão presentes na tabela 2, de maneira que, os dados são obtidos de trabalhos passados e através de estimativas baseadas neles.

<i>Contribuições</i>	<i>Valores energéticos</i>	<i>unidades</i>	<i>Transformidades [seJ/ unidade]</i>
Luz Solar	3,32E+14	J/ano	1.00E+00
Água da chuva	3,41E+14	J/ano	3.06E+04
Calor	1,95E+14	J/ano	1.01E+04
Perda do solo	3,90E+05	J/ano	1.24E+05
Eletricidade	7,96E+11	J/ano	2,77E+05
Mão de Obra	800	h/ano	1,10E+12
Inseticida	2,08E+04	kg/ano	2,48E+13
Taxa de serviço	2,33E+00	USD/ano	3,70E+12
OB	2,66E+13	J/ano	3,56E+05
NaOH	4,25E+06	g/ano	4,02E+09
MeOH	2,48E+12	J/ano	1,89E+05
Biodiesel	2,18E+13	J/ano	3,89E+05
Glicerina	5,65E+07	g/ano	1,21E+11
H2O	1,98E+10	J/ano	4,28E+05
Eletricidade	1,05E+10	J/ano	2,77E+05
Mão de obra	2000	h/ano	1,10E+12
Taxa de Serviços	2,81E+04	USD/ano	3,70E+12

Tabela 2 – Valores energéticos e transformidades de cada componente.

Fonte: Autores, 2014.

4 | RESULTADOS

O passo seguinte é obter os índices energéticos e a energia total do sistema, porém, esse passo será realizado no programa desenvolvido. No MatLab, foi utilizado um recurso chamado AppDesigner. Este recurso possibilita a criação de uma interface interativa com o usuário, de modo que o mesmo insira os valores de entrada e obtenha os resultados de forma simples e intuitiva. Por fim, a interface junto ao resultado obtido a partir dos dados da tabela 2, está ilustrada na figura 3:

ANÁLISE EMERGÉTICA

PROCESSO DE PRODUÇÃO DE BIODIESEL - ÓLEO DE ALGODÃO - PLANTA DE PRODUÇÃO DA USINA DE CAETÉS-PE

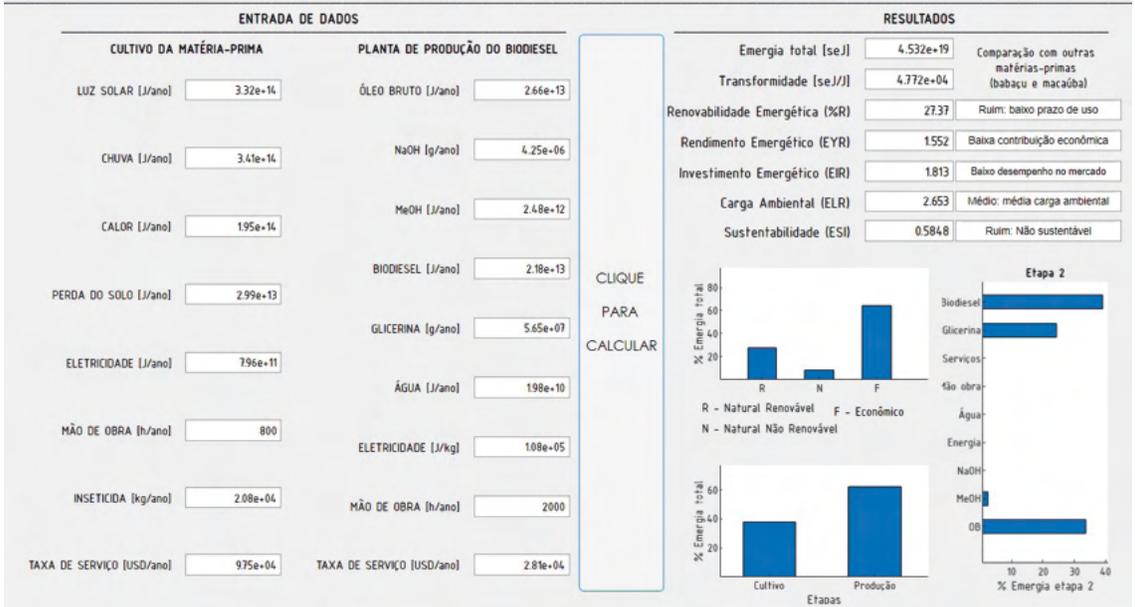


Figura 3 – Resultado final da análise emergética.

Fonte: Dos autores.

Como é visível na figura 3, a planta de produção de biodiesel de Caetés-PE apresenta valores emergéticos pessimistas, principalmente se tratando da renovabilidade emergética (%R), que se deseja pelo menos a cima de 50%, e se tratando também de sustentabilidade (ESI), que é desejável um índice acima de 5 para considerar-se sustentável. Além disso, o rendimento emergético (EYR), também desejável acima de 5 para considerar-se bom desempenho econômico, obteve um valor baixo. A carga ambiental (ELR), por sua vez, quando comparado com o artigo de Bonamigo (2014), apresenta valor mediano, ou seja, a carga ambiental do sistema de produção não é alta. Por último, o índice de investimento emergético (EIR), quando comparado ao estudo de Bonamigo (2014), se mostra desfavorável, o que significa baixo desempenho no mercado.

5.1 CONCLUSÃO

Ao final, o objetivo do trabalho foi cumprido e, portanto, o software responsável por realizara análise emergética foi desenvolvido com sucesso. Pode-se também verificar, com a utilização do software desenvolvido, que o processo de produção não é viável do ponto de vista emergético. O que pode ser compreensível, pois a planta estudada utiliza um álcool tóxico e o cultivo da matéria-prima oleagênosa não foi realizada da maneira sustentável.

REFERÊNCIAS

Aguiar, Maria I. Campanha, Mônica M. Oliveira, Teógenes S. *Emergy efficiency of land-use systems in the Brazilian semi-arid region*. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v11, n.6,2020.

Agostinho, Feni D. R. *Uso de análise emergética e sistema de informações geográficas no estudo de pequenas propriedades agrícolas*. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, 2005.

Agostinho, Feni D. R. *Estudo da sustentabilidade dos sistemas de produção agropecuários da bacia hidrográfica dos rios Mogi-Guaçu e Pardo através da análise emergética*. Tese (Doutorado em Engenharia de Alimentos), Universidade Estadual de Campinas – UNICAMP, Campinas, SP, 2009.

Bonamigo, Flávio R. *Análise emergética do babaçu e da macaúba quando destinados à produção de biodiesel*. Dissertação (Mestrado em Agroenergia), Universidade Federal do Tocantins, Palmas, TO, 2014.

Le Corre, Oliver. *Emergy*. Elsevier Ltd e ISTE Press Ltd. Reino Unido e Estados Unidos, 2016.

Marvuglia, Antonino et al. *SCALE: Software for CALCulating Emergy based on life cycleinventories*. Elsevier Ltd, Ecological Modelling, University College Cork – UCC, WesternBuilding, Cork, Irlanda, 2012.

Odum, Howard T. Arding, Jan E. *Emergy analysis of shrimp mariculture in Ecuador*. Environmental Engineering Sciences and Center for Wetlands University of Florida, Gainesville, F1, 32611. Coastal Resouces Center. University of Rhode Island. Narragansett, RL. Março, 1991.

Odum, Howad T e Brandt-Williams, Sherry. *Procedimento para avaliação de emergia agrícola: ilustrado com dados da produção de tomates na Flórida*. Universidade da Flórida, Gainesville, 2003.

Ortega, Enrique et al. *Análise emergética de sistemas de produção agrícolas sob manejo orgânico*. Pesquisa Aplicada & agrotecnologia v3 n3 set, 2010.

Raqeeb, Mohammed A e Bhargavi R. *Biodiesel Produccion from Waste Cooking Oil*. Journal of Chemical and Pharmaceutical Research, Chennai, Índia, 2015.

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)</i> sp.2	26	1	32	11		5	75
<i>Camponotus novogranadensis</i> Mayr, 1870	23					26	49
Plagiolepidini							
<i>Nylanderia</i> sp.1				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 às 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; Grützmacher 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.

CAPÍTULO 7

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

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 04/01/2022

Anderson Barzotto

Faculdade Centro Mato-grossense – FACEM,
Sorriso/MT
<https://orcid.org/0000-0002-4209-5322>

Gabriel Paulo Ferreira

Faculdade Centro Mato-grossense – FACEM,
Sorriso/MT

Antonio Flávio Arruda Ferreira

Faculdade Centro Mato-grossense – FACEM,
Sorriso/MT
<https://orcid.org/0000-0002-5879-8794>

Dayanna do Nascimento Machado

Faculdade Centro Mato-grossense – FACEM,
Sorriso/MT
<https://orcid.org/0000-0001-9837-5369>

RESUMO: A demanda global por alimentos tem causado uma grande preocupação com a preservação ambiental no que tange a prática da agricultura. Sendo assim, o adubo verde tem se apresentado como uma opção sustentável para o cultivo das lavouras. A pesquisa teve como objetivo apresentar os benefícios da adubação verde para a conservação ambiental e para produtividade das lavouras. Sendo assim, para atingir o objetivo geral foram traçados os seguintes objetivos específicos: elucidar através de produções científicas o conceito de adubação verde; explicar sobre o enfoque de conservação

ambiental e evidenciar os benefícios da adubação verde para a produtividade. O adubo verde pode ser considerado como uma estratégia para a sustentabilidade do agro ecossistema. Sendo assim, uso de adubo verde é um grande aliado para a sustentabilidade na agricultura, pois a técnica consiste em utilizar princípios agroecológicos para o uso consciente do solo, água, ar e de outros recursos naturais, possibilitando que se mantenha a produção e ao mesmo tempo preserve as propriedades dos recursos naturais.

PALAVRAS-CHAVE: Consorciação; Plantio Direto; Sustentabilidade; Leguminosas; Gramíneas; Plantas de Cobertura; Palhada.

GREEN FERTILIZATION: AN AGROECOLOGICAL TECHNIQUE FOR ENVIRONMENTAL CONSERVATION AND SOIL CONDITIONING

ABSTRACT: This research addressed green manure as a technique for environmental conservation and increased productivity. The global demand for food has caused a great concern with environmental preservation in terms of the practice of agriculture. Thus, green manure has been presented as a sustainable option for the cultivation of crops. The research aimed to present the benefits of green manure for environmental conservation and crop productivity. Therefore, to achieve the general objective, the following specific objectives were outlined: to elucidate through scientific productions the concept of green manure; explain the focus on environmental conservation and highlight the benefits of green manure for productivity. Green

manure can be considered as a strategy for the sustainability of the agro-ecosystem. Thus, the use of 1 green manure is a great ally for sustainability in agriculture, as the technique consists of using agroecological principles for the conscientious use of soil, water, air and other natural resources, enabling the maintenance of production and at the same time preserve the properties of natural resources.

KEYWORDS: Consortium; Direct planting; Sustainability; Legumes; Grasses; Covering Plants; Straw.

INTRODUÇÃO

A demanda por alimentos associada à necessidade de preservação ambiental tem condicionado a geração de conhecimento e de técnicas de produção voltadas para racionalização dos recursos naturais. Em decorrência disso, tem aumentado a preocupação com a preservação ambiental no que se refere a prática da agricultura. Isso culminou em grandes projetos em prol da produção agrícola sustentável (SOUZA et al., 2013).

De acordo com MAPA (2017), Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento, em um mundo onde cada vez mais precisamos de ações de preservação ambiental, o adubo verde tem se apresentado como uma opção para o cultivo das lavouras, pois o adubo verde enriquece o solo com algumas plantas, deixando a terra mais úmida, favorecendo a descompactação do solo, haja vista que um solo descompactado e mais aerado permite que as raízes se espalhem no solo em busca de nutrientes.

Entre os principais benefícios da utilização do adubo verde na lavoura, segundo a Emater (2019), podemos citar o aumento da quantidade de matéria orgânica no solo e melhora da infiltração da água, tornando a terra mais porosa, o que facilita a circulação de oxigênio, que em suma, proporcionam ao solo melhora da estrutura, fazendo com que a terra se torne mais escura em decorrência da alta concentração de matéria orgânica e fixação de nitrogênio.

De maneira geral todas as plantas podem ser utilizadas para adubação verde, mas as mais indicadas são as leguminosas, gramíneas, asteraceae e brássicas (OLIVEIRA, 2009). O ideal é escolher plantas nativas da região, pois já estão adaptadas ao clima, pragas e doenças. As espécies anuais mais utilizadas são as crotalárias, mucunas, feijão-caupi, feijão-de-porco e guandu. As plantas perenes mais usuais são siratro, amendoim forrageiro, galáxia, calopogônio e cudzu tropical. Já as arbóreas mais usuais são eritrina e gliricídia (FLORES, 2014).

O plantio do adubo verde pode ser antes ou depois do ciclo da cultura de interesse econômico, assim como, a utilização em consórcio, em conjunto com a cultura ou em faixas separando os talhões. Os adubos verdes podem ser considerados uma estratégia para a sustentabilidade do agroecossistema, pois a matéria orgânica fornece nutrientes, diminui a compactação, tornando o solo grumoso com bioestrutura estável à ação das chuvas, promove aeração, enraizamento e adiciona nitrogênio fornecido pelas leguminosas (MAPA,

2017). Desta forma, a pesquisa teve como objetivo apresentar os benefícios da adubação verde para a conservação ambiental e para produtividade das lavouras.

METODOLOGIA

A presente pesquisa abordou a adubação verde como uma técnica de conservação ambiental e de aumento da produtividade, desta forma, a metodologia utilizada foi a revisão bibliográfica. Foram pesquisados livros, revistas acadêmicas, artigos científicos e periódicos, selecionando material publicado entre 2009 e 2021. As palavras-chave pesquisadas foram: adubo verde, conservação ambiental, produtividade. O critério de inclusão da pesquisa se baseou em trabalhos e pesquisas que trataram sobre a adubação verde, e que apresentaram foco na importância utilização da técnica na conservação ambiental e produtividade. Os fatores de exclusão se basearam em excluir pesquisas que não apresentaram foco definido e com pouco embasamento científico.

DISCUSSÃO TEÓRICA

Adubação verde

Desde os primórdios da humanidade, as antigas civilizações, já faziam o manejo da adubação nas suas culturas agrícolas, porém os materiais utilizados eram de fontes orgânicas como esterco, restos de culturas agrícolas anteriores e restos orgânicos animais, no entanto ao longo dos anos, por volta do século XIX, foi inserido o uso de fertilizantes minerais na agricultura, fazendo assim, com que os agricultores deixassem de usar a adubação orgânica, tornando a agricultura mais dependente dos adubos minerais (EMATER, 2019).

Com o surgimento da adubação mineral houve um grande aumento de produção das culturas o que intensificou também o uso de variedades geneticamente modificadas e de maquinário na produção, caracterizando a “Revolução Verde” (JESUS, 2015). A década de 70 expandiu a utilização de adubos minerais principalmente pelo incentivo do governo, através de financiamentos para aquisição de insumos agropecuários, e pelas escolas de agronomia que começaram a valorizar e difundir essa novo modelo agrícola, porém não demorou muito para começar a surgir os primeiros problemas relacionados ao empobrecimento do solo, a degradação ambiental, a proliferação de pragas e a queda na qualidade dos alimentos produzidos (WUTKE et al., 2015).

Desde então, os agricultores e profissionais da área tem proposto técnicas que contribuam para a melhoria da qualidade do solo, em seus atributos físicos, químicos e biológicos e uma dessas técnicas é a adubação verde, que utiliza plantas em rotação de cultura ou em consorcio com as culturas tradicionais (JESUS, 2015).

A adubação verde também é empregada na proteção dos solos brasileiros contra

os processos degradativos, pois a matéria orgânica melhora a infiltração de água no solo, diminui a compactação, torna o solo grumoso com bioestrutura estável à ação das chuvas, conseqüentemente promove a organização dos macroporos e dos microporos melhorando a aeração do solo, favorecendo o enraizamento e o desenvolvimento radicular (MAPA, 2017). O principal objetivo da técnica do adubo verde é a cobertura do solo, proteção e restauração da qualidade das áreas produzidas, através do aproveitamento do solo (WUTKE, et al, 2015).

De maneira geral todas as plantas podem ser utilizadas para adubação verde, mas as mais indicadas são as leguminosas, gramíneas, asteraceae e brássicas. Entre as várias espécies considerada promissoras para adubação verde em consorciação, podemos citar a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), guandu-anão (*Cajanus cajan*), crotalárias (*Crotalaria juncea*, *C. ochroleuca*, *C. paulina* e *C. spectabilis*), feijão-bravodo-ceará (*Canavalia brasiliensis*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), estilosantes (*Stylosanthes guianensis*) e as plantas gramíneas do gênero *Brachiaria* (OLIVEIRA, 2009; FLORES, 2014; FLORES e MIOTTO, 2015).

O uso de adubo verde é de grande valia para a sustentabilidade na agricultura, caminha para o desenvolvimento sustentável, pois consiste em uma técnica que utiliza princípios agroecológicos para o uso consciente do solo, água, ar e de outros dos recursos naturais, possibilitando que se mantenha a produção e ao mesmo tempo preserve as propriedades dos recursos naturais (MAPA, 2017).

Conсорciação

A consorciação vem sendo aplicada há muito tempo, o consórcio no plantio pode ser definido como um sistema de cultivo em que duas ou mais culturas crescem simultaneamente na mesma área, por um período considerável de seu desenvolvimento (OLIVEIRA, 2009). Para Willey (2009), nos sistemas consorciados, podemos observar três situações competitivas: (I) a inibição mútua, (II) a cooperação mútua e (III) a compensação. Na inibição mútua, a produção encontrada no consórcio é menor que a esperada. A cooperação mútua ocorre quando a produção das duas espécies encontradas no consórcio é superior ao sistema de monocultivo. E a compensação é quando uma espécie produz menos que o esperado, enquanto a dominante produz mais, de modo que há diferença na habilidade competitiva das duas espécies.

Os efeitos benéficos da consorciação podem proporcionar as seguintes vantagens: maior cobertura do solo, aumento da produção de matéria seca, reciclagem e disponibilidade de nutrientes. Com a utilização da adubação verde, o material orgânico gerado apresenta alto teor de macro e micronutrientes, proporcionando um aumento da capacidade de troca de cátions, da infiltração e retenção de água, tornando condição mais favorável para o desenvolvimento microbiano no solo. Além desses efeitos, algumas plantas usadas como adubo verde são alelopáticas a algumas espécies de nematóides e plantas daninhas

(OLIVEIRA, 2009).

As plantas do gênero *Brachiaria* são as mais utilizadas nos sistemas de consorciação de culturas, pois elas têm alta relação C/N o que conseqüentemente refletem em baixa velocidade de decomposição, assim a formação de palha garante boa cobertura do solo e reciclagem de nutrientes, além do aporte orgânico que favorece a vida microbiana. A palha também reduz as oscilações de temperatura, protegendo o solo do aquecimento, reduzindo também a erosão pelo impacto das gotas de chuva. O acúmulo de massa da forrageira no solo, auxilia também na inibição das plantas daninhas na plantação (AMABILE, 2015).

Além da *Brachiaria* as espécies de Crotalária também são utilizadas em consorciação, principalmente com a cultura do milho. A grande vantagem do uso dessas espécies na adubação verde é a possibilidade de redução da quantidade de nitrogênio a ser aplicado com adubos minerais, pois essas plantas fixam o nitrogênio atmosférico, pela simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* e *Bradyrhizobium* (WILLEY, 2009). As crotalárias fazem parte de um dos maiores grupos da família *Leguminosae*, apresentam uma variedade de mais de 600 espécies distribuídas nas regiões tropicais e subtropicais, no Brasil existem mais de 40 espécies (SOARES, 2009).

Outra finalidade de utilização das crotalárias são o controle de nematoides, em que essas plantas agem de forma antagonica aos gêneros *Meloidogyne incognita*, *Pratylenchus* e *Pseudhalenchus*. O mecanismo de controle dos nematoides ocorre devido à capacidade dessa espécie em atuar como uma planta armadilha, possibilitando assim a penetração dos juvenis em suas raízes, mas, ao mesmo tempo impossibilitando o seu crescimento até a fase adulta. Além disso, elas produzem substâncias com capacidade nematicida, como a monocrotalina (LUZ et al., 2015).

Essa consorciação é uma alternativa que cumpre uma das metas do Programa de Agricultura de Baixa Emissão de Carbono (Programa ABC), programa esse, lançado pelo governo federal, em 2010, por meio do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. O programa visa à recuperação de pastagens degradadas, implantação do sistema Integração Lavoura-Pecuária-Floresta, o Sistema de Plantio Direto na palha, florestas Plantadas, e a fixação biológica de nitrogênio no período entre 2010 a 2020 (OLIVEIRA et al., 2009).

Conservação Ambiental

A conservação ambiental ocorre primordialmente pela proteção dos solos contra a ação da erosão acelerada que é promovida principalmente pela ação humana. A adubação verde age nessa situação de diversas formas como por exemplo servindo como uma barreira que impede o impacto direto da gota de chuva com o solo reduzindo os processos erosivos e também na melhoria da estabilidade dos agregados através da incorporação da matéria orgânica a qual funciona como agente cimentante nos agregados (ZOTARELLI, 2015).

A redução da erosão conserva a fertilidade dos solos, evitando que partículas minerais do solo sejam arrastadas pela enxurrada e junto com ela os minerais. A adubação verde preserva a fertilidade do solo também com o fornecimento de nutrientes através da decomposição da biomassa, que por sua vez, reduz drasticamente a acidez do solo. Isso ocorre por conta do processo de produção de ácidos orgânicos, capaz de complexar os íons do solo, reduzindo assim o alumínio tóxico do solo. Nesse processo, os elementos essenciais ao desenvolvimento vegetal estão relacionados aos tecidos orgânicos e a sua liberação não ocorre de forma imediata, por isso a necessidade de fazer a rotação das culturas para os nutrientes serem fixados ao solo gradativamente, melhorando assim a qualidade do solo e conseqüentemente melhora na qualidade da produção, reduzindo também os custos com aeração da terra e uso de insumos (SILVA et al., 2017).

Todo esse processo químico e físico no solo trabalha na melhoria da nutrição do solo, fazendo com que as plantas fiquem mais tolerantes a doenças e a seca. Sendo assim, o uso de adubo verde é de grande importância para a sustentabilidade na agricultura, pois caminha para o desenvolvimento sustentável, haja vista que se trata de uma técnica que utiliza princípios agroecológicos para o uso consciente do solo, água, ar e de outros dos recursos naturais, possibilitando que se mantenha a produção e ao mesmo tempo preserve as propriedades dos recursos naturais (MAPA, 2017).

Aumento da produção

O aumento da produção com a utilização da adubação verde ocorre com a melhoria de vários aspectos do solo agricultável, como por exemplo, na supressão de plantas daninhas, manutenção da fertilidade do solo através da ciclagem de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio e na proteção contra a erosão. Segundo Wutke et al. (2015), as leguminosas são capazes de interferir na ocorrência das plantas daninhas, suprimindo-as por meio da liberação de substâncias alelopáticas ou pela competição a exposição a luz solar. Isso reduz drasticamente os gastos com químicos no controle das daninhas

A presença de adubos verdes auxilia a atividade dos organismos do solo, através do fornecimento de resíduos vegetais que servem como fonte de energia e de nutrientes. Esses organismos atuam na reciclagem de nutrientes, sendo seu aumento associado ao melhor rendimento dos fertilizantes aplicados ao solo (PANKHURST e LYNCH, 2015). As gramíneas são fornecedoras de nutrientes para as culturas sucessoras a médio e longo prazo, e elas são muito utilizadas para o aumento dos teores de fósforo e potássio, a partir da ciclagem de nutrientes (ZOTARELLI, 2015).

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para atingir uma produtividade satisfatória é necessário adotar manejos que maximizem a produção, mas que ao mesmo tempo mantenham a qualidade do solo.

O adubo verde pode ser considerado como uma estratégia para a sustentabilidade de sistemas agroecológicos, pois a matéria orgânica fornece nutriente, solubiliza metais essenciais, diminui a compactação, tornando o solo grumoso com bioestrutura estável à ação das chuvas, promove aeração, enraizamento e adiciona nitrogênio fornecido pelas leguminosas, minimizando assim os gastos com adubos minerais.

A adubação verde pode reduzir a demanda por fertilizantes e consequentemente reduzir os custos da produção. Através da consorciação o sistema de cultivo pode ser feito concomitantemente com duas ou mais culturas crescendo simultaneamente na mesma área. Sendo assim, uso de adubo verde é de grande valia para a sustentabilidade na agricultura que utiliza princípios agroecológicos para o uso consciente do solo, água, ar e de outros recursos naturais, possibilitando que se mantenha a produção e ao mesmo tempo preserve as propriedades dos recursos naturais.

REFERÊNCIAS

AMABILE, R.F.; FANCELLI, A.L.; CARVALHO, A.M. Comportamento de espécies de adubos verdes em diferentes épocas de semeadura e espaçamentos na região dos cerrados. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.35, n.1, p.47-54, 2015.

EMATER. Adubação Verde, Alternativa Econômica e Ecológica. 2019. Disponível em:< http://www.emater.mg.gov.br/portal.do/site-noticias/adubacao-verde-alternativa-economica-ecologica/?flagweb=novosite_pagina_interna&id=4659>. Acesso em: 13 out. 2021.

FLORES A. S. Taxonomia, números cromossômicos e química de espécies de *Crotalaria* L. (Leguminosae-Papilionoideae) no Brasil. Tese de Doutorado. Universidade Estadual de Campinas, p. 5-24, 2014.

FLORES A. S.; MIOTTO S. T. S. Aspectos fitogeográficos das espécies de *Crotalaria* L. (Leguminosae, Faboideae) na Região Sul Do Brasil. Acta Botanica Brasílica, São Paulo-SP, v.19, n.2, 2015.

JESUS, E.L. de. Histórico e filosofia da agricultura alternativa. Proposta, Rio de Janeiro, v.27, p.34-40, 2015.

LUZ P. H. C.; VITTI G. C.; QUINTINO T. A.; OLIVEIRA D. B. Utilização de Adubação Verde na Cultura da Cana de Açúcar. Universidade de São Paulo Escola Superior De Agricultura “Luiz de Queiroz” Departamento de solos e nutrição de plantas. Piracicaba, 2015

MASCARENHAS, H.A.A. & TANAKA R.T. Rotação de culturas. In: curso sobre adubação verde no instituto agrônomo, 1., Campinas, 1993. p.71-86. (Documentos IAC35)

MAPA. AGROECOLOGIA. Fertilidade do solo. Coordenação de Agroecologia - Ministério da Agricultura. 2017. Disponível em: <<http://www.agroecologia.gov.br/publicacoes/aduba%C3%A7%C3%A3o-verde>>. Acesso em: 14 out. 2021.

OLIVEIRA, P. Resposta de soja e milho a alterações no solo pela decomposição de palhadas. 2009. 89 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Escola de Agronomia e Engenharia de Alimentos, Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2009.

PANKHURST, C. E.; LYNCH, J. M. The role of the soil biota in sustainable agriculture. In: PANKHURST, C. E.; DOUBE, B. M.; GUPTA, V. V. S. R.; GRACE, P. R. (Ed.). Soil biota: management in sustainable farming systems. CSIRO, 2015.

SILVA, G.T.A.; OLIVEIRA, W.R.D. de; MATOS, L.V.; NÓBREGA, P de O.; KRAINOVIC, P.M.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A.; RESENDE, A.S. de. Correlação entre a composição química e a velocidade de decomposição de plantas para adubação verde visando a elaboração de uma base de dados. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2017.

SOARES, P.M.; HONÓRIO JÚNIOR, J.E.R.; MELO C.L.; ARRUDA FILHO, A.C.V.; SENA. FILHO, J.G.; BARBOSA FILHO, J.M.; SOUSA, F.C.F.; FONTELES, M.M.F.; LEAL, L.K.A.; QUEIROZ, M.G.R.; VASCONCÊLOS, S. M.M. Atividade farmacológica da monocrotalina isolada de plantas do gênero *Crotalaria*. Revista Brasileira de Farmacognosia, 2009.

SOUZA, R. J; FONTANETTI, A; FIORINI, C. V. A; ALMEIDA, K. Cultura da Beterraba: cultivo convencional e cultivo orgânico. Lavras: UFLA, 2013.

WILLEY, R.W. Intercropping: its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. Field Crop Abstracts, Slough, v. 32, n. 1, p. 1-10, Jan. 2019.

WUTKE, E. B.; TERRA, M. M. ; PIRES, E. J. P. ; PECHE FILHO, A. ; RIBEIRO, I. J. A. Produtividade da videira 'Niagara Rosada' em cultivo intercalar com adubos verdes. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 33, p. 528-535, 2015.

ZOTARELLI, L. Influência do sistema de plantio direto e convencional com rotação de culturas na agregação, acumulação de carbono e emissão de óxido nitroso num Latossolo Vermelho distroférico. 2005. 117 p. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2015.

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

Data de aceite: 01/11/2021

Data de submissão: 04/01/2022

Antonio Flávio Arruda Ferreira

Faculdade Centro Mato-grossense – FACEM,
Sorriso/MT
<https://orcid.org/0000-0002-5879-8794>

Anderson Barzotto

Faculdade Centro Mato-grossense – FACEM,
Sorriso/MT
<https://orcid.org/0000-0002-4209-5322>

Dayanna do Nascimento Machado

Faculdade Centro Mato-grossense – FACEM,
Sorriso/MT
<https://orcid.org/0000-0001-9837-5369>

Felipe Santiago Gerhardt

Faculdade Centro Mato-grossense – FACEM,
Sorriso/MT
<https://orcid.org/0000-0002-3946-9768>

RESUMO: O cultivo consorciado de olerícolas vem sendo utilizado para fornecer melhor distribuição de renda para o produtor ao longo do tempo e aproveitando de forma mais eficiente os recursos naturais. Desta forma, objetiva-se com este trabalho avaliar a produtividade e a rentabilidade da cebolinha e salsa sob o cultivo solteiro e consorciado. O experimento foi realizado na Chácara Padre, localizada no município de Sorriso/MT, onde foram instalados canteiros com 1,4 x 24 metros (largura x comprimento) de cebolinha ‘Comum’ e a salsa

‘Lisa’, em cultivos solteiro e consorciado, arrançadas no delineamento experimental de blocos casualizados com quatro blocos. Foram avaliados aos 50 dias após o transplântio a altura, massa fresca e seca das plantas de cebolinha e salsa, bem como o rendimento de maço, produtividade, razão de área equivalente e rentabilidade de ambos os sistemas. A partir disso, pode-se observar que existe influência no crescimento das plantas entre o cultivo em solteiro e consócio, sendo as plantas cultivadas em solteiro com maior altura e massa, contudo a razão de área equivalente e a rentabilidade são maiores quando em consócio. Assim, conclui-se que o consócio entre cebolinha e salsa proporciona maior rendimento de maços, produtividade, uso eficiente do solo e rentabilidade por hectare.

PALAVRAS-CHAVE: *Allium fistulosum*; *Petroselinum crispum*; Olericultura; Produção.

INTERCROPPING OF PARSLEY AND CHIVES FOR EFFICIENT SOIL USE AND PRODUCTION PROFITABILITY

ABSTRACT: The intercropping of vegetable crops has been used to provide a better income distribution for the producer over time and to make more efficient use of natural resources. Thus, the objective of this work is to evaluate the productivity and profitability of chives and parsley under single and intercropped cultivation. The experiment was carried out at Chácara Padre, located in the municipality of Sorriso/MT, where beds with 1.4 x 24 meters (width x length) of ‘Common’ chives and ‘Lisa’ parsley were installed in single and intercropped crops. arranged in a

randomized block design with four blocks. At 50 days after transplanting, height, fresh and dry mass of chives and parsley plants, as well as bunch yield, yield, equivalent area ratio and profitability of both systems were evaluated. From this, it can be observed that there is influence on the growth of plants between the cultivation in single and intercropped, being the plants cultivated in single with greater height and mass, however the equivalent area ratio and profitability are greater when in intercropping. Thus, it is concluded that the intercropping between chives and parsley provides greater yield of bunches, productivity, efficient use of the soil and profitability per hectare.

KEYWORDS: *Allium fistulosum*; *Petroselinum crispum*; Horticulture; Production.

INTRODUÇÃO

A olericultura é uma atividade de grande importância, concentrada em propriedades de agricultura familiar, lucrativa e que tem ganhado credibilidade devido ao sistema sustentável, sem necessidade de tecnologia de ponta, viável para o agricultor, mas dependente da demanda regional e com pouco acesso a assistência técnica (SILVA et al., 2020).

A produção de hortaliças, na maioria das vezes presente em propriedades de menor porte e familiares, quase sempre está inserida como uma atividade de subsistência ou com finalidade de comercializar o excedente da produção agrícola de escalas menor (SILVA, 2017). Utilizar dessas espécies se destaca como preferência de cultivo por parte desse nicho de produtores, pois, enriquece e complementa a alimentação, retorno econômico rápido e serve como suporte para exploração da agricultura em médio e longo prazo (AMARO, 2007).

Dentre os métodos de cultivo de hortaliças, o sistema consorciado é uma técnica muito aplicada e que influencia altamente na produtividade das culturas, gerando diversos benefícios fitotécnicos, possibilitando uma maior produção por unidade de área e ocasionando assim, uma maior rentabilidade para os olericultores (MONTEZANO, 2006; PEIL, 2006).

Para que ocorra o cultivo consorciado é essencial ter conhecimento das espécies, bem como as exigências nutricionais e as suas particularidades morfológicas e fenológicas, sendo de caráter imprescindível para minimizar as interações negativas entre as culturas, pois esse sistema pode proporcionar visível dominância de uma espécie sobre a outra (SCHIMTT et al., 2016; ZARATE et al., 2003).

No consórcio utiliza-se de duas ou mais culturas com diferentes ciclos, não necessariamente semeadas na mesma época, com interações entre água, nutrientes e luminosidade, sendo à medida que se aumenta a população de plantas diminui-se a disponibilidade desses elementos para as culturas (OLIVEIRA, 2019).

A cebolinha comum (*Allium fistulosum*), é uma hortaliça bem rústica, utilizada como condimento na culinária, devido sua capacidade de melhorar o sabor e qualidade nutritiva

do alimento, a cebolinha é uma espécie de olerícola com intenso perfilhamento em touceiras (SIMÕES et al., 2016; SILVA et al., 2015; HEREDIA et al., 2003). Outra espécie utilizada na alimentação como hortaliça condimentar é a salsa (*Petroselinum crispum*), relativamente fácil de se cultivar, amplamente plantada por produtores familiares, muito apreciada pela população brasileira e com muitas propriedades nutricionais (ESCOBAR et al., 2010; LEAL et al., 2009).

De acordo com Schimtt et al. (2016), o cultivo consorciado entre essas hortaliças condimentares, torna-se viável por facilitar o processo de produção de maços mistos comerciais finalizados no momento do corte, conhecidos comercialmente como 'cheiro-verde'. Além disso, essas espécies possuem o hábito de rebrota, que acaba sendo aproveitado para novos cortes, possibilitando seu cultivo por dois a três anos (HEREDIA et al., 2003).

Desta forma, objetivou-se com este trabalho avaliar o crescimento, rendimento, produtividade, uso eficiente do solo e a rentabilidade da cebolinha e salsa sob o cultivo solteiro e consorciado sob viveiro na região Centro-norte do Mato Grosso.

MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi realizado na Chácara Padre, localizada no município de Sorriso – MT, com coordenadas geográficas 12°37'11.4" S e 55°47'33.4" W, altitude de 332 metros e clima classificado como Aw, caracterizado como tropical quente com duas estações do ano bem definidas, verão chuvoso e inverno seco (CAVALLI; LANGE, 2018).

Os canteiros, com 1,2 metros de largura por 3,0 metros de comprimento e 30,0 cm de altura foram instalados em viveiro agrícola, com tela de sombreamento de 50 % (Sombrite®) e altura do pé direito é de 2,20 m. O local de plantio foi adubado com esterco de aves (5 kg m⁻²) e 0,20 kg m⁻² de adubo químico 5-30-10 (N-P-K) sendo esses produtos incorporados ao solo com auxílio de uma enxada rotativa.

O solo dos canteiros foi classificado como franco argilo-arenoso, de textura média sendo as características químicas representadas na Tabela 1.

pH	S	K	Ca ⁺²	Mg ⁺²	H+AL	SB
H ₂ O	mg dm ⁻³	----- cmol c dm ⁻³ -----				
6,20	23,00	0,43	10,36	1,87	5,10	12,70
B	Cu	Fe	Mn	Zn	AL ⁺³	V
----- mg dm ⁻³ -----						%
0,40	0,60	84,00	56,90	89,60	0,00	71,10

Tabela 1 – Análise química do solo.

Fonte: Laboratório Solos & Plantas. Sorriso/MT.

As mudas de cebolinha cv. Comum (*Allium fistulosum*) e salsa cv. Lisa (*Petroselinum crispum*), foram produzidas em bandejas de 200 células preenchidas com composto orgânico (Carolina Soil®) a base de turfa, vermiculita, resíduo orgânico e adubo mineral.

O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, com 8 blocos, sendo cada um composto por uma área de 1,20 x 3,00 m de canteiro. O transplante foi realizado aos 30 dias após a sementeira, sendo o espaçamento utilizado para cultivo solteiro de 20 cm entre linhas e 20 cm entre plantas na linha, totalizando 5 fileiras de cultivo e 25 plantas por metro quadrado. Contudo, para o cultivo consorciado entre a cebolinha e salsa, utilizou-se o espaçamento de 20 cm entre linhas e 10 cm entre plantas, totalizando 5 fileiras de cultivo e 25 plantas por metro quadrado de cada espécie (Figura 1).

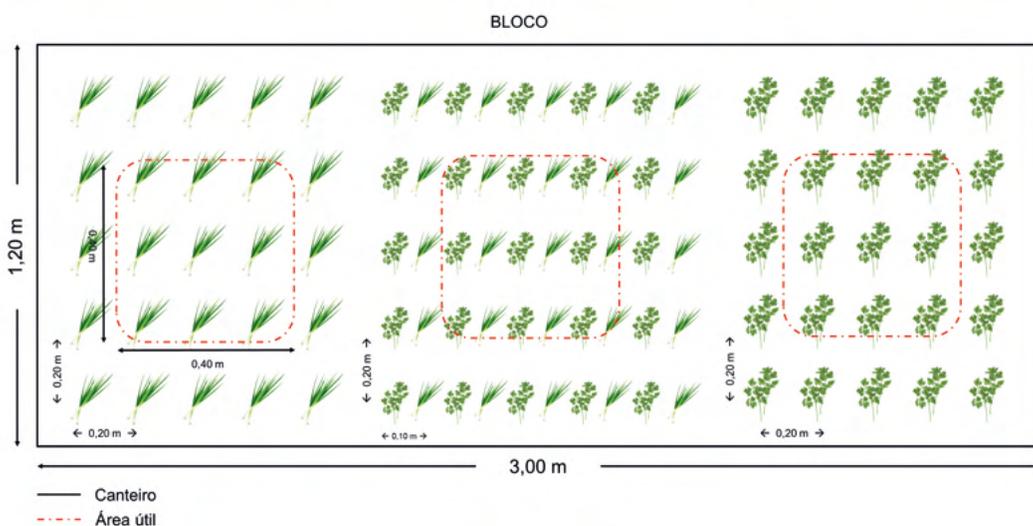


Figura 1 – Croqui da distribuição dos tratamentos nos blocos e identificação da área útil.

Para finalidade de avaliação do experimento considerou-se uma área útil de 40 x 40 cm (Figura 1), que compunha as três fileiras centrais do canteiro e descartando-se as primeiras e últimas plantas dessas, totalizando 9 plantas amostradas de cada cultura, tanto no solteiro quanto no consórcio.

A irrigação foi realizada uma vez ao dia por sistema de micro aspersão com vazão de 54 L h⁻¹, durante 15 minutos. Durante a condução do experimento a capina foi realizada manualmente e o controle de pragas feito pela aplicação de Thiametoxam e Lambda – Cialotrina com dose de 30 mL por 20 L de calda.

Aos 60 dias após o transplante avaliou-se: Altura das plantas (ALT) (cm); Massa fresca (MF) e seca (MS) (g); Rendimento de maços (RENDM) (maços ha⁻¹): considerando-se um maço de 150 g de cebolinha (Figura 2A) e salsa (Figura 2B); e Produtividade (PROD)

(t ha⁻¹).

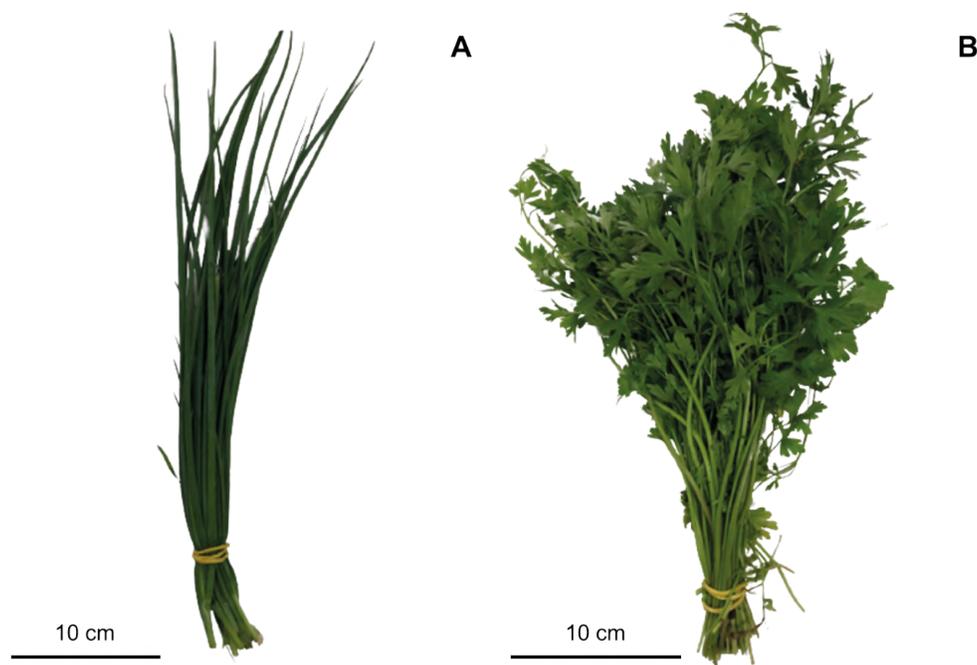


Figura 2 – Maço de cebolinha (A) e salsa (B).

Para obtenção da massa seca as plantas foram colocadas em sacos de papel, secas em estufa com circulação de ar a 65°C por 72 horas e quando atingiram a massa constante foram pesadas em balança analítica de precisão (0,0001 g).

O consórcio foi avaliado utilizando o cálculo da razão de área equivalente (RAE) proposto por Vandermeer (1990) pela fórmula: $RAE = \frac{C_{c+s}}{C_s} + \frac{S_{s+c}}{S_s}$, onde C_{c+s} e S_{s+c} são o rendimento da cebolinha e salsa no consórcio; e C_s e S_s são respectivamente o rendimento do cultivo em solteiro da cebolinha e salsa. Essa variável é definida como a área relativa de solo sob condições de plantio isolado, que é requerida para proporcionar as produtividades alcançadas no consórcio (BEZERRA NETO et al., 2003).

A rentabilidade foi obtida multiplicando-se a produtividade da cultura em cada tratamento pelo valor do produto pago ao produtor no mês de dezembro de 2021 (R\$ 4,00), em Sorriso/MT, e considerando um maço de 150 g de cada hortaliça.

A hipótese da normalidade foi testada pelo teste de Shapiro-Wilk, foi realizada a análise de variância sendo aplicado o teste F a 5% de probabilidade para detectar as diferenças entre os tratamentos, por meio do software SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nota-se na Tabela 1, pela análise de variância a 5% de probabilidade, diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis altura, massa fresca e seca das plantas. Além disso, para as variáveis rendimento de maços e produtividade por hectare, também se observou diferença significativa para plantas de cebolinha solteira e em consórcio com salsa.

Fonte de variação	ALT (cm)	MF (g)	MS (g)
	Quadrado Médio		
Bloco	59,55*	3,59 ^{NS}	0,38 ^{NS}
Tratamentos	156,82*	719,71*	1,05*
Média Geral	45,78	30,52	2,45
C.V. (%)	8,34	17,52	20,19

Fonte de variação	RENDM (maço ha ⁻¹)	PROD (t ha ⁻¹)
	Quadrado Médio	
Bloco	9,96x10 ^{6NS}	0,22 ^{NS}
Tratamentos	1,99x10 ^{9*}	44,98*
Média Geral	50.869,45	7,63
C.V. (%)	17,52	17,52

Tabela 1 - Análise de variância para as variáveis altura (ALT), massa fresca (MF) e seca (MS), rendimento de maço (RENDM) e produtividade (PROD) de plantas de cebolinha solteira e no consórcio com salsa.

*Significativo e ^{NS}não significativo ao teste F à 5% de probabilidade.

Na Tabela 2, pela análise de variância a 5% de probabilidade observa-se, exceto para altura das plantas, diferença significativa entre os tratamentos para as variáveis massa fresca e seca das plantas, rendimento de maços e produtividade por hectare da salsa solteira e em consórcio com cebolinha.

Fonte de variação	ALT (cm)	MF (g)	MS (g)
	Quadrado Médio		
Bloco	19,12 ^{NS}	964,82*	0,62 ^{NS}
Tratamentos	9,60 ^{NS}	1583,71*	22,01*
Média Geral	32,03	40,70	5,57
C.V. (%)	8,71	21,72	19,79

Fonte de variação	RENDM (maço ha ⁻¹)	PROD (t ha ⁻¹)
	Quadrado Médio	
Bloco	2,68x10 ⁹ *	60,30*
Tratamentos	4,40x10 ⁹ *	98,98*
Média Geral	67.832,14	10,18
C.V. (%)	21,72	21,72

Tabela 2 - Análise de variância para as variáveis altura (ALT), massa fresca (MF) e seca (MS), rendimento de maço (RENDM) e produtividade (PROD) de plantas de salsa solteira e no consórcio com cebolinha.

*Significativo e ^{NS}não significativo ao teste F à 5% de probabilidade.

A altura da cebolinha e salsa cultivadas solteiras foi superior quando comparadas ao crescimento das plantas em consórcio (Figura 3), demonstrando que a redução do espaçamento entre as plantas aumenta-se a competição entre essas hortaliças reduzindo seu crescimento em altura.

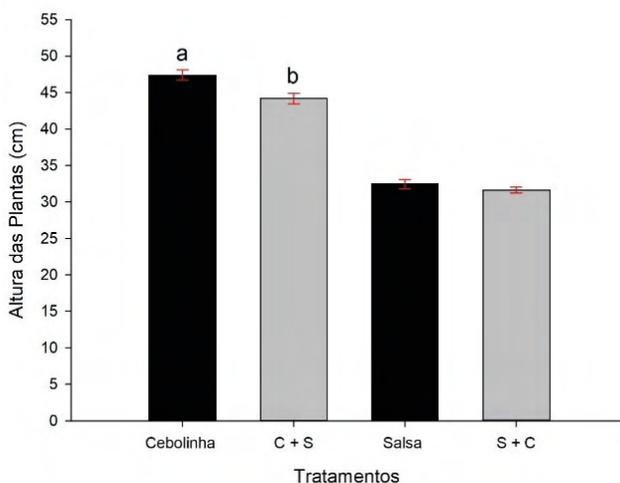


Figura 3 – Altura de plantas de cebolinha solteira e no consórcio (C + S) e de salsa solteira e no consórcio (S + C).

Conforme Alegeri et al. (2018), para consórcio entre alface, repolho e cenoura, com o aumento da população de plantas a altura tende a reduzir no consorciado devido a competição entre as espécies.

Em razão do maior crescimento em altura das plantas de cebolinha e salsa em solteiro, percebe-se, conseqüentemente maior acúmulo de massa fresca (Figura 4A) e seca (Figura 4B) das plantas.

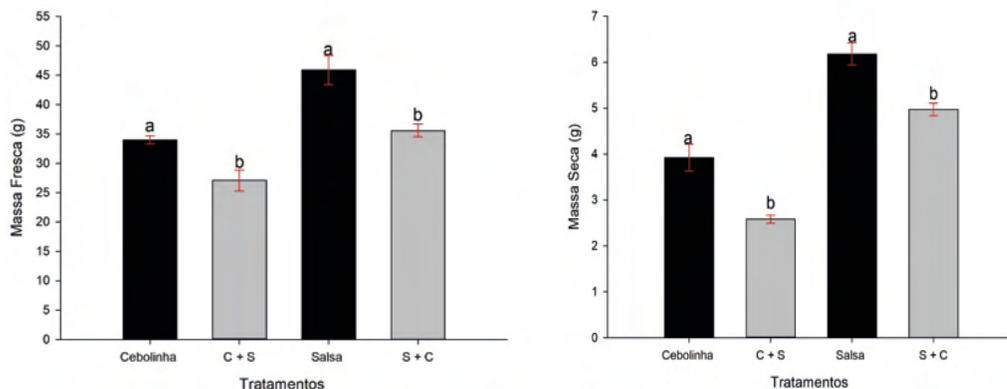


Figura 4 – Massa fresca (A) e seca (B) de cebolinha solteira e no consórcio (C + S) e de salsa solteira e no consórcio (S + C).

O menor acúmulo de matéria fresca e seca das plantas de cebolinha e salsa, no consórcio, se dá pela limitação do crescimento devido a competição por N e adensamento populacional (FILHO et al., 2011). De acordo com Pôrto et al. (2011), nem sempre o maior adensamento populacional, mesmo ocorrendo competição, proporciona redução na qualidade comercial das espécies cultivadas, o que se pode observar nessa pesquisa pois os maços produzidos estavam condizentes com a demanda do comércio.

Bezerra Neto et al. (2003), observaram em consórcio de alface com cenoura que a matéria seca e fresca no consorciado foi inferior comparado ao solteiro, possivelmente pela competição causada pelo adensamento das plantas ou sombreamento, que obstrui a passagem da luminosidade.

O rendimento de maços (Figura 5A) e, conseqüentemente, a produtividade (Figura 5B) da cebolinha e da salsa plantadas em sistema solteiro, foi superior quando comparada ao consórcio.

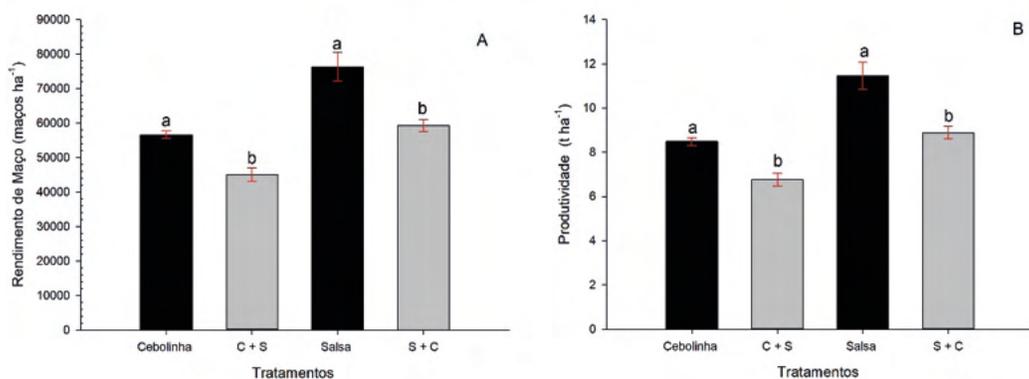


Figura 5 – Rendimento de maço (A) e produtividade (B) de cebolinha solteira e no consórcio (C + S) e de salsa solteira e no consórcio (S + C).

De acordo com Simões et al. (2016), o adensamento das culturas, tem-se um maior número de plantas por área e consequentemente maior número de maços, contudo, quando considerado o rendimento de maços de forma individual tende-se a ter uma redução quando em consórcio (Figura 5A).

Larcher (2000) afirmou que em comunidade vegetal constituída por diferentes espécies, podem possuir uma capacidade de auto-regulação, devido ao equilíbrio das relações de interferência. Assim, a forma de interação no cultivo associado pode promover aumentos de produtividade, mesmo que pouco comum, devido a liberação de substâncias promotoras de crescimento (SIMÕES et al., 2016).

Pode ser observado na Tabela 3, que para razão de área equivalente o consórcio foi eficaz quando comparado ao plantio em sistema de solteiro, sendo necessário um aumento em 63% da área plantada, para que a produção em monocultivo, seja equivalente ao cultivo consorciado, demonstrando assim a eficiência do uso do solo no sistema consorciado.

Cultivo	RAE	Rentabilidade (R\$ 1000 ha ⁻¹)	
		Cultivo	Total
Cebolinha	1,00	226,57	226,57
Salsa	1,00	305,58	305,58
Cebolinha + S	1,63	180,39	417,47
Salsa + C		237,08	

Tabela 3 – Razão de área equivalente (RAE) e rentabilidade de cebolinha (C) e salsa (S) solteira e em consórcio.

De acordo com Fageria (1989) e Vandermeer (1990) o consorcio entre culturas é considerado eficiente quando o valor da RAE for superior a 1,00, desde que seja atendido o padrão para comercio da cultura (OLIVEIRA et al., 2005).

Nota-se também que a cebolinha e a salsa, quando cultivadas em solteiro, demonstraram rentabilidade de R\$ 226,57 mil e R\$ 305,58 mil por hectare, respectivamente (Tabela 3). Contrastado a esses valores, no consórcio entre cebolinha e salsa, o rendimento foi de R\$ 417,47 mil por hectare, tornando-se o consorcio mais rentável para o produtor por produzir duas hortaliças na mesma área de cultivo. De acordo com Zarate et al. (2005), é viável economicamente esse sistema de produção consorciado pois ocorre o incremento do ganho por hectare quando comparado ao cultivo solteiro.

O motivo para ser utilizado o consorcio é o melhor aproveitamento do uso do solo e de recursos disponíveis, onde semeada duas culturas ou mais, pode-se obter maior rendimento econômico e produtividade por área (ZARATE et al., 2005; HARDER, 2004; SALVADOR et al., 2008). Nesse agroecossistema consorciado o rendimento resultante das populações combinadas é maior do que aquele das culturas solteiras pois segundo Gliessman (2009), existe a complementaridade das características de nicho das populações em questão.

Com aumento de plantas em uma determinada área, pode ocorrer a divisão de recursos edafoclimáticos, reduzindo assim a massa foliar das plantas, contudo como a cebolinha e a salsa são comercializadas por maço, entre 150 g e 200 g, interessante que o agricultor adense essas culturas até o limite máximo para obter maior retorno econômico por área (SIMÕES et al., 2016).

Desta forma, apesar do consórcio entre olerícolas ser bastante praticado, ainda se tem pouca pesquisa relacionado a isso, porém sabe-se que a produtividade das culturas nesse sistema é afetada pelo tempo de convivência entre as espécies e determinado pela época de instalação (MONTEZANO; PEIL, 2006).

CONCLUSÃO

Conclui-se que o consórcio entre cebolinha e salsa proporciona melhor uso eficiente do solo e maior rentabilidade por hectare.

REFERÊNCIAS

ALGERI, A. et al. Cultivo em consórcio de repolho, alface e cenoura. **Brazilian Journal of Development**, v. 4, n. 6, p. 3436-3450, 2018. Disponível em: <https://www.brazilianjournals.com/index.php/BRJD/article/view/352> >. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

AMARO, G. B., da SILVA, D. M., Marinho, A. G., & Nascimento, W. M. **Recomendações técnicas para o cultivo de hortaliças em agricultura familiar**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2007. Acessado em: 04 de jun. de 2021. Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/781607/1/ct47.pdf>>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

APARECIDA, J.; CARNEIRO LEAL, C.; ALBUQUERQUE, A. D.; ALBUQUERQUE, A. B.; MENEGHINI, L.; MOTAL, M.; ZAGUANO, Z. P.; CALLIARI, C. M. **Elaboração de salsa desidratada**. 2009. INESUL - Londrina PR. Disponível em: Disponível em: https://www.inesul.edu.br/revista/arquivos/arq-ivol_6_1253736347.pdf. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

BEZERRA NETO, F.; ANDRADE, F.V.; NEGREIROS, M.Z.; SANTOS JÚNIOR, J.S. Desempenho agroecológico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de cultivo em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 635-641, outubro/dezembro 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/hb/a/B4jFmCj6P8dVTZVXxDNwnng/abstract/?lang=pt>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

CAVALLI, E.; LANGE, A. Efeito residual do potássio no sistema de cultivo soja-milho safrinha no cerrado Mato-Grossense. **Revista Cultura Agronômica**, v. 27, n. 2, p. 310-326, 2018. Disponível em: <https://ojs.unesp.br/index.php/rculturaagronomica/article/view/2446>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

ESCOBAR, A. C. N.; NASCIMENTO, A. L.; GOMES, J. G.; BORBA, R. V.; ALVES, C. C.; COSTA, C. A. Avaliação da produtividade de três cultivares de salsa em função de diferentes substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 2671-2676, 2010. Disponível em: <https://docplayer.com.br/52010411-Avaliacao-da-produtividade-de-tres-cultivares-de-salsa-em-funcao-de-diferentes-substratos.html>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

FAGERIA, N. K. Sistemas de cultivo consorciado. In: FAGERIA, N.K. (Ed) **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. Brasília: Embrapa-DPU, 1989. p.185-196.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.

GLEISSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4ª ed. 421 p. Porto Alegre: Ed. Universidade/UFRGS, 2009.

HARDER, W. C. **Produção e renda bruta de rúcula (*Eruca sativa* Mill.) 'Cultivada' e de almeirão (*Cichorium intybus* L.) 'Amarelo', em cultivo solteiro e consorciado**. 2004. 26f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul, Dourados, 2004. f. 26. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/cagro/a/JcyCCWmGrSKdrVCyf8dXpzy/abstract/?lang=pt&format=html>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

HEREDIA ZARATE NA; VIEIRA MC; ONO FB; SOUZA CM. 2003. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**, v. 21, p. 574-577, 2003. Disponível em: <https://www.scielo.br/hb/a/G9ZLCybdZZqCvbWmC4t7hmm/abstract/?lang=pt>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. 531 p.

LUIZ CAVARIANNI, R., CASTRO, J. C., & MENDOZA-CORTEZ, J. W. Crecimiento y producción de repollo en función de la densidad de población y nitrógeno. **Agrociencia**, Texcoco, v. 45, n. 5, p. 573-582, agosto 2011.

MONTEZANO, E. M., & PEIL, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Current Agricultural Science and Technology**, v. 12, n. 2, 2006. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/CAST/article/view/4502>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

OLIVEIRA, F. L. D., RIBAS, R. G. T., JUNQUEIRA, R. M., PADOVAN, M. P., GUERRA, J. G. M., ALMEIDA, D. L. D., & RIBEIRO, R. D. L. D. Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 23, p. 184-188, 2005. Disponível em: <https://www.scielo.br/hb/a/VCHrtMcvdpNQJNVmqbqqqZL/?format=pdf&lang=pt>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

OLIVEIRA, S. **Fungitoxicidade de essenciais sobre *Colletotrichum theobromicola*, causador da antracnose da cebolinha (*Allium fistulosum* L).** 2020. Disponível em: <https://repositorio.inpa.gov.br/handle/1/33600>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

PÔRTO, D. R. D. Q., CECÍLIO FILHO, A. B., REZENDE, B. L. A., JÚNIOR, A. P. B., & DA SILVA, G. S. Densidade populacional e época de plantio no crescimento e produtividade da couve-flor cv. Verona 284. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 92-98, 2012. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/2371/237123825014.pdf>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

SALVADOR, D. J., ZÁRATE, N. A. H., & VIEIRA, M. do C. Produção e renda bruta de cebolinha e de almeirão, em cultivo solteiro e consorciado. **Acta Scientiarum. Agronomy**, 26, 4, 491-496, 2008. doi:10.4025/actasciagron.v26i4.1811

SCHMITT, O. J., ANDRIOLO, J. L., LERNER, M. A., SOUZA, J. M., DAL PICIO, M., & MAMBRI, A. P. Consórcio de salsa e cebolinha para produção de maços comerciais mistos de cheiro-verde. **Horticultura Brasileira**, v. 34, p. 114-120, 2016. Disponível em: <https://www.scielo.br/hb/a/Tk9xCJxBStRFdShJykfyMZw/?lang=pt>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

SILVA, A.P.G. da; BORGES, C.D.; MIGUEL, A.C.A.A.; JACOMINO, P.; MENDONÇA, C.R.B. Características físico-químicas de cebolinhas comum e europeia. **Brazilian journal of food technology**, Campinas, v.18, n. 4, p. 293-298, out./dez. 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjft/a/JfkKR94wQW4wFry3X7hDmc/abstract/?lang=pt>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

SILVA, C. A. R. **Viabilidade técnica e econômica do cultivo consorciado de hortaliças para a Agricultura Familiar.** 2017. Tese (Doutorado em Agronomia) – Faculdade de Agronomia. Universidade de Brasília, Brasília, 2017. f. 132. Disponível em: <https://repositorio.unb.br/handle/10482/24014>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

SILVA, V. N., BILINI, A., MUNARINI, G., & JUNIOR, D. F. Olericultura e agricultura familiar: relação ensino-extensão universitária no oeste catarinense. **Expressa Extensão**, v. 25, n. 1, p. 114-122, 2020. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/ojs2/index.php/expressaextensao/article/view/16725>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

SIMÕES, A. C., ALVES, G. K. E. B., SILVA, N. M., FERREIRA, R. L. F., & NETO, S. E. A. Densidade de plantio e método de colheita de cebolinha orgânica. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 12, n. 1, p. 93-99, 2016. Disponível em: <http://revistas.ufcg.edu.br/acsa/index.php/ACSA/article/view/744>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

VANDERMEER, J.H. Intercropping. In: GLIESSMAN, S.R. (Ed.) **Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture.** 1990, p.481-516.

ZÁRATE, N. A. H., DO CARMO VIEIRA, M., ONO, F. B., & DE SOUZA, C. M. Produção e renda bruta de cebolinha e de coentro, em cultivo solteiro e consorciado. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 2, p. 149-154, 2005. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/4457/445744076002.pdf>. Acessado em: 04 de dez. de 2021.

SOBRE OS ORGANIZADORES

ANTONIO FLÁVIO ARRUDA FERREIRA- Possui graduação em Engenharia Agrônômica pela Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul (UEMS) - Câmpus de Aquidauana, com mestrado em Agronomia (Sistemas de Produção) pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Câmpus de Ilha Solteira e doutorado em Ciência (Fitotecnia) pela Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz (ESALQ) - Universidade de São Paulo (USP). Está em pós-doutoramento pela Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (UNESP) - Câmpus de Ilha Solteira pesquisando na área de experimentação agrícola com tamanho de parcelas e classificação do coeficiente de variação em trabalhos com frutíferas e olerícolas. Atualmente, atua como professor de ensino superior da Faculdade Centro Mato-grossense (FACEM) no município de Sorriso/MT, ministrando aulas para o curso de Agronomia. Atuou como professor de ensino superior na Universidade do Estado de Mato Grosso, no Campus de Alta Floresta para o curso de Agronomia. Como pesquisador atua principalmente na área de propagação, produção de mudas e tratos culturais de frutíferas (nativas e exóticas) e olerícolas.

ANDERSON BARZOTTO- Possui graduação em Agronomia pela Universidade Federal de Mato Grosso (2016), obteve seu Mestrado pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais (PPGCAM) pela Universidade Federal de Mato Grosso (2019), com área de concentração em Bioprospecção, trabalhando com o projeto Piraclostrobina Nanoestruturada no Controle de Antracnose em Pepino (*Cucumis sativus*). Atualmente atua como coordenador do curso de agronomia da Faculdade Centro Mato-grossense (FACEM), Sorriso – MT, e como professor na área de solos e fitopatologia. O autor tem-se dedicado a duas linhas de pesquisas, sendo a primeira nutrição de plantas e a segunda controle de patógenos de pós-colheita de frutíferas e olerícolas.

DAYANNA DO NASCIMENTO MACHADO- Engenheira Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (2013). Possui Licenciatura para a Educação Profissional (PEG) (2015). Mestra em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (2016). Doutora em Engenharia Florestal pela Universidade Federal de Santa Maria (2020). Atua na área de Silvicultura, Proteção Florestal, com ênfase em Entomologia Florestal - pragas invasivas. Possui Doutorado Sanduíche no Exterior, pela Universidade de Vigo, Espanha (2018-2019), com bolsa CAPES. Pós-Doutoranda voluntária pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia Florestal, na Universidade Federal de Santa Maria (2020). Participa de projetos de pesquisa em colaboração com o Laboratório de Entomologia Florestal (UFSM). Docente no curso de Agronomia na Faculdade Centro-Matogrossense (FACEM) - disciplinas de Anatomia e Morfologia Vegetal, Agroecologia, Genética e Silvicultura.

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